

ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

Animal Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

3

VOLUME 40 (LXVIII)
PRAHA
BŘEZEN 1995
CS ISSN 0044-4847

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

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

REDAKČNÍ RADA – EDITORIAL BOARD

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

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

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

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

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

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

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

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

Prof. dr. ing. Ivo Kolář, CSc. (Výzkumný ústav pro chov skotu, Rapotín, ČR)

Ing. Jan Kouřil (Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, 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. (Výzkumný ústav živočišnej výroby, Nitra, SR)

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

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

Ing. Marie Černá, CSc.

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce a studie typu review z oblastí genetiky, šlechtění, fyziologie, reprodukce, výživy a krmění, 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*, 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 40 vychází v roce 1995.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Marie Černá, CSc., vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 75 41–9, fax: 02/25 70 90. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1995 je 468 Kč.

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

The journal is cited in the bibliographical journal *Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences*, 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 40 appearing in 1995.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Marie Černá, CSc., editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 75 41–9, fax: 02/25 70 90. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1995 is 118 USD (Europe), 123 USD (overseas).

GENETIC CONTRIBUTION OF MATERNAL PARENTS AND GRANDPARENTS TO ENGLISH THOROUGHBRED PROGENY PERFORMANCE

GENETICKÝ PŘÍNOS MATEK A PŘEDKŮ Z MATČINY STRANY VÝKONNOSTI POTOMSTVA ANGLICKÉHO PLNOKREVNIKA

J. Dušek¹, J. Vondráček², R. Reinhard³, P. Bormann⁴

¹*Scholarship-holder of Humboldt Foundation in the Institute of Physiology of TIHO in Hannover*

²*Mathematical Institute of the Czech Academy of Sciences, Praha, Czech Republic*

³*Institute for Biometrics and Epidemiology TIHO, Hannover, FRG*

⁴*Directorate for the Breeding and Races of Full-blooded Horses, Köln, FRG*

ABSTRACT: Genetic contributions of sires, dams and maternal grandsire and granddam to progeny performance were evaluated in the German population of English Thoroughbred. Performance was described by the maximum value of general handicap (GH). The statistical analysis of GH values of 102 sires and their descendants (820 stallions and 899 mares) and maternal ancestors has led to a conclusion that genetic contributions of sires, dams and their parents are statistically significant. The genetic effects of dams and sires are of the greatest practical importance for selection, the contribution of maternal parents is less important as their performance is only in weak correlation with the performance of grandchildren. The analysis confirmed an assortative scheme of mating in the population. The performance of offspring of selected parental pairs could be approximately predicted by means of linear regression function, which is the sum of genetic effect of sire and multiples of performances (characterized by maximum value of GH) of dam and her parents. Prediction functions for male and female offspring had different regression coefficients.

English Thoroughbred; performance; heritability; pedigree value

ABSTRAKT: Hodnotili jsme genetické přínosy plemenků, matek a předků z matčiny strany výkonnosti potomstva v německé populaci anglického plnokrevníka. Výkonost byla charakterizována maximální hodnotou generálního handicapu (GH) dosaženou jedincem v průběhu jeho dostihové kariéry. Statistické hodnocení hodnot GH 102 plemenků a jejich potomků (820 hřebců a 899 klisniček) a předků-probandů z mateřské strany vedlo k závěru, že genetické přínosy plemenků, matek a jejich rodičů jsou statisticky významné. Pro základní informaci uvádíme v tab. I charakteristiky hodnot GH probandů obou pohlaví a předků z mateřské strany. Směrodatné odchylky potvrzují rozdílnost intenzity selekce u hřebců a klisen. Rozptyly dědů jsou výrazně nižší než rozptyly matek, bab a probandů. Přitom jsou rozptyly matek, bab a probandů téměř shodné. Charakteristiky předků z mateřské strany je nutné považovat za orientační, neboť každý předek je zahrnut tolikrát, kolik měl potomků. V tomto smyslu je také nutné hodnotit korelace výkonnosti probandů a jejich předků. Korelace mohou být ovlivněny rovněž tím, že matky jsou otcům připařovány záměrně, tj. podle své výkonnosti. Z hodnot korelačních koeficientů vypočtených zvlášť pro hřebce a zvlášť pro klisny (tab. II a III) lze odvodit závěr, že výkonnosti probandů a jejich předků z mateřské strany vykazují již při tomto přiblížení slabou, ale pozitivní korelaci. Slabá pozitivní korelace otců matek a matek matek ($r = 0,16$) je pravděpodobně podmíněna formou připařování. Genetické přínosy matek a plemenků mají největší selekční váhu, kdežto přínosy prarodičů mateřské strany jsou méně důležité při jejich poměrně malé korelaci s výkonností probandů. Způsob připařování v populaci je záměrný. Plemenkům jsou připařovány klisny různé výkonnosti. Přitom plemenkům s vysokým genetickým potenciálem mohou být připařeny nevykonné klisny a dobrým klisnám naopak nevykonné plemenčí. Tuto skutečnost je nutné vzít v úvahu při odhadu genetických přínosů plemenků. Vliv jednotlivých generací předků byl statisticky hodnocen metodami regresní analýzy, analýzou rozptylu a analýzou kovariance. Výkonost probandů byla vyjádřena lineární regresí na výkonnosti matky a jejich rodičů při respektování přínosu otce, a to modelem (1). Regresní koeficienty modelu jsme z našich dat odhadli hodnotami, které pro výkonost probandů-hřebců y_{mp} zachycuje regresní vztah (2) a pro výkonost y_{fp} probandů-klisen vztah (3). Kromě tohoto globálního hodnocení přínosů předků matčiny strany jsme genetické přínosy matky a jejich rodičů analyzovali zvlášť pro každého otce s dostatečným počtem potomků. Významnost regresních koeficientů v regresních vztazích (2) a (3) vyplývá z tabulky analýzy kovariance (tab. IV). U hřebců je statisticky nevýznamný genetický vliv otce matky ($p = 0,76$), u klisen genetický vliv matky matky ($p = 0,16$). Genetické přínosy otců i matek oběma pohlavím jsou statisticky významné. Predikční funkce výkonnosti potomků (2) a (3) by bylo možné využívat k posouzení

genetického přínosu matky a jejich předků potomstvu a tím ke zlepšení selekčního procesu, přičemž by bylo vhodné odhadnout genetických parametrů zpřesňovat na základě narůstajících informací o výkonnosti potomků dalších generací. Dále bude nutné v průběhu selekčního procesu stanovit genetické přínosy nově zařazených plemenků.

anglický plnokrevník; výkonnost; dědivost; rodokmenová hodnota

INTRODUCTION

Evaluation of horse pedigree is currently very urgent in the horse population, particularly in the English Thoroughbred. The breeders' opinions are however discrepant and were evaluated mostly empirically. Even though such information is very appreciable, it is desirable to specify the contribution of ancestors to performance of their descendants by genetic analysis. This problem is dealt with in the present paper.

Genetic contribution of ancestors to performance of their descendants characterized by GH values was investigated by two of the authors in the Czechoslovak population of the English Thoroughbred (Dušek, Vondráček, 1977). Their conclusion was that in this population in the performance of male progeny sire's effect made 38%, dam's effect 52%, maternal grandparents' effect accounted for 7% and 3%; in female progeny the contribution was different, sire's effect 50%, dam's effect 25% and maternal grandsire's effect 6% and maternal granddam's effect 19%. In the study data were processed only on individuals with complete information for GH values of probands and their ancestors, attained on Czechoslovak racetracks. This requirement limited the number of evaluated probands. The formulated conclusions should be therefore verified by investigation of a larger population. The cited paper contains documentation at the time of publication. In the last decade particularly, the number of papers has increased in which the authors analyze the genetic aspects of performance of English Thoroughbred horses and trotters by using various characteristics of performance and by eliminating the effect of the environmental factors, e.g. Vecchiotti (1980), Pirchner (1983), Langlois (1984, 1989, 1991), Minkema (1989), Philipsson et al. (1990). Applications of BLUP methods and animal model in various modifications were dealt with by the authors Distl et al. (1982), Arnason (1983, 1987), Swalve, Bruns (1985), Tavernier (1988, 1989, 1990), Katona, Distl (1989), Meinardus, Bruns (1989), Ojala (1989).

MATERIAL AND METHODS

The core of this study is information about performance of English Thoroughbred horses and their ancestors in two generations of the German population. The maximum value of general handicap (GH) attained by the individual in the course of racing career was used to describe proband's performance (Dušek et al.,

1993). Maximum values of GH were taken from stud books for the progeny of 102 sires, that means for 820 stallions and 899 mares and their maternal ancestors in two generations. Only sufficiently large progeny of the sires were included in the study.

The methods of regression analysis, analysis of variance and analysis of covariance were used for statistical evaluation of the genetic effects of the particular generations of ancestors. Probands' performance was modelled by linear regression on dam's performance and on performance of maternal parents while respecting sire's genetical effect. The used linear regression model is as follows:

$$y_{ij} = M + s_i + \beta_d \cdot d_{ij} + \beta_{gs} \cdot m_{ij} + \beta_{gd} \cdot f_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

where: y_{ij} – the value of maximum GH of j -th descendant of i -th sire
 d_{ij} – the GH value of dam (proband's mother)
 m_{ij} and f_{ij} – the GH values of maternal grandsire and granddam, respectively
 e_{ij} – error of measurement
 M – general mean
 s_i – unknown sire's genetic contribution to progeny performance
 $\beta_d, \beta_{gs}, \beta_{gd}$ – unknown regression coefficients

Parameters $\beta_d, \beta_{gs}, \beta_{gd}, s_i, M$ of model (1) together with variance of error component were estimated separately for male and female progeny from the data of this study.

Besides this global evaluation of the genetic contribution of maternal ancestors, the genetic effects of dams and genetic contributions of maternal grandparents were analyzed separately for each sire with a sufficient number of descendants.

RESULTS

In order to present basic information, Tab. I shows the statistical characteristics of GH values of probands of both sexes and maternal ancestors. Standard deviations in the table confirm different selection intensity in sires and in dams. They are expressly (statistically significantly) lower in maternal grandsire than in dams, maternal granddams and probands. The standard deviations of dams, granddams and probands of both sexes are almost equal. The characteristics of maternal ancestors must be taken as tentative since each ancestor has been involved as many times as the number of descendants it had. The correlations of performance of probands and their maternal ancestors should also be evaluated in this sense. The correlations can also be influenced by an unknown scheme of assortative mating.

I. Statistical characteristics of GH values of probands and their ancestors in maternal line

Sex	GH	Number	Min.	Max.	Mean	Std. deviation	Std. error
Males	GH(P)	820	44.0	105.0	70.97	12.851	0.4488
	GH(D)	816	40.0	99.0	71.24	11.712	0.4099
	GH(GS)	819	93.0	107.0	99.99	4.134	0.1444
	GH(GD)	815	40.0	99.5	73.22	12.537	0.4391
Females	GH(P)	899	43.0	96.0	64.44	11.104	0.3703
	GH(D)	895	40.0	99.0	70.45	11.707	0.3913
	GH(GS)	899	93.0	112.0	99.74	4.129	0.1377
	GH(GD)	897	40.0	99.5	72.13	12.472	0.4164
Total	GH(D)	1,713	40.0	99.0	70.83	11.707	0.2829
	GH(GS)	1,720	93.0	112.0	99.87	4.132	0.0996
	GH(GD)	1,714	40.0	99.5	72.66	12.505	0.3021

For Tabs. I-III: GH(P) = GH of proband GH(D) = GH of dam
 GH(GS) = GH of maternal grandsire GH(GD) = GH of maternal granddam

II. Correlations of performances of probands and ancestors in maternal line

		Males			
		GH(P)	GH(D)	GH(GS)	GH(GD)
Females	GH(P)	1	0.273	0.089	0.187
	GH(D)	0.294	1	0.212	0.245
	GH(GS)	0.123	0.161	1	0.146
	GH(GD)	0.161	0.217	0.169	1

The triangle above diagonal holds good for male progeny, the lower triangle holds good for female progeny.

III. Correlations of performances of proband's ancestors in maternal line (total)

		GH of ancestor		
		GH(D)	GH(GS)	GH(GD)
GH of ancestor	GH(D)	1	0.187	0.232
	GH(GS)	0.187	1	0.160
	GH(GD)	0.232	0.160	1

The correlation coefficients, which were calculated separately for male and for female progeny (Tabs. II, III), show weak but positive correlations of performances of probands and their maternal ancestors. The weak positive correlation of maternal grandsires and granddams ($r = 0.16$) is probably conditioned by the system of mating. Comparison of performance of the dams mated with particular sires using analysis of variance indicated that there were statistically significant differences ($p < 0.01$) in average performance of dams mated with various sires.

The fact that dams are mated with sires according to an assortative scheme implies that it is necessary to eliminate the genetic contributions of dams when genetic effects of sires are estimated. This fact is considered in regression model (1). Regression coefficients of the model were estimated from our data by analysis of covariance and their values are given in the prediction function of performance y_{mp} of male probands, which is

$$y_{mp} = 47.09 + s_{(mp)} + 0.227 d_p + 0.014 m_p + 0.109 f_p \quad (2)$$

For females performance y_{fp} could be predicted by means of regression relationship

$$y_{fp} \approx 27.82 + s_{(fp)} + 0.186 d_p + 0.193 m_p + 0.043 f_p \quad (3)$$

where: y_{mp} and y_{fp} - predicted performance for male and/or female offspring (proband)
 d_p - GH value of the dam
 m_p - GH value of maternal grandsire
 f_p - GH of maternal granddam
 $s_{(mp)}$ and $s_{(fp)}$ - genetic contribution of the sire to male and/or to female progeny

Genetic effects $s_{(mp)}$ and $s_{(fp)}$ of sires were estimated for all included sires, but they are not presented in detail in this paper due to the scope of related tables. Some illustrative examples are described in the discussion section.

A table of analysis of covariance (Tab. IV) shows significance of regression coefficients. It is to note that the genetic effect of maternal grandsire is not statistically significant in the female progeny ($p = 0.76$) while the genetic effect of maternal granddam is statistically

IV. Analysis of covariance table of genetical contribution of sires, dams and maternal grandparents to performance of male and female progeny

Sex	Source of variability	Sum of squares	D.F.	Mean square	F-test	p
Females	sire	23,012.99	101	227.85	2.18	0.0001
	GH(D)	3,295.37	1	3,295.37	31.55	0.0001
	GH(GS)	506.73	1	506.73	4.85	0.028
	GH(GD)	199.78	1	199.78	1.91	0.167
	model	27,014.88	104	259.76	2.49	0.0001
	error	82,317.06	788	104.46		
	total	109,331.94	892			
Males	sire	26,741.33	99	270.11	1.89	0.0001
	GH(D)	4,969.59	1	4,969.59	34.81	0.0001
	GH(GS)	13.68	1	13.68	0.10	0.757
	GH(GD)	1,118.10	1	1,118.10	7.83	0.005
	model	32,842.70	102	321.99	2.26	0.0001
	error	100,920.58	707	142.75		
	total	133,763.28	809			

insignificant in the female progeny ($p = 0.16$). The genetic contributions of sires and dams to both sexes are statistically significant.

DISCUSSION

A choice of performance criteria, their objectivity and relationship of the phenotype to potential performance are very important for an estimate of pedigree value. The correlation between selection criterion and genotype value of the individual should be as close as possible.

It is noticeable that within the population of the English Thoroughbred almost the whole population undergoes testing while in the other breeds of horses only an intentionally selected relatively small part of the population is usually tested. When the importance of the paternal and maternal lines of the pedigree is evaluated, it is necessary to respect different selection intensity in sires and in dams particularly in the English Thoroughbred; it is much higher in the sires. Tab. I indicates differences in selection intensity; the variances of GHs of grandsires are considerably smaller than the variances of GHs of dams and granddams. Hence the sires are a more homogeneous set according to the GH values, and the variability of performance of their progeny is due to genetic effects of dams and maternal granddams and naturally to environment.

Large variability of performance of maternal population is reflected in the structure of performance of dams mated with various sires. Some sires are mated with dams of better quality, others cover those of worse quality. The differences in the averages of performance of dams mated with various sires are statistically significant. The estimates of genetic effects of sires should therefore be adjusted for genetic contributions of mated dams. The adjusted genetic effects were computed for

all the sires with more than 10 offspring. Among these sires, e.g. Luciano conferred a markedly positive genetic contribution to male progeny, while Bachus, Frontal Neckar, Pantheon did so to female progeny. Markedly negative genetic effects on male progeny were observed e.g. in Leonidas and Marduk, as for female progeny it was in Blauer Reiter, Kronnenbach.

Prediction functions (2) and (3) could be employed to assess the genetic contributions of the dam and its ancestors to their descendants and to improvement of selection process in this way. It would be however appreciable to increase continually the precision of estimates of genetic parameters on the basis of accruing information about performance of the descendants of successive generations. It will also be necessary to determine genetic effects of newly included sires.

REFERENCES

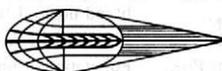
- ARNASON, T.: Prediction of breeding values in horses by BLUP method. In: 34th Annual Meeting, EAAP, Madrid, 1983.
- ARNASON, T.: Contribution of various factors to genetic evaluation of stallions. *Livestock Prod. Sci.*, 16, 1987: 407-419.
- DISTL, O. - KATONA, Ö. - KRÄUSLICH, H.: Vergleich der Zuchtwertschätzmethoden BLUP und CC beim Traber. *Züchtungskunde*, 54, 1982: 157-164.
- DUŠEK, J. - VONDRÁČEK, J.: Odhad rodokmenové hodnoty koní v chovu anglického plnokrevníka. *Bulletin VSCHK Slatiňany*, 31, 1977: 1-26.
- DUŠEK, J. - VONDRÁČEK, J. - REINHARD, H. J. - BORMANN, P. Zum Verlauf der Leistung englischer Vollblüter während ihrer Rennkarriere. *Živoč. Vyr.*, 38, 1993: 691-704.
- KATONA, Ö. - DISTL, O.: Sire evaluation in German trotter (standardbred) population. In: Proc. EAAP Symp. of Commission on Horse Production, Helsinki, Finland, July 1988. EAAP Publication, 1989 (42): 56-61.

- LANGLOIS, B.: Heritability and genetic correlations for best racing times and earnings in 2-6 years old French trotters. In: 35th Annual Meeting, EAAP, Haag, 1984.
- LANGLOIS, B.: Breeding evaluation of French trotters according to their race earnings. 1. Present situation. In: Proc. EAAP Symp. of Commission on Horse Production, Helsinki, Finland, July 1988. EAAP Publication, 1989 (42): 27-40.
- LANGLOIS, B.: Méthodes objectives de sélection dans l'espèce équine. In: Congr. int. zoot., Univ. Evora, 1991 (0/4): 1-18.
- MEINARDUS, H. - BRUNS, E.: Use of riding event records for selection of riding horses. 2nd Communication: Estimation of breeding value using a BLUP animal model. Züchtungskunde, 61, 1989: 168-180.
- MINKEMA, D.: Breeding value estimation of trotters in the Netherlands. In: Proc. EAAP Symp. of Commission on Horse Production, Helsinki, Finland, July 1988. EAAP Publication, 1989 (42): 82-94.
- OJALA, M.: Breeding value of trotters in Finland. In: Proc. EAAP Symp. of Commission on Horse Production, Helsinki, Finland, July 1988. EAAP Publication, 1989 (42): 18-26.
- PHILIPSSON, J. - ARNASON, T. - BERGSTEN, K.: Alternative selection strategies for performance of Swedish warm-blood horse. Livestock Prod. Sci., 24, 1990: 273-286.
- PIRCHNER, F.: Anwendung der Populationsgenetik in kleinen Populationen und ihre Nutzung in der Pferdezucht. In: Int. Wissensch. Sym., Band I, Leipzig, 1983: 30-41.
- SWALWE, H. - BRUNSE, E.: A note on the properties of a relationship matrix in mixed model sire evaluation. Z. Tierzücht. Zücht.-Biol., 102, 1985 (5): 331-341.
- TAVERNIER, A.: Advantages of BLUP animal model for breeding value estimation in horses. Livest. Prod. Sci., 20, 1988: 149-160.
- TAVERNIER, A.: Breeding evaluation of French trotters according to their race earnings. 1. Prospects. In: Proc. EAAP Symp. of Commission on Horse Production, Helsinki, Finland, July 1988. EAAP Publication, 1989 (42): 41-54.
- TAVERNIER, A.: Caractérisation des chevaux de concours hippique français d'après leur estimation génétique par un BLUP modèle animal. Ann. Zootechn., 39, 1990: 27-44.
- VECCHIOTTI, G. G.: Inzucht und Leistung bei englischen Vollblütern. In: Int. Kongr. EVT, München, 1980.

Received for publication December 15, 1994

Contact Address:

Doc. ing. Jaromír Dušek, DrSc., Na hroudě 1277/7, 100 00 Praha 10, Česká republika



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

(Slezská 7, 120 56 Praha 2, fax: 25 70 90)

vydává v roce 1995 v edici

METODIKY PRO ZAVÁDĚNÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU DO ZEMĚDĚLSKÉ PRAXE

tyto publikace:

1. Systém hubení plevelů v oblastech s narušenými plevelnými společenstvy (*Mikulka J. a kol.*)
2. Technologické postupy pro racionální pěstování jednotlivých užitkových směrů brambor (*Vokál B. a kol.*)
3. Metodika konverze podniku na ekologické zemědělství (*Petr J. a kol.*)
4. Metody použití kombinací herbicidů a hnojiv (*Mikulka J. a kol.*)
5. Hořčice (*Vašák J. a kol.*)
6. Cukrovka – úsporné technologie (*Šroller J. a kol.*)
7. Pěstování pohanky a a prosa (*Petr J. a kol.*)
8. Výživa a hnojení zemědělských plodin (*Neuberg J. a kol.*)
9. Využití sonografie v reprodukci hospodářských zvířat (*Petelíková J. a kol.*)
10. Výživa dojníc v průběhu mezidobí z hlediska ekonomické efektivity výroby mléka (*Lossmann J. a kol.*)
11. Doporučené potřeby minerálních látek a jejich nové zdroje u skotu a ovcí (*Šimek M. a kol.*)
12. Alternativní využití progesteronového testu u hospodářských zvířat, zvláště u plemenic skotu (*Pöschl M. a kol.*)
13. Chov masných plemen skotu (*Golda J. a kol.*)
14. Jak vyrobit kvalitní mléko (*Kratochvíl L.*)
15. Technika v postupech ochranného zpracování půdy k širokořádkovým plodinám (*Hůla J. a kol.*)
16. Malotonážní zpracování řepky olejné (*Jevič P. a kol.*)
17. Optimalizace parametrů palivové soustavy motoru při použití metylesteru řepkového oleje jako paliva (*Křepelka V. a kol.*)
18. Stanovení a ekonomické hodnocení nákladů na mechanizované práce v zemědělství (*Abrahám Z. a kol.*)
19. Snižování spotřeby energie ve sklenících (*Šrámek F.*)
20. Přirozená obnova lesa (*Vacek S. a kol.*)
21. Podsady lesních porostů (*Vacek S. a kol.*)
22. Finanční řízení zemědělských podnikatelských subjektů (*Novák J. a kol.*)

FREKVENCE GENOTYPŮ A ALEL HALOTANOVÉHO LOKUSU U PRASAT PLEMENE BÍLÉ UŠLECHTILÉ V ČESKÉ REPUBLICE

FREQUENCY OF GENOTYPES AND ALLELES OF HALOTHANE LOCUS IN PIGS OF THE LARGE WHITE BREED IN THE CZECH REPUBLIC

J. Dvořák¹, R. Hradil², M. Nebola¹

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

²SPP Laboratories of Immunogenetics, Hradištko pod Medníkem, Czech Republic

ABSTRACT: Genotypes of HAL (R/YR) locus were detected by DNA-test. DNA was isolated from leucocytes. PCR and RFLP methods were employed according to procedures described in the publication written by Nebola et al. (1994) or pursuant to the methodology developed by SPP Laboratories of Immunogenetics (Hradil – unpublished). Observations involved a total number of 1,044 pigs of the Large White breed (BU) kept in the Czech Republic: out of them 189 sires and 855 dams with their progeny included into breeding programs. Determined frequencies of HAL genotypes (N/N – N/n – n/n) in the whole population under observation were 90.6 – 9.3 – 0.1%, resp., at allele frequencies $N = 0.953$, $n = 0.047$. The sires showed a higher frequency of heterozygous genotypes N/n = 14.8%, at allele frequencies $N = 0.921$, $n = 0.079$. The population of dams showed the frequency of genotypes N/n = 8.1% and allele frequencies $N = 0.959$, $n = 0.041$. Analysis of differences between the male and female part of the population of LW breed showed significant differences in genotype distribution at a significance level $P = 0.05$. The higher percentage of heterozygous genotypes N/n in the sires may be constituted by the higher selection intensity for the percentage of lean cuts. A comparison of genotype distribution in the BU breed kept in the Czech Republic with Large White, Yorkshire and Edelschwein breeds in other countries revealed in terms of average values a lower percentage of heterozygous genotypes N/n in the BU breed.

HAL (R/YR) genotypes; frequency; pigs; Large White; sires; dams

ABSTRAKT: Genotypy lokusu HAL (R/YR) byly detekovány analýzou DNA z leukocytů s využitím metod PCR a RFLP. Sledovaná populace plemene bílé ušlechtilé v celkovém počtu 1 044 prasat zahrnovala 189 plemenných kanců a 855 prasnic. Zjištěné frekvence genotypu HAL N/N – N/n – n/n byly v celé populaci 90,6 % – 9,3 % – 0,1 %, u kanců 84,7 % – 14,8 % – 0,5 % a u prasnic 92,0 % – 8,0 % – 0,2 %. Analýza distribucí genotypů ukázala průkaznou diferenci ($P = 0,05$) mezi populací plemenných kanců a prasnic.

genotypy HAL (R/YR); frekvence; prasata; bílé ušlechtilé; kanci; prasnice

ÚVOD

Šlechtitelům, stejně jako chovatelům prasat, jsou dostatečně známé negativní, ale i pozitivní vlastnosti prasat náchylných nebo odolných ke stresovým vlivům.

Jedním ze základních projevů působení stresu je syndrom maligní hypertermie (SMH), který je podmíněn defektem v regulaci vápníku ve svalech. Genetická podstata tohoto defektu spočívá v bodové mutaci nukleotidu 1843 záměnou dusíkaté báze cytozinu thyminem (Fujii et al., 1991). Gen determinující náchylnost k SMH je lokalizován v delším rameni šestého chromozomu a je genem pro ryanodinový receptor, proto je označován zkratkou RYR. Protože SMH byl v počát-

cích výzkumu detekován „halotanovým testem“, je tento gen často označován zkratkou HAL.

Jednotlivá zvířata mohou mít různé genotypy v daném lokusu. V literatuře se můžeme setkat s dvojitou symbolikou:

1. gen HAL – genotypy N/N, N/n, n/n
2. gen RYR – genotypy C/C, C/T, T/T.

V této práci používáme k označování první variantu. Nejobektivnějším způsobem určení genotypů v lokusu HAL je molekulárně genetická metoda využívající polymerázové řetězové reakce (PCR) a následné zjišťování polymorfismu restričních fragmentů DNA (RFLP). Celý tento postup je označován jako DNA-test nebo MHS-test.

Cílem naší práce byla analýza frekvencí jednotlivých genotypů a alel lokusu HAL u různých populací prasat plemene bílé ušlechtilé v České republice.

LITERÁRNÍ PŘEHLED

U plemene prasat bílé ušlechtilé (BU) jsou dosavadní poznatky o výskytu zvříat citlivých na stres založeny na výsledcích získaných pomocí halotanového testu a v minimálním rozsahu na výsledcích zjištěných metodou „haplotypování“.

Poznatky z „halotanového“ testu, při kterém dominantně homozygotní a heterozygotní genotypy HAL N/N, N/n (a vzhledem k neúplné penetranci alely HAL^n i část genotypů HAL n/n) tvořily skupinu prasat halotan negativních (HN) a genotypy recesivních homozygotů – HAL n/n – byly ve skupině halotan pozitivních zvříat (HP), uvádíme v chronologickém přehledu.

Cvejn (1980) nezjistil pomocí halotanového testu provedeného u 78 prasat plemene BU žádná zvříata citlivá na stres. U 17 kříženců L x BL x BU však zjistil 12 % pozitivních zvříat. Z toho lze odvodit, že u prasat plemene BU se pravděpodobně vyskytovali heterozygotní jedinci.

Polťársky a Bulla (1984a) uvádějí u plemene BU 6,27 % HP zvříat a u jiného souboru našli pouze odolná – HN – zvříata (Polťársky, Bulla, 1984b). Pavlík a Šiler (1985) zaznamenali u plemene BU výskyt 9 % HP prasat.

Ucelený přehled o výsledcích halotanového testu prováděného pracovníky veterinární služby u plemene BU v letech 1984 až 1987 podala Hájková (1988), přičemž uvádí tyto výsledky

1984 – testováno 41 zvříat, nenalezen žádný HP jedinec; 1985 – testováno 127 zvříat s výskytem 2 jedinců HP, t.j. 1,6 %;

1986 – testování nebylo prováděno;

1987 – testováno 383 zvříat s negativním výsledkem.

První stanovení konkrétních genotypů lokusu HAL s využitím metody „haplotypování“ u plemene BU pu-

blikovali Dvořák et al. (1991). Jako součást širších výzkumů připravovali na „testačním“ stáde prasníc plemene landrase s genotypy HAL n/n kance plemene BU. Z analýz vazbových skupin šestého chromozomu ověřovali u potomstva jejich genotypy HAL. Celkem prověřili 23 plemenných kanců BU, z toho bylo 7 ks (31 %) s genotypem HAL N/N, 12 ks (52 %) heterozygotního genotypu HAL N/n a 4 ks (17 %) recesivních homozygotů HAL n/n. Z genotypů byly vypočítány tyto frekvence alel: $N = 0,57$, $n = 0,43$. Jiné informace o výsledcích haplotypování u plemene BU jsme v literatuře nenalezli.

Od roku 1993 se ve světové literatuře setkáváme s údaji o genotypech HAL (RYR) určených DNA-testem u plemen obdobného typu, jako je naše plemeno BU. Publikované výsledky jsou shrnuty v tab. I.

Informace o zastoupení genotypů HAL u plemene BU v ČR získané DNA testem uveřejnili Dvořák et al. (1994). U 72 prasat plemene BU uvádějí 90% výskyt genotypu HAL N/N a 10% výskyt heterozygotů HAL N/n s relativní frekvencí alely $HAL^n = 0,05$. Ve stejném roce uvádí u plemene BU Hradil (1994a) frekvenci alely $HAL^n = 0,0476$.

Bulla et al. (1994), kteří ve Slovenské republice testovali celkem 50 prasat různých plemen, uvádějí zastoupení heterozygotů N/n = 80 %, dominantních genotypů N/N = 10 % a genotypů n/n = 10 %.

MATERIÁL A METODA

Sledované soubory prasat plemene bílé ušlechtilé zahrnují plemenné kance a prasnice ze šlechtitelských chovů a inseminačních stanic kanců. Testace genotypů probíhala v letech 1992 až 1994.

Krev k analýzám byla odebírána do EDTA, DNA byla izolována z leukocytů. Polymerázová řetězová reakce (PCR) a stanovení polymorfismu restrikčních fragmentů (RFLP) bylo prováděno buď podle postupů uvedených v práci autorů Nebola et al. (1994), nebo podle metodik autora Hradil (1994 – nepublikováno).

I. Frekvence genotypů a alel lokusu HAL (genotypy určeny DNA-testem) – Frequency of genotypes and alleles of HAL locus (genotypes determined by DNA-test)

Plemeno ¹	Země ²	Počet zvříat ³	Frekvence genotypů ⁹ (%)			Frekvence alel ¹⁰		Autoři ¹¹
			N/N	N/n	n/n	N	n	
Large white	Kanada ³	57	91,2	8,8	0,0	0,96	0,04	O'Brien et al. (1993)
	USA	126	76,2	22,2	1,6	0,87	0,13	
	Anglie ⁴	537	81,4	18,4	0,2	0,91	0,09	Russo et al. (1994) Knorr et al. (1994)
	Itálie ⁵ Německo ⁶	242	neuvдено	7,0	neuvведено	0,96 0,99	0,04 0,01	
Yorkshire	Kanada	1 452	78,4	21,1	0,5	0,89	0,11	O'Brien et al. (1993)
	USA	275	92,4	7,6	0,0	0,96	0,04	Houde et al. (1993)
	Kanada	162	80,2	17,9	1,98	0,88	0,11	
Edelschwein	Rakousko ⁷	433	91,2	8,8	0,00	0,95	0,05	Mayr et al. (1993)

¹breed, ²country, ³Canada, ⁴England, ⁵Italy, ⁶Germany, ⁷Austria, ⁸number of animals, ⁹frequency of genotypes, ¹⁰frequency of alleles, ¹¹authors, ¹²not indicated

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky testování genotypů lokusu HAL u plemene BU, uváděné v této práci, pocházejí ze dvou laboratoří v ČR. V Laboratoři imunogenetiky SPP v Hradištku pod Medníkem byla testována zvířata především z oblasti Čech (Soubor I), v laboratoři Ústavu genetiky MZLU v Brně byly sledovány především chovy jižní a severní Moravy (Soubor II).

Soubor I tvořilo celkem 626 zvířat, soubor II pak 418 zvířat. Celkový počet sledovaných plemenných prasat byl 1 044 ks. Vzhledem k tomu, že jsou v tomto počtu zahrnuta prasata z většiny šlechtitelských chovů v ČR, můžeme zjištěné frekvence alel halotanového lokusu – $HAL^N = 0,96$, $HAL^n = 0,04$ pokládat za charakteristické pro současný stav plemene bílé ušlechtilé. Podrobnější údaje jsou uvedeny v tab. II.

U celé sledované populace plemene BU a v souboru II je distribuce genotypů HAL shodná s predikcí.

V souboru I, u kterého bylo zastoupení heterozygotních genotypů vyšší, než byla predikce, jsme zjistili průkaznou diferencii. Vypočítaná hodnota χ^2 byla 6,58, tabulková hodnota pro $P = 0,05$ je $\chi^2 = 5,99$.

Mezi soubory I a II jsme nezjistili žádné významné difference v rozložení genotypů.

Při porovnání s výsledky halotanového testu z let 1980 až 1985 (Cvejn, 1980; Poltársky et al., 1984a; Pavlík, Šiler, 1984), kdy se frekvence HP zvířat pohybovala kolem 7 %, jsou naše zjištění, pokud jde o odolnost ke stresu u plemene BU, mnohem příznivější.

Z přehledu, který publikovala Hájková (1988), kdy z 551 prasat reagovali v halotanovém testu pouze dva jedinci, lze odvodit frekvenci $HAL^n = 0,006$. Tuto o řád nižší frekvenci recesivní alely ve srovnání s našimi výsledky je možné vysvětlit použitím dvou částečně rozdílných typů testů, kdy u halotanového testu se významně projevuje neúplná penetrance genotypů n/n.

II. Frekvence genotypů a alel lokusu HAL u plemene bílé ušlechtilé (BU) – Frequency of genotypes and alleles of HAL locus in the Large White breed (BU)

Plemeno ¹ Soubor ²		Genotyp ⁴ HAL			Frekvence alel ⁵
		N/N	N/n	n/n	
BU	ks	562	64	0	$N = 0,948$
Soubor I	%	89,78	10,22 ^a	0	$n = 0,052$
626 ks	P	90,06	4,68 ^a	0,26	
BU	ks	384	33	1	$N = 0,958$
Soubor II	%	91,87	7,89	0,24	$n = 0,042$
418 ks	P	91,77	8,05	0,18	
BU	ks	946	97	1	$N = 0,952$
Celkem ³	%	90,61	9,29	0,10	$n = 0,047$
1 044 ks	P	90,82	8,96	0,22	

¹breed, ²set, ³total, ⁴genotype, ⁵frequency of alleles

Pro tab. II až IV:

P – predikce frekvence genotypů v procentech

^a – signifikantní diference v distribuci genotypů – $P = 0,05$

For Tabs. I to IV:

P – prediction of genotype frequency in per cent

^a – significant difference in genotype distribution – $P = 0,05$

III. Frekvence genotypů a alel lokusu HAL u plemenných kanců plemene bílé ušlechtilé (BU) – Frequency of genotypes and alleles of HAL locus in Large White (BU) sires

Kanci ¹ Soubor ²		Genotyp ⁴ HAL			Frekvence alel ⁵
		N/N	N/n	n/n	
Soubor I	ks	88	14	0	$N = 0,931$
102 ks	%	86,30	13,70	0	$n = 0,069$
	P	86,50	12,80	0,47	
Soubor II	ks	72	14	1	$N = 0,908$
87 ks	%	82,80	16,10	1,10	$n = 0,092$
	P	82,45	16,71	0,84	
Celkem ³	ks	160	28	1	$N = 0,921$
189 ks	%	84,70	14,80	0,50	$n = 0,079$
	P	84,82	14,55	0,62	

¹sires, ²set, ³total, ⁴genotype, ⁵frequency of alleles

Frekvence alely HAL^n je v současnosti u našeho plemene BU na úrovni frekvencí plemene large white (LW) v Kanadě (O'Brien et al., 1993) a edelschwein (ED) v Rakousku (Mayr et al., 1993) a je nižší než frekvence HAL^n u plemene LW v Anglii a USA.

Vzhledem ke šlechtitelskému záměru zvýšit produkci libového masa u výše uvedených plemen a k obecně uznávané asociaci alely HAL^n k tomuto ukazateli je vhodné analyzovat i zastoupení heterozygotních genotypů N/n.

Frekvence genotypů N/n u plemene BU (9,3 %) je téměř shodná s frekvencemi zjištěnými u plemene LW v Kanadě a Itálii i plemene ED v Rakousku. Ve srovnání s plemenem LW v Anglii a USA (O'Brien et al., 1993) je tato frekvence u našeho plemene BU v průměru o 10 % nižší.

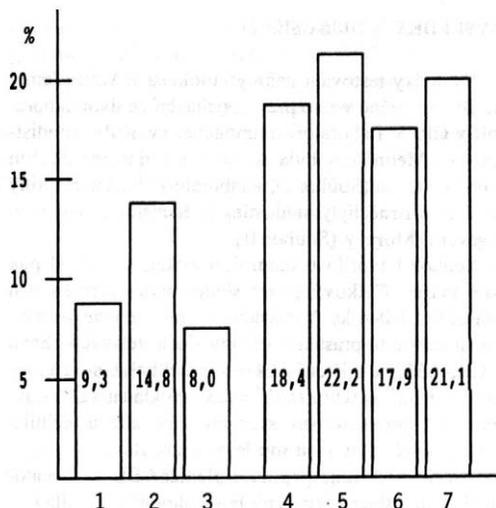
Protože v další generaci se kanci a prasnice uplatňují v odlišném rozsahu, rozdělili jsme sledovanou populaci podle pohlaví. Konkrétní údaje o zastoupení genotypů lokusu HAL u plemenných kanců BU jsou uvedeny v tab. III.

O zastoupení genotypů u plemenných kanců BU jsou k dispozici údaje ze let 1989 až 1991 (Dvořák et al., 1991). V testacím páření a metodou haplotypování provedli tito autoři 23 kanců a určili frekvenci alely $HAL^n = 0,43$. Tento údaj je pětkrát vyšší, než jsme zjistili metodou DNA-testu u 189 kanců v letech 1993 a 1994 (tab. III).

Analýza údajů v tab. III pomocí χ^2 -testu ukázala, že rozdíl mezi zjištěnou frekvencí genotypů a predikcí i rozdíl mezi soubory I a II jsou nesignifikantní. Frekvence recesivní alely HAL^n je u kanců o 68 % vyšší, než je průměr populace BU.

Zastoupení genotypů HAL u plemenných prasnic a jejich samičího i samčího potomstva připraveného pro výběry a aukce je uvedeno v tab. IV. Diference mezi soubory I a II, stejně jako rozdíl mezi skutečným zastoupením genotypů a predikcí, jsou neprůkazné.

Porovnáme-li populaci kanců a prasnic (tab. III a IV), vidíme rozdíl ve frekvencích heterozygotních genotypů – u kanců činí 15 %, u prasnic pouze 8 %. Analýza těchto údajů pomocí χ^2 -testu ukázala signifikantní diference mezi zastoupením genotypů HAL u kanců a prasnic – stanovená hodnota $\chi^2 = 6,68$.



1. Frekvence heterozygotních genotypů HAL (R/YR) N/n v různých plemen prasat; osa x – podíl genotypů N/n (%), osa y: 1 – plemeno bílé ušlechtilé (BU) celkem, 2 – kanci plemene BU, 3 – prasnice plemene BU, 4 – plemeno large white (Anglie), 5 – plemeno large white (USA), 6 – plemeno edelschwein (Rakousko), 7 – plemeno yorkshire (Kanada) – Frequency of heterozygous genotypes HAL (R/YR) N/n in various pig breeds; x-axis – percentage of N/n genotypes (%), y-axis: 1 – Large White breed (BU) in total, 2 – sires of BU breed, 3 – dams of BU breed, 4 – Large White (England), 5 – Large White (USA), 6 – Edelschwein (Austria), 7 – Yorkshire (Canada)

Zjištěný průkazný rozdíl mezi populací kanců a prasnic, kdy u kanců je větší frekvence heterozygotních genotypů HAL N/n, je možné vysvětlit zvýšeným selektivním tlakem na ukazatele produkce libového masa v samčí části populace plemene BU. Současná populace plemenných kanců BU v České republice se distribucí genotypů HAL blíží frekvencím zjištěným u plemene LW v Anglii (O'Brien et al., 1993).

Pro možnost rychlejší orientace uvádíme grafické srovnání zastoupení heterozygotních genotypů HAL N/n u plemene BU a plemen obdobného typu v zahraničí (obr. 1).

IV. Frekvence genotypů a alel lokusu HAL u plemenných prasnic a jejich potomstva před výběrem – Frequency of genotypes and alleles of HAL locus in dams and their progeny before selection

Prasnice ¹ Soubor ²		Genotyp ⁴ HAL			Frekvence alel ⁵
		N/N	N/n	n/n	
Soubor I	ks	474	50	0	$N = 0,952$
	%	90,46	9,54	0	$n = 0,048$
	P	90,63	9,14	0,23	
Soubor II	ks	312	19	0	$N = 0,971$
	%	94,26	5,74	0	$n = 0,029$
	P	94,28	5,60	0,08	
Celkem ³	ks	786	69	0	$N = 0,959$
	%	91,93	8,07	0	$n = 0,041$
	P	91,96	7,87	0,17	

¹dams, ²set, ³total, ⁴genotype, ⁵frequency of alleles

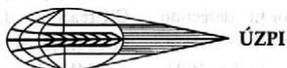
LITERATURA

- BULLA, J. et al.: Application of DNA test for the detection of porcine Malignant Hyperthermia Syndrome in Slovakia. In: Abstr. XXIV. Int. Conf. Anim. Genetics, Praha, 1994: 194.
- CVEJN, J.: Výzkum halotanové anestézy u prasat ve šlechtitelských chovech. [Závěrečná zpráva.] Kostelec nad Orlicí, VÚCHP 1980: 54.
- DVOŘÁK, J. et al.: Stresová náchylnost u plemenných kanců. In: Sbor. Konf. Geneticko-fyziologické a užitkové aspekty stresu u prasat, VŠZ Brno, 1991: 13–25.
- DVOŘÁK, J. et al.: The frequencies of mutations C tot of the porcine gene RYR 1 in the Czech Republic. In: Abstr. XXIV. Int. Conf. Anim. Genetics, Praha, 1994: 38.
- FUJII, J. – OTSU, K. et al.: Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*, 253, 1991: 448–451.
- HÁJKOVÁ, J.: Zvýšená citlivost některých plemen prasat ke stresu – klinické možnosti odhalení vlohy a strategie selekce. [Atestační práce.] Brno, ÚVG 1988: 50.
- HOUDE, A. et al.: Detection of the ryanodine receptor mutation associated with malignant hyperthermia in purebred swine populations. *J. Anim. Sci.*, 71, 1993: 1414–1418.
- HRADIL, R.: Application of molecular genetic methods to the BLAD and PSS testing in bovine and pigs in Czech Republic. In: Abstr. XXIV. Int. Conf. Anim. Genetics, Praha, 1994: 83.
- KNORR, C. et al.: Calcium-release-channel genotypes in several pig populations – Associations with halothane and CK reactions. *J. Anim. Breed. Genet.*, 111, 1994: 243–252.
- MAYR, B. et al.: PCR-Analyse des Ryanodinrezeptorgens zur MHS-Genotypisierung bei österreichischen Schweinerassen. 2. Mitt. Genotyp- und Allelfrequenzen bei Edelschwein und Landrase. *Wien. tierärztl. Mschr.*, 80, 1993: 261–263.
- NEBOLA, M. – DVOŘÁK, J. – KUCIEL, J.: Stanovení citlivosti prasat ke stresu DNA-testem. *Živoč. Výr.*, 39, 1994: 789–794.
- O'BRIEN, P. J. et al.: Use of a DNA-based test for the mutation associated with porcine stress syndrome (malignant hyperthermia) in 10,000 breeding swine. *J. Amer. veter. med. Assoc.*, 203, 1993: 842–851.
- PAVLÍK, J. – ŠILER, R.: Zhodnocení jednotlivých přístupů selekce k eliminaci vnímavosti prasat ke stresovým faktorům. *Živoč. Výr.*, 29, 1984: 775–782.
- POLTÁRSKY, J. – BULLA, J.: Halotanový test a jeho vztah ku kvalitativním vadám bravčového masa. In: XI. celostát. Sem. Jakostní vady vepřového a hovězího masa, VŠZ Brno, 1984a.
- POLTÁRSKY, J. – BULLA, J.: Halotanový test ako indikátor citlivosti na stres, konštitúciu a horšiu kvalitu mäsa ošpáných. *Živoč. Výr.*, 29, 1984b: 793–802.
- RUSSO, V. et al.: Study of the halothane locus by PCR-typing of CRC gene in pig breeds reared in Italy. In: Abstr. XXIV. Int. Conf. Anim. Genetics, Praha, 1994: 137.

Došlo 20. 12. 1994

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Josef Dvořák, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Agronomická fakulta, Ústav genetiky, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 31 75, fax: 05/45 21 11 28



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

(Slezská 7, 120 56 Praha 2, fax: 25 70 90)

vydává v roce 1995 v edici **STUDIJNÍ INFORMACE** tyto publikace:

Řada **ROSTLINNÁ VÝROBA**

Ekonomika pěstování hlavních plodin podle ekologických zásad (*Komberec S.*)
Synantropní zavřejči – významní škůdci v zemědělství a potravinářství (*Šifner F.*)
Vliv agrotechniky na obsah dusičnanů v zelenině (*Prugar J. – Hadačová V.*)
Nové poznatky o pěstování sadbových brambor (*Břečka J. – Vokál B.*)
Formulace pesticidů – přehled a trendy (*Okrouhlá M.*)

Řada **ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA**

Kulhavost skotu (*Schneiderová P.*)
Chov pštrosů jako nové odvětví drůbežnictví (*Snížek J.*)
Krmivářské suroviny (*Splítek M.*)
Výkrm skotu do nižší hmotnosti (*Krása A.*)
Problematika odchovu telat (*Motyčka J.*)

Řada **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA A STAVBY**

Optimální stájové a chovné prostředí pro skot (*Doležal O.*)
Hodnocení staveb z hlediska OŽP v EU a v České republice (*Konopásek V.*)
Technologie přípravy paliva z biomasy (*Sladký V. a kol.*)

VPLYV INTENZÍVNEJ SELEKCIE A VÝŽIVY NA VÝKRMNOSŤ A JATOČNÚ HODNOTU HYBRIDNÝCH OŠÍPANÝCH

THE EFFECT OF INTENSIVE SELECTION AND NUTRITION ON FATTENING PERFORMANCE AND CARCASS VALUE OF HYBRID PIGS

P. Demo¹, J. Poltársky¹, Z. Baláž²

¹Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

²Agrospol p.p.d., Prievidza, Slovak Republic

ABSTRACT: Experiments were focused on analysis of indicators of fattening performance, carcass value and meat quality in new-bred hybrid crosses in the conditions of Slovakia. Selection for the above indicators started in mothers of the terminal hybrid when gilts that had reached the weight of 100 kg at the age of 173 days and *in vivo* meat percentage of 53.2 (using a PIGLOG 105 apparatus) were included in the stock herd of a commercial farm. Sibs and/or half-sibs of mothers of the terminal hybrid of the new-bred hybrid cross had daily weight gain of 815 g, percentage of valuable lean cuts 51.19% and eye-muscle area 39.20 cm² in test conditions. Fathers of the terminal hybrid (specifically selected meat line) showed daily weight gain of 871 to 884 g, percentage of valuable lean cuts 53.0 and eye-muscle area 41.7 to 42.4 cm² under test conditions. The hybrids received three kinds of feed mixes with different contents of digestible protein substances (11.1, 13.9 and 15.2%), lysine (0.57, 0.73 and 0.85%) and energy (12.7, 12.9. and 13.1 IU ME) in the course of fattening trials. Under approximately the same conditions of external environment, at sex parity and average slaughter weight of about 110 kg the new-bred hybrids receiving the different feed mixes showed the following figures: percentage of lean cuts (neck, shoulder, loin and ham) amounting to 49.58, 50.92 and 51.55, respectively, percentage of meat from ham (in the weight of the side of pork) 19.92, 20.40 and 20.56, resp. percentage of meat from ham and loin 30.05, 31.20 and 31.28, resp. and eye-muscle area 39.61, 40.14 and 40.19 cm², resp. The percentage of lean meat content *ante mortem* and/or *post mortem* was 55.27 and/or 56.85, the percentage of fatty parts (separable fat from valuable lean cuts + kidney fat) in the weight of the side of pork amounted to 16.68, 14.93 and 14.46 resp. Statistically significant differences were calculated for a majority of the above indicators between the evaluated groups of new-bred hybrids and the Slohyb 1 cross (Large White x White Pork x Synthetic Line – BU x BM x SL). Production indicators showed daily weight gains ranging from 697 to 752 g and feed conversion per 1 kg weight gain 3.28 to 3.39 kg. As for meat quality, the percentage of PSE meat was not higher than 10% in the new-bred hybrid cross. The results have documented that the test groups of hybrids coming after selected parents showed higher growth ability, better feed conversion and better carcass composition under the same conditions of the external environment. A comparison of these results with the results achieved in the neighboring countries (Hungary, Czech Republic, Poland, Austria) has indicated that the new-bred hybrid cross mostly has the better carcass characteristics. The attained meatiness of the dressed carcass is at the level of the results in the countries with advanced pig breeding and is compatible with carcass grading according to the EUROP system.

pig; hybrids; nutrition; carcass value; lean meat content

ABSTRAKT: Vo výkrmových experimentoch bola analyzovaná a porovnávaná úroveň výkrmnosti, jatočnej hodnoty a kvality mäsa u novošľachtených hybridných ošípaných, resp. pri ďalších kombináciách kríženia (Slohyb 1). V porážkovej hmotnosti cca 110 kg pri použití troch odlišných kŕmnych zmesí s rôznou hladinou N-látok, lyzínu a energie dosiahli novotvorené hybridy podiel cenných mäsových častí na úrovni 49,58, 50,92 a 51,55 %, podiel mäsa zo stehna 19,92, 20,40 a 20,56 %, priemernú hrúbku chrbtovej slaniny na úrovni stredového rezu 26,84, 23,62 a 23,46 mm a hodnotu pH₁ v *m.l.d.* 6,32, 6,18 a 6,31. Podiel celkovej svaloviny zistený disekciou, resp. prístrojovou technikou *in vivo* dosiahol hodnotu 56,85, resp. 55,27 %.

ošípaná; hybridy; výživa; jatočná hodnota; obsah svaloviny

ÚVOD

Vo väčšine chovateľsky vyspelých krajín EÚ je hlavným kritériom speňažovania výkrmových ošpaných podiel svaloviny jatočného tela. V podmienkach Slovenska zmasilosť zatiaľ nie je určujúcim ukazovateľom, avšak v stabilizovanom tržnom prostredí bude nevyhnutným predpokladom ekonomicky efektívnej produkcie.

Chovatelia, ktorí svoju selekčnú prácu zameriávajú na zvyšovanie obsahu mäsových častí už v súčasnom období, nemusia s obavami hľadiť na zavedenie objektívnych metód klasifikácie a hodnotenia jatočne opracovaných tiel ošpaných.

LITERÁRNY PREHĽAD

Aparatívne hodnotenie jatočných ošpaných núti šľachtiteľov a producentov hľadať také hybridné kombinácie, ktoré by vyhovovali parametrom zmasilosti jatočného tela podľa systému EUROP.

Kozłowski et al. (1994) uvádzajú výsledky hodnotenia jatočných ošpaných v Poľsku. Pri porážkovej hmotnosti cca 90 kg priemerný podiel svaloviny prekročil 45 % a iba každé tretie jatočné telo dosiahlo podielu nad 47 % s umiestnením v triede R. Naproti tomu Grzeskowiak et al. (1991) zistili u 12 980 ošpaných s jatočnou hmotnosťou od 66,4 do 100,5 kg hrúbku chrbtovej slaniny od 1,81 do 2,64 cm, podiel svaloviny od 67,4 do 63,4 %, plochu *m.l.d.* od 31,5 do 39,4 cm² a hodnotu pH₁ 6,29 až 6,39.

Jatočnú hodnotu rôznych hybridných kombinácií v Českej republike analyzovali Pulkrábek et al. (1993). Pri porážkovej hmotnosti cca 115 kg zistili podiel cenných mäsových častí na úrovni 47,1 %, priemernú hrúbku chrbtovej slaniny 2,94 cm a podiel svaloviny zisťovaný prístrojom FOM 44,37 %.

Výsledky šľachtenia finálnych hybridov v Maďarsku zhrnuli Radnóczy a Fésüs (1993). U hybridu KAHYB zistili pri dennom prírastku vo výkrme 747 g a konverzii krmiva 3,04 kg podiel cenných mäsových častí 49,1 % a podiel svaloviny 54,6 %. Kombinácie HUNGAHYB 39, resp. HUNGAHYB 50 dosiahli v týchto ukazovateľoch 649, resp. 633 g; 3,09, resp. 3,04 kg; 49,2, resp. 45,9 % a 54,7, resp. 52,1 %.

Podľa údajov, ktoré publikovali Bartussek et al. (1992), dosiahli jatočné ošpané štyroch kombinácií v Rakúsku v hmotnosti 105 kg denný prírastok od 633 do 783 g pri spotrebe krmiva 2,78 až 3,38 kg a dĺžke výkrmu od 96 do 106 dní.

Kints et al. (1993) na základe výsledkov zistených u 80 mil. odporazených ošpaných v Holandsku v rokoch 1988 až 1991 uvádzajú, že pri mŕtvej hmotnosti za tepla 81,8 až 83,3 kg bol priemerný podiel svaloviny na úrovni 53,2 až 53,8 % a hrúbka chrbtovej slaniny 17,5 až 16,8 mm.

Popredná medzinárodná spoločnosť PIG Improvement Co. uvádza vo svojom internom materiáli výsled-

ky súčasne produkovaných hybridov. Pri porážkovej hmotnosti 105 až 115 kg dosiahli podiel celkovej svaloviny 54 % a viac a priemernú hrúbku chrbtovej slaniny max. 22 mm.

Anglická firma SEGHERS garantuje v priaznivých prevádzkových podmienkach u svojho hybridu denný prírastok vo výške 725 g, konverziu krmiva pod 2,8 kg a podiel svaloviny v jatočnom tele cca 60 %.

Podľa výsledkov holandskej firmy DALLAND hybridy tejto spoločnosti dosahujú vo výkrme denný prírastok nad 750 g a podiel svaloviny na úrovni 57,5 %.

MATERIÁL A METÓDA

V experimentoch sme analyzovali výkrmnosť, jatočnú hodnotu a kvalitu mäsa novotvorenej hybridnej kombinácie. Úroveň dosiahnutých ukazovateľov bola porovnávaná s ďalšími najrozšírejšími kombináciami kríženia (Slovhyb 1).

Selekcia sa začala už u matiek finálneho hybridu, keď do základného stáda úžitkového chovu boli zaraďované prasničky, ktoré dosiahli tieto parametre úžitkovosti:

- priemerný prírastok (od narodenia do 100 kg) – 578 g
- podiel mäsa *in vivo* (PIGLOG 105) – 53,21 %
- vek pri dosiahnutí 100 kg – 173 dní

Súrodenci, prípadne polosúrodenci matiek finálneho hybridu novošľachtených hybridov dosiahli v stanici VJH tieto výsledky:

- priemerný denný prírastok – 815 g
- spotreba krmiva na 1 kg prírastku – 3,35 kg
- plocha *m.l.d.* – 39,2 cm²
- podiel mäsa zo šunky s kosťou – 20,39 %
- priemerná hrúbka slaniny – 21,0 mm
- podiel cenných mäsových častí (CMČ) – 51,19 %

Ako otcovia finálneho hybridu boli použité dve línie špeciálne selekovaných kancov, preverené na VJH s týmito parametrami:

	Línia F	Línia H
Priemerný denný prírastok (g)	930	771
Spotreba VSŽ (kg)	1,84	2,10
Plocha <i>m.l.d.</i> (cm ²)	40,41	41,71
Mäso zo šunky (%)	21,30	21,50
Hrúbka chrbtovej slaniny (mm)	19,10	20,90
Cenné mäsové časti (%)	52,92	52,99

Vo výkrmových pokusoch boli dodržané približne zhodné podmienky faktorov vonkajšieho prostredia (výživa, ustajnenie, veterinárna starostlivosť, predporážková manipulácia atď.). Matky finálneho hybridu sa nachádzali na približne rovnakom poradí vrhov. Kŕmenie pokusných ošpaných bolo zabezpečené zmesami VUL, A₁ a OPO (obsah SNL 11,1, 13,9 a 15,2 %, lyžinu 0,57, 0,73 a 0,85 %, ME 12,7, 12,9 a 13,1 MJ). V prevádzkových podmienkach sa v hodnotených súboroch pri zachovaní paritného zastúpenia pohlaví (bravce : prasničky) a priemernej porážkovej hmotnosti

Ukazovateľ ¹		Novošľachtený hybrid ²⁰ ($n = 69$)		Slovhyb 1 ($n = 62$)	
		\bar{x}	s_D	\bar{x}	s_D
Hmotnosť jatočnej polovičky ²	(kg)	45,32a	3,36	44,86a	2,37
Priemerný denný prírastok ³	(g)	697,12a	115,54	638,17b	62,42
Konverzia krmiva ⁴	(kg/kg)	3,39a	0,29	3,68b	0,32
Pliecko ⁵	(kg)	4,94a	0,44	4,52b	0,40
Krkovička ⁶	(kg)	3,77a	0,41	3,48b	0,38
Karé ⁷	(kg)	4,51a	0,52	4,23b	0,47
Stehno ⁸	(kg)	9,14a	0,68	8,73b	0,69
Podiel cenných mäsových častí ⁹	(%)	49,58a	2,72	46,69b	2,34
Plocha <i>m.l.d.</i> ¹⁰	(cm ²)	39,61a	4,88	36,11b	4,56
Priemerná hrúbka chrbtovej slaniny ¹¹	(mm)	26,84a	3,90	28,65a	3,71
Podiel mäsa zo stehna ¹²	(%)	19,92a	1,46	19,37b	1,22
Podiel mäsa zo stehna a karé ¹³	(%)	30,05a	2,24	29,04b	1,76
Podiel tučných častí ¹⁴	(%)	16,68a	2,73	19,27b	2,24
Podiel bôčika ¹⁵	(%)	19,62a	1,35	19,34a	1,28
pH ₁ <i>m.l.d.</i>		6,32a	0,26	6,04b	0,28
pH ₁ <i>m.s.m.</i>		6,35a	0,22	6,16a	0,26
EV ₁ <i>m.l.d.</i> – electrical conductivity	(μ S)	3,57a	1,12	4,96b	2,40
EV ₁ <i>m.s.m.</i> – electrical conductivity	(μ S)	3,43a	1,15	4,14a	1,37
EV ₂₄ <i>m.l.d.</i> – electrical conductivity	(μ S)	3,70a	1,96	5,14b	2,31
EV ₂₄ <i>m.s.m.</i> – electrical conductivity	(μ S)	4,82a	2,90	6,48b	3,11
Farba mäsa (japonská škála) ¹⁶		3,38a	0,57	2,46b	0,59
Index kvality mäsa ¹⁷		120,14a	14,22	100,03b	20,13
Podiel voľne viazanej vody ¹⁸	(%)	38,62a	3,42	41,45b	3,55
Podiel PSE mäsa ¹⁹	(%)	7,25		14,52	

¹indicator, ²weight of side of pork, ³average daily weight gain, ⁴feed conversion, ⁵shoulder, ⁶neck, ⁷loin, ⁸ham, ⁹percentage of valuable lean cuts, ¹⁰eye-muscle area, ¹¹average backfat thickness, ¹²lean cuts from ham, ¹³lean cuts from ham and loin, ¹⁴percentage of fatty parts, ¹⁵percentage of belly, ¹⁶meat color (Japanese scale), ¹⁷meat quality index, ¹⁸percentage of freely bound water, ¹⁹percentage of PSE meat, ²⁰new-bred hybrid

cca 110 kg zisťovali tieto ukazovatele výkrmnosti, jatočnej hodnoty a kvality mäsa:

- hmotnosť pravej jatočnej polovičky po vychladnutí (kg)
- denný prírastok vo výkrme od 30 do 110 kg živej hmotnosti (g)
- spotreba krmiva na jednotku prírastku (kg/kg)
- podiel cenných mäsových častí (CMČ) z hmotnosti jatočnej polovičky (%)
- podiel mäsa zo stehna (s kosťou) z hmotnosti jatočnej polovičky (%)
- podiel mäsa zo stehna a karé (s kosťou) (%)
- plocha *m.l.d.* na úrovni 13. až 14. rebra (cm²)
- priemerná hrúbka chrbtovej slaniny podľa ČSN 46 6164 (mm)
- hrúbka slaniny nad stredom *m. gluteus medius* (mm)
- hrúbka chrbtovej slaniny na úrovni 3. až 4. bedrového stavca *in vivo* meraná prístrojmi PIGLOG 105 a ALOKA SSD 210 DX II 7 cm laterálne od stredovej chrbtovej línie (mm)
- hrúbka chrbtovej slaniny, resp. *m.l.d.* na úrovni 3. až 4. predposledného rebra *in vivo* meraná prístrojmi

PIGLOG 105 a ALOKA SSD 210 DX II 7 cm laterálne od stredovej línie chrbta (mm)

- podiel svaloviny jatočného tela *in vivo* stanovený prístrojom PIGLOG 105 (%)
- podiel tučných častí z hmotnosti jatočnej polovičky (%)
- podiel bôčika z hmotnosti jatočnej polovičky (%)
- podiel svaloviny, tuku a kože získaný z detailnej disekcie jatočného tela (%)
- hodnota pH₁ meraná 45 min *post mortem* v *m.l.d.*, resp. *m.s.m.* kombinovanou vpichovou elektródou a digitálnym pH-metrom
- hodnoty elektrickej vodivosti EV₁, resp. EV₂₄ zisťované v tých istých svaloch 45 min, resp. 24 h po zabití prístrojom TECPRO QUALITY METER (Tecpro GmbH., Mníchov)
- farba mäsa zisťovaná prístrojom GÖFO, resp. japonskou hodnotiacou škálou v *m.l.d.* (1 = extrémne PSE, 2 = PSE, 3 až 5 = normálna kvalita, 6 = DFD) 24 h *post mortem*
- podiel voľne viazanej vody (% VV) v *m.l.d.* lisovacou metódou podľa Graua a Hamma za použitia konštantného tlaku (H a š e k , P a l a n s k á , 1976)

II. Charakteristiky sledovaných ukazovateľov jatočnej hodnoty a kvality mäsa hybridných ošípaných ($n = 67$) – Data on the investigated indicators of carcass value and meat quality in hybrid pigs ($n = 67$)

Ukazovateľ ¹		Kombinácia križenia ²⁰					
		novošľachtený hybrid ²¹ ($n = 25$)		(BU x D) x (BU x Y) ($n = 22$)		(BU x D) x SL ($n = 20$)	
		\bar{x}	s_D	\bar{x}	s_D	\bar{x}	s_D
Hmotnosť jatočnej polovičky ²	(kg)	45,65a	2,98	45,79a	1,85	45,52a	3,16
Pliecko ⁵	(kg)	5,02a	0,46	4,84a	0,39	4,70a	0,45
Krkovička ⁶	(kg)	3,96a	0,42	3,75a	0,20	3,63a	0,38
Karé ⁷	(kg)	4,92a	0,37	4,71a	0,56	4,74a	0,46
Stehno ⁸	(kg)	9,35a	0,47	8,98b	0,55	8,82b	0,79
Podiel mäsa zo stehna ¹²	(%)	20,40a	1,18	19,67ab	0,55	19,42b	0,69
Podiel mäsa zo stehna a karé ¹³	(%)	31,20a	1,69	29,98b	1,68	29,81b	1,32
Podiel cenných mäsových častí ⁹	(%)	50,92a	1,58	48,76b	2,06	48,19b	1,70
Plocha <i>m.l.d.</i> ¹⁰	(cm ²)	40,14a	4,54	38,60b	3,66	37,20b	3,08
Priemerná hrúbka slaniny ¹¹	(mm)	23,62a	1,64	25,69b	3,34	27,23b	2,74
Podiel tučných častí ¹⁴	(%)	14,93a	1,69	17,08b	2,03	17,30b	1,90
Podiel bôčika ¹⁵	(%)	19,74a	0,86	19,61a	0,88	20,44a	1,18
pH ₁ <i>m.l.d.</i>		6,18a	0,18	6,26a	0,23	6,02a	0,21
pH ₁ <i>m.s.m.</i>		6,27a	0,19	6,31a	0,18	6,12a	0,17
EV ₁ <i>m.l.d.</i> – electrical conductivity	(μ S)	3,84a	1,27	3,66a	0,74	3,96a	0,98
EV ₁ <i>m.s.m.</i> – electrical conductivity	(μ S)	3,73a	1,07	3,58a	0,76	3,85a	0,94
EV ₂₄ <i>m.l.d.</i> – electrical conductivity	(μ S)	4,30a	1,37	3,81a	1,24	4,51a	1,58
EV ₂₄ <i>m.s.m.</i> – electrical conductivity	(μ S)	3,91a	1,62	3,87a	1,25	4,48a	1,69
Farba mäsa (japonská škála) ¹⁶		3,58a	0,63	3,83a	0,52	3,24a	0,92
Index kvality mäsa ¹⁷		116,67a	11,03	118,73a	10,08	112,27a	13,56
Podiel PSE mäsa ¹⁹	(%)	8,00		4,55		10,00	

For 1–19 see Tab. I; ²⁰cross combination, ²¹new-bred hybrid

– podiel PSE mäsa a index kvality mäsa podľa autorov Demo et al. (1994), kde hodnoty IKM pod 100 znamenajú PSE mäso, hodnoty medzi 100 až 115 uspokojivú kvalitu mäsa a hodnoty od 116 do 130 veľmi dobrú kvalitu mäsa.

Výsledky dosiahnuté v oboch častiach experimentov boli analyzované použitím bežných matematicko-štatistických metód. Štatistická preukaznosť v tabuľkách je označená malými indexovými písmenami, pričom diferencie medzi hodnotami sledovaných ukazovateľov označené rozdielnymi písmenami sú štatisticky preukazné minimálne na úrovni $P \leq 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tab. I sú uvedené charakteristiky ukazovateľov výkrmnosti, jatočnej hodnoty a kvality mäsa hybridov pri použití krmnej zmesi VUL.

U pokusných hybridov pochádzajúcich po špeciálne selektovaných líniiach kancov F a H, resp. syntetickej línii (LB x D) bol dosiahnutý denný prírastok vo výkrme 697, resp. 638 g, konverzia krmiva 3,39, resp. 3,68 kg a podiel CMČ na úrovni 49,58, resp. 46,69 %. Zastúpenie cenných mäsových častí, ako aj priemerná hrúbka chrbtovej slaniny boli u kombinácie križenia (BU x BM) x SL podobné, ako uvádzajú Pulkrá-

bek et al. (1993) u hybridov v Českej republike. Z výsledkov vyplývalo, že pri relatívne vysokom dennom prírastku bola jeho prevažná časť tvorená zvýšeným ukladaním tukového tkaniva u oboch analyzovaných skupín ošípaných, čo dokumentuje priemerná hrúbka chrbtovej slaniny (26,84, resp. 28,65 mm) i podiel tučných častí jatočného tela (16,68, resp. 19,27 %). V zmesi VUL je zastúpenie metabolizovateľnej energie na úrovni 12,7 MJ a obsah lyzínu len 0,57 %, čo pravdepodobne spôsobuje zhoršenú štruktúru denného prírastku s prevahou tvorby tuku.

V tab. II sú uvedené základné charakteristiky pokusného výkrmu hybridných kombinácií v štandardných podmienkach šľachtiteľského chovu za použitia komerčnej krmnej zmesi A₁. Z prevádzkových dôvodov sme v tomto výkrmovom pokuse nesledovali výkrmové ukazovatele. Výsledky však dokumentujú, že utváranie jednotlivých jatočných častí bolo v tomto prípade priaznivejšie ako pri použití zmesi VUL, a to u všetkých troch hodnotených hybridných kombinácií – podiel CMČ dosiahol 50,92 %, 48,76 % a 48,19 %.

V tab. III uvádzame výsledky rozrábky jatočných tiel po selektovaných kancoch línii F a H, resp. hybridov Slovhb 1. Kŕmenie hybridov bolo zabezpečené zmesou OPO. V tomto prevádzkovom pokuse bola okrem rozrábky na cenné mäsové časti urobená aj detailná disekcia na základné tkanivá. Podiel CMČ dosia-

III. Ukazovatele výkrmnosti, jatočnej hodnoty a kvality mäsa hybridných ošpaných ($n = 87$) – The indicators of fattening performance, carcass value and meat quality in hybrid pigs ($n = 87$)

Ukazovateľ ¹	Kombinácia kríženia ²⁶						
	novošfachtený hybrid ²⁷ ($n = 46$)			(BU x BM) x SL ($n = 41$)			
	\bar{x}	s_D	min.-max.	\bar{x}	s_D	min.-max.	
Prírastok vo výkrme ²	(g)	752,09a	80,92	584-978	703,38b	70,79	567-864
Vek pri porážke	(dni) ³	206,24a	7,30	192-219	211,92b	6,12	196-225
Konverzia krmiva ⁴	(kg/kg)	3,28a	0,27	3,02-3,61	3,49a	0,25	3,13-3,70
Hmotnosť jatočnej polovičky ⁵	(kg)	44,39a	3,58	36,2-51,0	43,81a	2,69	35,6-48,4
Pliecko ⁶	(kg)	5,09a	0,35	4,47-6,44	4,92a	0,57	3,77-5,59
Krkovička ⁷	(kg)	3,89a	0,32	3,04-4,55	3,52a	0,50	2,94-4,46
Karé ⁸	(kg)	4,81a	0,46	3,72-6,12	4,24a	0,35	3,41-4,38
Stehno ⁹	(kg)	9,09a	0,64	7,40-10,21	8,04b	0,89	6,93-8,95
Podiel mäsa zo stehna ¹⁰	(%)	20,56a	1,50	17,94-23,99	18,82b	1,41	16,63-19,92
Podiel mäsa zo stehna a karé ¹¹	(%)	31,28a	2,35	28,10-37,30	28,71b	2,18	25,62-32,14
Podiel cenných mäsových častí ¹²	(%)	51,55a	3,47	48,96-60,58	48,47b	2,77	45,56-53,31
Podiel svaloviny ¹³	(%)	56,85a	3,75	50,01-66,02	50,64b	3,05	46,02-57,40
Podiel tuku a kože ¹⁴	(%)	26,34a	4,38	15,35-34,80	32,58b	3,19	25,22-36,21
Podiel mäsa v bôčiku ¹⁵	(%)	57,91a	5,12	47,52-70,34	46,30b	4,75	38,79-52,85
Plocha <i>m.l.d.</i> ¹⁶	(cm ²)	40,19a	4,08	34,00-50,00	35,63b	4,03	30,00-41,00
Priemerná hrúbka chrbtovej slaniny ¹⁷	(mm)	23,46a	4,03	14,00-30,00	26,14b	5,72	20,30-36,00
Hrúbka slaniny nad <i>m.g.m.</i> ¹⁸	(mm)	16,28a	4,98	6,00-26,00	18,84b	4,46	11,00-29,00
Podiel tučných častí ¹⁹	(%)	14,46a	2,81	8,93-20,09	17,95b	2,61	14,15-22,61
Podiel mäsa – PIGLOG ²⁰	(%)	55,27a	4,62	48,00-61,20	49,84b	4,65	46,30-55,80
Jatočné telá – trieda E ²¹	(%)	73,91			9,76		
pH ₁ <i>m.l.d.</i>		6,31a	0,25	5,60-6,80	6,25a	0,18	5,60-6,75
pH ₁ <i>m.s.m.</i>		6,35a	0,29	5,75-6,85	6,28a	0,16	5,70-6,75
Farba mäsa – GÖFO ²²		61,37a	4,21	52,0-70,0	61,12a	4,02	52,0-65,0
Japonská škála ²³		3,23a	0,55	2,0-4,5	3,05a	0,74	1,9-4,8
EV ₁ <i>m.l.d.</i> – electrical conductivity	(μ S)	3,60a	0,45	2,5-4,6	3,66a	0,39	2,8-4,4
EV ₁ <i>m.s.m.</i> – electrical conductivity	(μ S)	4,00a	0,61	2,7-5,2	4,14a	0,58	2,9-6,5
EV ₂₄ <i>m.l.d.</i> – electrical conductivity	(μ S)	3,06a	0,88	1,8-5,8	3,24a	0,75	2,0-6,6
EV ₂₄ <i>m.s.m.</i> – electrical conductivity	(μ S)	6,70a	2,65	3,1-12,5	7,14a	2,16	3,4-12,6
Index kvality mäsa ²⁴		121,76a	11,41	84,79-146,48	111,20b	10,18	65,18-138,95
Podiel PSE mäsa ²⁵	(%)	8,70			12,20		

¹indicator, ²weight gain during fattening, ³age at slaughter (days), ⁴feed conversion, ⁵weight of side of pork, ⁶shoulder, ⁷neck, ⁸loin, ⁹ham, ¹⁰lean cuts from ham, ¹¹lean cuts from ham and loin, ¹²percentage of valuable lean cuts, ¹³lean meat content, ¹⁴percentage of fat and skin, ¹⁵percentage of meat in belly, ¹⁶eye-muscle area, ¹⁷average backfat thickness, ¹⁸backfat thickness above *m.g.m.*, ¹⁹percentage of fatty parts, ²⁰meat percentage – PIGLOG, ²¹carcasses – grade E, ²²meat color – GÖFO, ²³Japanese scale, ²⁴meat quality index, ²⁵percentage of PSE meat, ²⁶cross combination, ²⁷new-bred hybrid

hol úroveň 51,55, resp. 48,47 %, priemerná hrúbka slaniny 23,46, resp. 26,14 mm a podiel tučných častí 14,46, resp. 17,95 %.

Potvrdilo sa, že u výrazne mäsových typov je rozdiel medzi podielom CMČ a podielom celkovej svaloviny väčší (5,30 %) ako u menej osvalených hybridov (2,17 %). Ukázalo sa, že o výške tejto diferencie, ako aj o podiele celkovej svaloviny rozhoduje (okrem cenných mäsových častí) zastúpenie mäsa v bôčiku. Podobné rozdiely medzi podielom cenných mäsových častí a svaloviny publikovali Radnóczy a Fésüs (1993).

Podiel svaloviny u hybridov po špeciálne selektovaných kancoch (línie F a H) dosiahol 56,8 %, čo je po-

rovnateľné s údajmi, ktoré udávajú zahraničné spoločnosti DALLAND a SEGHERS. Pri tomto konštatovaní je potrebné poznamenať, že porážková hmotnosť ošpaných u týchto firiem je podstatne nižšia, ako to bolo v našich experimentoch. V ďalších dôležitých výkrmových ukazovateľoch, t.j. intenzite rastu a konverzii krmiva na jednotku prírastku, sú dosiahnuté výsledky na úrovni tých, ktoré zistili Bartussek et al. (1992) pri rozbere jatočných parametrov ošpaných v Rakúsku.

Čo sa týka ukazovateľov kvality mäsa, u novotvorenej kombinácie kríženia neboli zistené akostné abnormality svaloviny, keď podiel PSE mäsa neprekročil 10 %. Ukazovateľ acidity pH₁ sa v *m.l.d.* pohyboval v rozpätí od 6,18 do 6,32, čo sú hodnoty podobné tým,

aké uvádzajú u hybridov v Poľsku Grzeskowiak et al. (1991).

Z výsledkov je vidieť, že pokusné skupiny hybridov pochádzajúcich po selektovaných rodičoch preukázali pri rovnakých podmienkach prostredia, predovšetkým výživy, vyššiu rastovú schopnosť a lepšiu konverziu krmiva. Z porovnania výsledkov s výsledkami okolitých štátov (Maďarsko, Česká republika, Poľsko, Rakúsko) vyplýva, že novotvorená hybridná kombinácia je vo väčšine sledovaných jatočných parametrov lepšia. Dosiadnutá zmasilosť jatočne opracovaného tela je na úrovni výsledkov vo vyspelých chovateľských krajinách a obstojí aj pri klasifikácii systémom EUROP.

Výsledky analýz jatočných tiel jednoznačne poukázali na vplyv genotypu a výživy na konečnú kvalitu mäsa, ako i na podiel CMČ, resp. celkového mäsa. Ak chceme využiť potenciálnu schopnosť mäsových hybridov ošipovaných pre tvorbu mäsa, musíme im zabezpečiť dostatočnú prívod bielkovín počas celého obdobia výkrmu, pričom dôležité je aj množstvo a pomer esenciálnych aminokyselín k energetickej zložke krmivej zmesi. V opačnom prípade sa nedá očakávať dedične determinovaná štruktúra denného prírastku a tým žiadaná zmasilosť hybridných ošipovaných.

LITERATÚRA

BARTUSSEK, H. – STEINWENDER, R. – HAUSLEITNER, A. – SCHAUER, A. – SÖLKNER, J.: Die Leistung

von Mastschweinen in Gruppen auf Vollspalten und in Dänischen Buchten mit Stroh im Warm- und Kaltstall. Veroffentlichungen, Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 17, 1992: 35.

DEMO, P. – POLTÁRSKY, J. – FÜLÖP, L. – KLISENBAUER, M.: Možnosti využitia kancov plemena holandský yorkshire v šľachtiteľských programoch ošipovaných. Živoč. Vyr., 39, 1994: 9–19.

GRZESKOWIAK, E. – BORZUTA, K. – WAJDA, S. – ZIN, M. – ROTER, S.: Carcass value of pigs sold in Poland in 1989. Stan Hodov. Wyniki Oceny Swin, 9, 1991: 116–130.

HAŠEK, A. – PALANSKÁ, O.: Stanovenie údržnosti vody v mäse prístrojom za konštantného tlaku. Hyd. Priem., 18, 1976: 228–233.

KINTS, C. – KANIS, E. – HUISKES, J. – WALSTRA, P. – BOER, T.: Aspects of the classification of pig carcasses. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, 7, 1993 (3): 23–27.

KOZŁOWSKI, M. – SŁOMKOWSKI, K. – WĘGRZYN, A. – ZALEWSKA, D.: Zmasilosť prasat v Suwalském vojvodství. In: Sbor. mezin. vědec. Konf., Brno, 13. 9. 1994: 18.

PULKRÁBEK, J. – HONKO, J. – HOUŠKA, L. – FIEDLER, J. – ŠTEFUNKA, F.: Carcass value of pigs of different hybrid combinations at the testing station. Živoč. Vyr., 38, 1993: 167–174.

RADNÓCZI, L. – FÉSÜS, L.: Pig production in Hungary. Pig News and Inform., 14, 1993 (3): 113N–117N.

Materiály firiem DALLAND, PIG IMPROVEMENT COMPANY, SEGHERS HYBRID.

Došlo 22. 12. 1994

Kontaktná adresa:

Ing. Peter Demo, CSc., Výskumný ústav živočíšnej výroby, Hlohovská 2, 949 921 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/51 52 40, fax: 087/51 90 32

KONCENTRÁCIA NIEKTORÝCH MIKROELEMENTOV V SRSTI GRÖNLANDSKÝCH NUTRIÍ V PRIEBEHU ONTOGENÉZY

CONCENTRATIONS OF SOME MICROELEMENTS IN THE FUR OF GREENLAND COYPU DURING ONTOGENESIS

D. Mertin¹, E. Hanusová¹, K. Süvegová¹, V. Stepanok²

¹Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

²All-Russian Scientific and Research Institute of Ameliorated Soils, Tver, Russia

ABSTRACT: Experiments were conducted at an Experimental Farm of Fur-Bearing Animals, affiliated to the Research Institute of Animal Production at Nitra. The animals were housed in halls in one-storey cages with pools. They received granular feed mix KK, they drank water from the pools and were also given green feed (alfalfa) or fodder beet as a saturation supplement. The coypus were clinically healthy, in optimum breeding condition. The experiment lasted eight months and the experimental observation involved approximately 25 males and 25 females depending upon their age category. Samples of fur (ca. 2 g) were cut from the animals' fur in two body regions (middle of the belly), depending upon the growth of the particular generations of fur: at the coypu age of 60 days (pubescent fur), 135 days (molting) and 240 days (fur maturity). These elements (in mg per 1 kg dry matter) were determined in fur samples by dispersion X-ray fluorescent spectrometry; Fe, Zn, Sr, Cu, Br, Mn, Pb, Rb. Concentrations of the investigated elements were also determined in feed ingredients. The results acquired were subjected to mathematico-statistical processing and significance of differences in the arithmetic means between the males and females was tested by *t*-test. No significant differences in concentrations of the investigated elements were determined in the fur from the dorsal region at the age of 60 days by analysis of between-sexes differences. There were significant ($P \leq 0.01$) differences in Cu content only in the fur from the ventral region. Similar results like in the pubescent fur were obtained in the molting period at the age of 135 days. Concentrations of the investigated elements reached approximately the same levels, but there were significant differences in Sr and Cu contents only in the fur from the dorsal region. In the period of fur maturity large between-the-sexes differences were revealed in comparison with pubescent fur and fur in the molting period. Significant differences in the content of these elements were determined in the fur from the dorsal region: Fe ($P \leq 0.01$), Cu ($P \leq 0.05$), Mn ($P \leq 0.05$), Pb ($P \leq 0.05$) while in the fur from the ventral region it was in Pb ($P \leq 0.05$) and Rb ($P \leq 0.01$).

Greenland coypu; concentration; microelements; fur; ontogenesis

ABSTRAKT: Sledovali sme koncentrácie niektorých mikroelementov (Fe, Zn, Sr, Cu, Br, Mn, Pb, Rb) v srsti grönlandských nutrií v priebehu ontogenézy. Experiment sa realizoval vo VÚŽV Nitra. V pokusnom sledovaní bolo približne 25 samcov a 25 samíc. Zvieratá boli zdravé, v optimálnej kondícii, kŕmené plnohodnotnou kŕmnu dávkou. Vzorky srsti (cca 2 g) sa odoberali strihaním z dvoch krajín tela (stred chrbta a stred brucha) v závislosti od rastu jednotlivých generácií srsti, a to vo veku zvierat 60, 135 a 240 dní. Minerálne prvky sa zo vzoriek srsti a krmiva stanovovali disperznou – röntgeno-fluorescenčnou spektrometriou. Získané výsledky boli matematicko-štatisticky spracované a preukaznosť rozdielov aritmetických priemerov sa testovala *t*-testom. Zistili sme štatisticky významné medzipohlavné rozdiely v koncentracii Cu, Sr, Fe, Mn, Pb a Rb.

grönlandská nutria; koncentrácia; mikroelementy; srst; ontogenéza

ÚVOD

Prezentovaná práca je ďalším príspevkom k riešeniu problematiky koncentrácie minerálnych prvkov v organizme bylinožravých kožušinových zvierat a nadväzuje na naše predchádzajúce pokusné sledovania u štandardných nutrií.

Štúdiu minerálneho zloženia v organizme kožušinových zvierat sa venovali viacerí autori (Tjurnina, 1981; Saba et al., 1982; Berestov et al., 1984; Hornshaw et al., 1985; Bialkowski, Saba, 1985; Mertin et al., 1991, 1992, 1993a, b, 1994; Lohi, Jensen, 1991). Pozornosť týchto autorov sa sústreďuje na štúdium koncentrácie minerálnych prv-

kov v organizme mäsožravých kožušinových zvierat čeľade Canidae a Mustelidae. Obsahom Cu, Mn, Zn a Fe v srsti nutrií sa zaoberali Buleca a Sviatko (1991a, b). Metódou atómovej absorpčnej spektrálnej fotometrie zistili v srsti grönlandských nutrií obsah Cu $14,43 \pm 2,89$ mg/100 g sušiny, Mn $9,00 \pm 1,19$, Zn $198,58 \pm 25,07$ a Fe $307,49 \pm 16,70$ mg/100 g sušiny. Mertin et al. (1994b, c, d), ktorí zisťovali koncentráciu minerálnych látok v srsti štandardných nutrií v priebehu ontogenézy, konštatujú nerovnomernú distribúciu sledovaných prvkov v závislosti od pohlavia, vekovej kategórie a krajiny tela. Vyššie koncentrácie mikroprvkov sa manifestovali v srsti samíc v porovnaní so samcami, a to s výnimkou železa a chrómu.

MATERIÁL A METÓDA

Pokus sa realizoval na Experimentálnej farme kožušinových zvierat Výskumného ústavu živočíšnej výroby v Nitre. Zvieratá boli v halovom ustajnení v jednopodlažných kliečkach s vodnými výbehmi. Kŕmené boli granulovanou kŕmnom zmesou KK a ako sýtosťný doplnok dostávali zelené krmivo – lucernu alebo kŕmnu repu. Boli klinicky zdravé a v požadovanej kondícii.

V závislosti od vekovej kategórie bolo v pokusom sledovaní približne 25 samcov a 25 samíc. Experiment trval osem mesiacov. Vzorky srsti sa zo zvierat odoberali strihaním z dvoch topologických krajín – stredú chrbta a stredú brucha v halotatnovej narkóze. Jedna vzorka obsahovala cca 2 g srsti. Vzorky sa odoberali v závislosti od rastu jednotlivých generácií srsti, a to vo veku zvierat 60 dní – mláďacia srst', 135 dní – plžnutie a 240 dní – kožušinová zrelosť.

Zo vzoriek srsti sa disperznou – röntgeno-fluorescenčnou spektrometriou (Tumanov, Stepanok, 1986) stanovovali tieto prvky: Fe, Zn, Sr, Cu, Br, Mn, Pb, Rb (mg/kg sušiny). Koncentrácia sledovaných chemických prvkov sa zisťovala tiež v krmivách (tab. I).

Získané výsledky boli matematicko-štatisticky spracované a preukaznosť rozdielov aritmetických priemerov bola testovaná *t*-testom.

I. Aritmetické priemery sledovaných minerálnych elementov v kŕmnych komponentoch – Arithmetic means of the investigated mineral elements in feed ingredients

Element	Lucerna ¹	Kŕmna zmes ² KK	Kŕmna repa ³
Fe (mg/kg)	128,000	250,000	330,000
Zn (mg/kg)	15,400	57,700	28,000
Sr (mg/kg)	42,400	25,400	24,100
Cu (mg/kg)	4,620	3,660	4,080
Br (mg/kg)	7,920	3,340	6,780
Mn (mg/kg)	34,800	39,300	31,900
Pb (mg/kg)	1,040	0,700	1,380
Rb (mg/kg)	3,240	3,580	24,000

¹alfalfa, ²feed mix, ³fodder beet

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah sledovaných mikroelementov je uvedený v tab. II. Ako vidieť z dosiahnutých výsledkov, najvyššia koncentrácia v srsti grönlandských nutrií v absolútnom vyjadrení bola pre Zn (od 214,130 do 339,474 mg/kg sušiny), Fe (55,500 až 164,833 mg/kg sušiny), Mn (37,888 až 55,537 mg/kg sušiny) a najnižší obsah malo Rb (2,254 až 5,157 mg/kg sušiny) a Pb (0,224 až 0,317 mg/kg sušiny).

Pri analýze medzipohlavných rozdielov v srsti z chrbta vo veku nutrií 60 dní neboli v koncentráciách sledovaných prvkov zistené preukazné rozdiely. V srsti z krajiny brucha boli významné rozdiely na hladine významnosti $P \leq 0,01$ zistené len v obsahu Cu (samec 12,426 mg/kg sušiny, samica 21,336 mg/kg sušiny). V období plžnutia srsti vo veku 135 dní sme zaznamenali obdobné výsledky ako aj pri mláďacej srsti. Koncentrácia sledovaných prvkov bola približne na rovnakej úrovni, výrazné rozdiely boli len v obsahu Sr (samec 5,248 mg/kg sušiny, samica 3,507 mg/kg sušiny, $P \leq 0,01$) a Cu (18,257 a 13,904 mg/kg sušiny) v srsti z krajiny chrbta.

V období kožušinyvej zrelosti sa výraznejšie medzipohlavné rozdiely v koncentracii sledovaných mikroelementov prejavili v porovnaní s mláďacou srstou a srstou v období plžnutia. V srsti z chrbta sme preukazné rozdiely zistili v obsahu Fe (samec 85,775, samica 58,527 mg/kg sušiny – $P \leq 0,01$), Cu (20,025 a 14,738 mg/kg sušiny – $P \leq 0,05$), Mn (55,537 a 40,587 mg/kg sušiny – $P \leq 0,05$), Pb (0,311 a 0,224 mg/kg sušiny – $P \leq 0,05$) a v srsti z brucha pre Pb (0,300 a 0,233 mg/kg sušiny – $P \leq 0,05$) a Rb (3,326 a 2,254 mg/kg sušiny – $P \leq 0,05$).

Ak prezentované výsledky porovnáme s našimi predchádzajúcimi výsledkami (Mertin et al., 1994d) zistenými v srsti štandardných nutrií, môžeme konštatovať, že medzipohlavné rozdiely v koncentráciách sledovaných prvkov v srsti grönlandských nutrií boli menej výrazné. Najvyššia koncentrácia sledovaných mikroprvkov v srsti oboch mutácií nutrií bola pre Zn, Fe a Mn a najnižšia pre Rb a Pb.

V srsti štandardných nutrií bola nerovnomernejšia distribúcia sledovaných prvkov v závislosti od pohlavia a vekovej kategórie v porovnaní s grönlandskými jedincami. U štandardných nutrií vo veku 60 dní sa výrazne manifestovali medzipohlavné rozdiely v koncentracii Fe, Sr, Cu ($P \leq 0,01$), Rb ($P \leq 0,05$) v krajine chrbta a Fe, Sr, Cu ($P \leq 0,01$) a Mn ($P \leq 0,05$) v krajine brucha. V období plžnutia srsti bol obsah sledovaných mikroprvkov približne na rovnakej úrovni, čo korešponduje aj s našimi výsledkami. V období kožušinyvej zrelosti boli výraznejšie rozdiely v obsahu mikroprvkov v srsti štandardných nutrií (Fe, Zn, Cu, Pb – $P \leq 0,01$, Sr, Br – $P \leq 0,05$) v porovnaní s grönlandskými nutriami. Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že pri väčšine sledovaných mikroprvkov sa významne manifestuje ich vyšší obsah v srsti samíc štandardných nutrií, resp. tendencia zvýšenia v porovnaní s grönlandskými nutriami.

II. Koncentrácia niektorých mikroelementov (mg/kg sušiny) v srsti grönlandských nutrií v priebehu ontogenézy ($\bar{x} \pm s$) – Concentrations of some microelements (mg/kg dry matter) in the fur of Greenland coypu during ontogenesis ($\bar{x} \pm s$)

Vek v dňoch ¹		Fe		Zn		Sr		Cu		Br		Mn		Pb		Rb	
Lokalita tela ²		samec ⁵	samica ⁶	samec	samica	samec	samica	samec	samica	samec	samica	samec	samica	samec	samica	samec	samica
60 Chrbát ³	n	16	19	18	19	16	19	16	19	16	18	16	18	16	19	16	19
	\bar{x}	108,263	129,321	234,167	339,474	5,056	6,245	15,106	17,610	9,031	14,389	45,437	41,739	0,254	0,272	3,051	3,260
	s	45,668	50,402	25,800	27,195	1,930	1,791	6,750	6,650	4,980	13,421	14,495	14,213	0,068	0,090	1,209	1,545
60 Brucho ⁴	n	15	19	17	19	15	19	15	19	12	14	18	24	15	19	15	19
	\bar{x}	164,833	144,179	221,941	236,211	4,774	5,443	12,426 ⁺⁺	21,336	20,064	35,299	40,332	40,391	0,305	0,296	3,916	5,157
	s	128,324	111,883	33,781	30,810	1,839	1,602	7,003	7,157	22,426	33,937	0,127	0,177	0,080	0,096	2,040	5,019
135 Chrbát ³	n	21	15	21	15	21	15	21	15	21	15	21	15	21	15	21	15
	\bar{x}	114,657	143,887	234,714	222,800	5,248 ⁺⁺	3,507	18,257 ⁺	13,904	6,154	6,966	42,395	43,773	0,306	0,269	2,959	3,127
	s	50,543	68,562	19,499	22,082	1,103	1,160	5,514	6,459	2,263	1,276	13,142	17,649	0,071	0,068	1,077	0,720
135 Brucho ⁴	n	21	15	20	15	21	15	21	15	21	15	21	15	21	15	16	19
	\bar{x}	95,219	118,693	234,200	230,400	5,943	5,348	17,330	19,520	7,982	7,652	43,448	43,627	0,292	0,317	3,051	3,260
	s	45,567	51,624	22,918	44,244	1,548	1,781	5,130	6,207	4,742	1,909	14,705	9,418	0,076	0,087	1,109	1,545
240 Chrbát ³	n	8	22	8	23	8	17	8	19	8	17	8	23	8	17	8	19
	\bar{x}	85,775 ⁺⁺	58,527	228,500	214,130	3,972	3,481	20,025 ⁺	14,738	5,912	5,095	55,537 ⁺	40,587	0,311 ⁺	0,224	3,015	2,351
	s	18,054	21,340	33,041	23,133	1,011	0,941	7,564	4,703	1,692	1,998	18,768	14,595	0,089	0,068	0,763	0,971
240 Brucho ⁴	n	8	21	8	23	8	19	8	20	8	19	8	25	8	19	8	21
	\bar{x}	55,500	56,538	225,750	225,696	6,637	5,310	18,616	17,191	5,191	4,763	38,375	37,888	0,300 ⁺	0,233	3,326 ⁺⁺	2,254
	s	22,185	16,664	23,771	20,583	1,742	1,852	6,962	5,252	1,721	1,479	16,904	12,591	0,070	0,074	0,672	0,532

+ $P \leq 0,05$, ++ $P \leq 0,01$

¹age in days, ²body region, ³dorsal region, ⁴ventral region, ⁵male, ⁶female

LITERATÚRA

- BERESTOV, V. A. – TJURNINA, N. V. – TJUTJUNNIK, K. N.: Minerálnij sostav volosianogo pokrova norok i pescov. Karelia, Petrozavodsk, 1984. 158 s.
- BIALKOWSKI, Z. – SABA, L.: Investigations over relationship between occurrence of mineral elements in blood serum and hair of black-silver foxes. *Scientifur*, 9, 1985: 21–23.
- BULECA, J. – SVIATKO, P.: Minerálny profil makroelementov v krvi a srsti nutrií. In: Zbor. Ref. ved. Symp. Produkcia a zdravie v chove kožušinových zvierat, ZSVTS, Košice, 1991a: 34–35.
- BULECA, J. – SVIATKO, P.: Analýza mikroelementov v srsti nutrií. In: Zbor. Ref. ved. Symp. Produkcia a zdravie v chove kožušinových zvierat, ZSVTS, Košice, 1991b: 93–94.
- HORNSHAW, T. C. – AULERICH, R. J. – RINGER, R. K.: Mineral concentration in the hair of natural dark and pastel mink (*Mistela vison*). *Scientifur*, 9, 1985: 216–220.
- LOHI, O. – JENSEN, L. V.: Mineral composition of mink feed and hair. Report National Institute of Animal Science, 688, 1991: 99–114.
- MERTIN, D. – RAFAY, J. – BERESTOV, V. – STEPANOK, V.: Content of some mineral elements in hair of silver foxes during ontogenesis. *Scientifur*, 15, 1991: 183–189.
- MERTIN, D. – STEPANOK, V. – BERESTOV, V.: Content of some mineral elements in hair of cross foxes during ontogenesis. *Scientifur*, 16, 1992: 103–110.
- MERTIN, D. – ORAVCOVÁ, E. – SVIATKO, P. – SÜVEGOVÁ, K.: Content of some mineral elements in hair of polar foxes (*Alopex lagopus*) during fur maturity. *Scientifur*, 17, 1993a: 263–266.
- MERTIN, D. – ORAVCOVÁ, E. – SVIATKO, P. – SÜVEGOVÁ, K.: Stanovenie koncentrácie niektorých minerálnych prvkov vo vybraných orgánoch líšok. *Živoč. Výr.*, 38, 1993b: 979–988.
- MERTIN, D. – SÜVEGOVÁ, K. – ORAVCOVÁ, E. – SVIATKO, P.: Koncentrácia niektorých minerálnych prvkov v tele noriek v období kožušinovej zrelosti. *Živoč. Výr.*, 39, 1994a: 121–127.
- MERTIN, D. – SÜVEGOVÁ, K. – ORAVCOVÁ, E. – SVIATKO, P.: Concentration of some trace elements in the fur of standard nutria during ontogenesis. *Scientifur*, 18, 1994b: 161–164.
- MERTIN, D. – SÜVEGOVÁ, K. – ORAVCOVÁ, E. – SVIATKO, P.: Concentration of some macroelements in the fur of standard nutria during ontogenesis. *Scientifur*, 18, 1994c: 165–168.
- MERTIN, D. – ORAVCOVÁ, E. – SÜVEGOVÁ, K. – STEPANOK, V.: Kocentrácia niektorých mikroelementov v srsti štandardných nutrií v priebehu ontogenézy. *Živoč. Výr.*, 39, 1994d: 577–582.
- SABA, L. – BIALKOWSKI, Z. – WOJCIK, S. – JANECKI, T.: Content of mineral elements in the hair of black-silver foxes. *Scientifur*, 6, 1982: 8–11.
- TJURNINA, N. V.: Sezonnije izmenenija v sodržanii mineralnich veščestv v volosjannom pokrove vualevych pescov. In: *Biologia i patologija pušnych zverez. Tez. dokl. 3. Vsesojuz. nauč. Konf.*, Petrozavodsk, 1981: 101–102.
- TUMANOV, I. – STEPANOK, V.: Metodičeskije ukazanja po ispolzovaniju otečestvennoj apparatury pri provedenii energo-dispercionnogo – rentgeno-fljurescentnogo analiza počevnyh obrazcov i biomaterialov (metodičeskije ukazanja). *Vserossij. naučno-issled. inst. sef.-choz. ispolzov. meliorirovanyh zemel*, Kalinin, 1986. 31 s.

Došlo 6. 1. 1995

Kontaktná adresa:

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

THE APPLICATION OF ENZYME PHYTASE IN FEED MIXTURES FOR REDUCTION OF THE PHOSPHORUS CONTENT IN POULTRY FAECES

SNÍŽENÍ OBSAHU FOSFORU V DRŮBEŽÍCH EXKREMENTECH APLIKACÍ ENZYMU FYTÁZY V KRMNÝCH SMĚSÍCH

P. Zobač, I. Kumprecht, K. Šimeček

Research Institute of Animal Nutrition, Pohořelice, Czech Republic

ABSTRACT: The activity and optimal conditions for the efficiency of phytase of enzymatic preparation NATUPHOS were studied in experiments *in vitro*. The maximum effect of phytase of this preparation was found at temperatures between 50–55 °C and environmental pH 5.0. Pepsin in HCl environment at pH 2.1 and temperature of 40 °C for 30 min decreased the activity of phytase in preparation NATUPHOS by 18.83%. The effect of phytase of enzymatic preparation NATUPHOS in feed mixtures with a decreased level of phosphorus in the form of dicalcium phosphate (DiCaP) on selected parameters of utility was studied in a feeding comparative and metabolism trial with chicken broilers. The decrease by 50% or total absence of DiCaP in feed mixtures BR 1 and BR 2 significantly ($P < 0.05$) to highly significantly ($P < 0.01$) negatively affected parameters of growth, feed consumption, Ca and P deposition in the tibia and Ca and P digestibility. The addition of enzymatic preparation NATUPHOS significantly ($P < 0.05$) to highly significantly ($P < 0.01$) positively affected all parameters studied. The application of enzymatic preparation NATUPHOS in mixtures BR 1 and BR 2 with 50% and 0% share of DiCaP resulted in a statistically significant ($P < 0.01$) decrease of phosphorus percentage in poultry faeces (by 27.50 to 48.68%).

phytase; activity; pepsin; NATUPHOS; chicken broilers; growth; feed conversion; calcium; phosphorus; tibia; digestibility; faeces

ABSTRAKT: K pokusům *in vitro* a *in vivo* byl použit enzymový preparát NATUPHOS firmy Gist-Brocades, Delft (NL), prodáváný firmou BASF (D), obsahující fytázu. Předmětem pokusů *in vitro* bylo stanovení aktivity a podmínek pro optimální účinnost enzymového preparátu obsahujícího fytázu, sledování vlivu pepsinu na aktivitu účinné složky použitého preparátu a rychlost štěpení fytnu cereálií používaných v krmných dávkách monogastrických zvířat. Pro tento účel byla vypracována metoda stanovení aktivity fytázy. U testovaného preparátu bylo stanoveno rozmezí hodnot pH prostředí a teploty, při kterých je jeho hydrolytická účinnost na dostatečné úrovni. Optimální teplota pro účinnost fytázy se pohybuje v oblasti 50 až 55 °C, při teplotách vyšších a nižších se účinnost rychle snižuje a při teplotě 70 °C je snížena na 22,97 %. Nejvyšší aktivita fytázy byla naměřena při pH = 5,0. Směrem k vyšším i nižším hodnotám pH se aktivita fytázy rychle snižuje, k opětovnému zvyšování enzymové aktivity dochází při pH 2,5. Aktivita fytázy v této silně kyselé oblasti dosahuje u preparátu NATUPHOS 36,74 % jeho maximální účinnosti při pH = 5,0. Při přímé aplikaci enzymových preparátů v krmných dávkách hospodářských zvířat je nutné brát v úvahu ještě další faktor, a to účinek trávicích šťáv, které jsou v jednotlivých částech gastrointestinálního traktu produkovány. Pepsin + HCl při pH = 2,1 a teplotě 40 °C za 30 min snížil aktivitu fytázy u preparátu NATUPHOS o 18,83 %. V krmných srovnávacích a bilančních pokusech na kuřecích brojlech byl sledován účinek tohoto enzymového preparátu v krmných směsích se sníženou hladinou fosforu ve formě dicalciumfosfátu (DiCaP) na vybrané ukazatele užitkovosti. Snížení o 50 % nebo úplné vpuštění DiCaP v krmných směsích BR 1 a BR 2 průkazně ($P < 0,05$) až vysoce průkazně ($P < 0,01$) negativně ovlivnilo všechny sledované ukazatele. Enzymový preparát NATUPHOS ovlivnil průkazně ($P < 0,05$) až vysoce průkazně ($P < 0,01$) pozitivně ukazatele růstu, spotřeby směsí, ukládání Ca a P v tibií a stravitelnost Ca a P. Při jeho aplikaci do směsí BR 1 a BR 2 s 50% a nulovým podílem DiCaP došlo k statisticky významnému ($P < 0,01$) snížení podílu fosforu v drůbežích exkrementech (o 27,50 až 48,68 %). Z výsledků vyplývá, že aplikace preparátu, jehož účinnou složku tvoří enzym fytáza, umožní využít fosforu z fytnu, který je obsažen v rostlinných komponentech krmných směsí BR 1 a BR 2. Tento fosfor opět upraví poměr Ca : P na požadovanou fyziologickou hladinu. Hlavním důvodem pro použití preparátů s fytázou v krmných směsích pro monogastrická zvířata je, v souvislosti s chýstanými zákony o ochraně životního prostředí, snížení obsahu fosforu vylučovaného exkrementy, které se ve formě chlévské mrvy dostávají do půdy. V tomto prostředí se fosfor uvolňuje a při deštích je vyplavován do vodních toků a nádrží, kde způsobuje nadměrné zmožnění řas, které jsou značnou překážkou při úpravě pitné vody.

fyttáza; aktivita; pepsin; NATUPHOS; brojlerová kuřata; růst; konverze krmiva; vápník; fosfor; tibia; stravitelnost; exkrementy

INTRODUCTION

In many European countries, the effort for reduction of loading of the environment by nitrogen and phosphorus originating from farm animal excreta was intensified in previous years. Recent and/or prepared laws concerning the protection of the environment force the agriculture and food industry to reduce the production of negatively acting substances. Some companies producing biopreparations responded to this situation. In the opinion of the Dutch company Gist Brocades, the content of phosphorus in poultry faeces can be reduced by 35 to 50% by using the preparation NATUPHOS containing enzyme phytase applied in poultry feeding doses.

Schwarz and Schöner (1991) deal with the effect of phytase in poultry nutrition in the FRG. When using the microbial phytase from *Aspergillus ficuum*, they found a positive effect of this preparation on phosphorus utilization, mineralisation of skeleton, increments of chicken live weight and decreased excretion of phosphorus in excreta.

In their experiments Schöner et al. (1993) studied the effect of various levels of microbial phytase at various levels of inorganic phosphorus (monocalcium phosphate) on chicken broiler performance and retention of calcium and phosphorus.

The effect of phytase supplementation on utilization of phosphorus and performance of chicken broilers in which the feed dose without inorganic phosphorus supplementation was used was tested by Broz et al. (1994).

Phytase produced by cultivation of *Aspergillus niger* strain in graded concentrations of 125, 250 a 500 PU/kg of feed significantly increased both growth rate and food intake. The feed conversion was increased nonsignificantly. A better phosphorus utilization, significant increase in inorganic plasma phosphorus and increase in percentual ash content in the tibia of chickens in which phytase was applied were found as well.

The efficiency of phytase of microbial origin in feeding doses of chicken and duck broilers was tested by Farrell et al. (1993). The efficiency was evaluated on the basis of growth response, feed ingestion, phosphorus retention and ash content in the tibia. The supplementation with phytase preparation positively affected the parameters recorded in both experiments.

MATERIAL AND METHODS

The enzymatic preparation NATUPHOS (Gist-Brocades, Delft, NL) supplied by BASF (D) was used for experiments *in vitro* and *in vivo* and the preparations PHYTASE from *Aspergillus ficuum*, dodecasodium salt of phytic acid $C_6H_6O_{24}P_6Na_{12}$ from SIGMA for analytical purposes. The activity and conditions for the efficiency of enzymatic preparation containing phytase were assessed and the effect of pepsin on the activity

of the effective ingredient of the used preparation and the speed of phytin digestion in cereals used in feeding mixtures for broiler chickens were studied in experiments *in vitro*.

The method of the assessment of phytase activity was elaborated for these purposes (Zobáč et al., 1994). The principle of this method consists in digestion of dodecasodium salt of phytic acid in water solution producing inorganic phosphorus which with molybdenvanadium reagency creates yellow coloured complex measurable spectrophotometrically at 400 nm. The amount of enzyme which releases 1 μ mol of inorganic phosphorus from dodecasodium salt of phytic acid at standard conditions (pH = 5,0; temperature 50 °C; period of reaction 20 minutes) during 1 minute was assessed as one phytase unit (PU).

Using the above-mentioned method, the activity and optimal conditions for the efficiency of phytase of the used preparation were assessed.

For precise calibration of environmental pH for observation of the effect of the preparation, the system of buffers was used consisting of basic solutions of 0.2 M CH_3COOH and 0.2 M CH_3COONa .

The solution of pepsin of pH = 2.1 was prepared by dissolving the enzyme in buffer prepared from 0.1N HCl and 0.1M secondary sodium citrate. The assessment of phosphorus released from myoinositol hexaphosphate due to the acting of phytase was performed spectrophotometrically after the reaction of orthophosphates with molybdenvanadium reagency (ČSN 46 7092, 1985).

The effect of phytase of enzymatic preparation NATUPHOS in feeding doses with reduced level of phosphorus in the form of dicalcium phosphate (DiCaP) on the utility was investigated in the experiment *in vivo* in chicken broilers. To reach this aim, a wide-ranged feeding comparative experiment was conducted with one-day-old sexed broilers of the hybrid ROSS supplied by the company „Lhňě kuřat – Jiří Mach, Litomyšl“. The broilers were placed in cages (ten individuals in each) of an experimental hall RIAN Pohořelice. Chickens were fed with feed mixture for broiler pre-fattening BR 1 and with mixture for broiler fattening BR 2 from the 1st till 21st day and from 22nd till 49th day of their age, respectively. For the whole experimental period, mixtures of constant composition of animal and plant components and biofactor supplements were used. Changes were made in the composition of mineral feeding supplement MKP 2 SP. Temperature and relative humidity in the experimental hall were controlled according to standards for broiler fattening. The illumination was continuous, feed and water intake *ad libitum*.

Chicken weight was investigated on the 1st, 21st, 35th, 42nd and 49th day of their age. Feed consumption was registered for the period of 1st till 21st day of age (mixture BR 1) and in individual week intervals (mixture BR 2).

Metabolism experiments on broilers were performed as group ones during 22nd till 42nd day of chickens

age. Chickens were placed in balance cages (10 individuals in each) which enabled quantitative observations of feed ingestion and faeces collection.

Metabolism experiments were divided into four balance periods lasting four days each. All faeces collected during the balance period were stored frozen at -4°C . After every balance period was finished, faeces were thawed, homogenized and a sample was taken for lyophilization.

Cockerels used in metabolism experiment had no access to feed for 12 hours before the beginning and end of balance. Cockerels were supplied with feed *ad libitum* during the balance. Weighing of chickens was performed at the beginning and end of balance period. 240 sexed chickens and 120 cockerels were tested in the feeding comparative experiment and balance experiment, respectively. The feeding experiment was arranged as three-factorial with repetition after formula $3 \times 2 \times 2$ (20), the metabolism one as two-factorial after formula $3 \times 2 \times 2$ (20). The distribution of individual factors was as follows:

Factor A: a_0 – 100% dicalcium phosphate

a_1 – 50% dicalcium phosphate

a_2 – 0% dicalcium phosphate

Factor B: b_0 – mixtures without NATUPHOS

b_1 – mixtures with NATUPHOS

Factor C: c_0 – cockerels

c_1 – hens

Only factors A and B were investigated in the metabolism experiment.

The composition of feed mixtures and mineral feed addition are presented in Tabs. V and VI, respectively.

48 chickens were slaughtered for the assessment of dressing percentage and sampling of tibia for Ca and P content.

RESULTS

Properties and effectiveness of phytase of enzymatic preparation NATUPHOS were studied in experiments *in vitro*. Chemical composition and phytase activity of this preparation are given in Tab. I.

The effect of temperature on the activity of preparation tested is presented in Tab. II. It follows from the results obtained that optimum temperature for this preparation fluctuates between 50 and 55°C . It rapidly falls at higher and lower temperatures and at 70°C is reduced just to 22,97%. The dependence of phytase activity on pH of the environment of investigated preparation is also evident from Tab. II. The highest activity of phytase of this preparation was measured at

II. The effect of temperature and pH on the activity of phytase of the preparation NATUPHOS

Temperature $^{\circ}\text{C}$	Activity of phytase PU/g	Index %
30	2,158.06	43.65
40	3,427.51	69.33
45	4,097.35	82.88
50	4,943.49	100.00
55	4,943.49	100.00
60	3,956.41	80.03
70	1,135.62	22.97
pH	Activity of phytase PU/g	Index %
2.0	1,170.81	23.85
2.5	1,803.20	36.74
3.0	1,311.91	26.73
3.5	1,452.86	29.60
4.0	2,510.66	51.15
4.5	3,780.11	77.01
5.0	4,908.46	100.00
5.5	1,523.41	31.04
6.0	606.72	12.36

pH = 5.0. In the direction of higher and lower values of pH, the activity of phytase rapidly decreases but the increase reappears at pH 2.5 again. The activity of phytase of NATUPHOS reaches 36.74 % of its maximum efficiency at pH = 5.0, in this very acid sphere.

When applying the enzymatic preparations directly in feed doses, another factor, i.e. the effect of digestive juices, must be considered. For this reason, the effect of pepsin in the environment of HCl at pH = 2.1 was investigated in the experiments *in vitro*. The results presented in Tab. III show that pepsin + HCl at pH = 2.1 and temperature of 40°C decreased the activity of phytase in preparation NATUPHOS by 18.83% after 30 min.

III. The effect of pepsin (pH = 2.1, $t = 40^{\circ}\text{C}$) on the activity of phytase of the enzymatic preparation NATUPHOS

Enzymatic preparation	Control	Pepsin + HCl	Decrease in activity (%)
	activity of phytase (PU/mg)		
NATUPHOS	4,873.94	3,956.26	18.83

A substantial part of poultry feed mixtures is created by cereals. That is why the effect of phytase on phosphorus release from myoinositol hexaphosphate comprised in wheat, barley and maize was investigated in

I. Chemical composition and activity of enzymatic preparation NATUPHOS

Enzymatic preparation	Dry matter	Ash	Fat	Protein	Na	K	Mg	Ca	P	Activity of phytase PU/g
	g/kg									
NATUPHOS	91.85	4.46	3.59	23.35	0.75	22.98	3.02	1.20	8.50	4,944.54

IV. The effect of phytase on orthophosphate release (mg P/g) from phytin comprised in cereals

	30 min	60 min	90 min	120 min	180 min
Wheat	0.83	1.03	1.25	1.53	1.79
Wheat + phytase	1.49	1.69	2.08	2.43	2.93
Barley	1.71	2.04	2.63	3.04	3.26
Barley + phytase	2.28	2.80	3.15	3.59	4.13
Maize	0.72	0.72	0.83	0.92	1.07
Maize + phytase	1.79	1.99	2.14	2.45	3.00

V. The composition of feed mixtures BR1 and BR2

Component	Feed mixtures (% share)	
	BR1	BR2
Fish meal	3	1
Meat-bone meal	2	2
Feed ethanol yeast	1	1
Soya extracted grouts	25	25
Maize	40	40
Wheat	24	26
Farvit BR1 1% ^{a)}	1	-
Farvit BR2 1% ^{b)}	-	1
Mineral feed additives MKP 2-SP	4	4
Total	100	100

^{a)} vitamin A 1,000,000 IU, vitamin D₃ 200,000 IU, vitamin K₃ 200 mg, vitamin E 1,200 mg, vitamin B₁ 200 mg, vitamin B₂ 400 mg, vitamin B₄ 400 mg, vitamin B₁₂ 2 mg, Niacin 2,000 mg, folic acid 50 mg, calcium pantothenate 1,000 mg, cholinechlorid 25,000 mg, biotin 2 mg, Lerbek 20% 50,000 mg, D,L methionin 50,000 mg, Awox AW-OL102 5,000 mg, wheat grouts ad 1 kg

^{b)} vitamin A 800,000 IU, vitamin D₃ 80,000 IU, vitamin K₃ 200 mg, vitamin E 1,200 mg, vitamin B₂ 300 mg, vitamin B₁₂ 2 mg, Cygro (contains 1% of Maduramycin) 50,000 mg, D,L methionin 40,000 mg, Awox AW-OL102 5,000 mg, wheat grouts ad 1 kg

another experiment *in vitro*. Time-dependence of orthophosphate release is presented in Tab. IV.

On the basis of the knowledge obtained the enzymatic preparation NATUPHOS was applied in poultry feed mixtures. The composition of feed mixtures BR 1 and BR 2 is presented in Tabs. V and VI.

The influence of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on chickens weight in g is presented in Tab. VII and interaction of the

effect of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation on chickens weight in Tab. VIII. The increased levels of DiCaP at simultaneous compensation of Ca in feed mixtures (CaCO₃) on the level of the control group affected highly significantly ($P < 0.01$) the weight of chickens already on 21st day of age. The weight of chickens in this period was lower by 3.74% (difference on the limit of significance) in groups (a₁) and by 21.50% ($P < 0.01$) in groups (a₂) as compared with control group (a₀). This difference did not change with the growing age. A statistically significant difference between all groups in the given factor was recorded on 42nd day of age. Chickens of control group with full share of DiCaP in mixtures reached the highest weight. Groups of chickens (a₁) with 50% share of DiCaP showed the weight lower by 3.85% at $P < 0.05$ and groups without DiCaP (a₂) by 21.21% ($P < 0.01$) as compared with group (a₀). A highly significant difference ($P < 0.01$) was proved between (a₁) and (a₂). The application of NATUPHOS highly significantly positively affected the weight of chickens ($P < 0.01$). The weight of chickens of groups (b₁) with the enzymatic preparation was higher by 3.96% (level of significance) and by 9.11% ($P < 0.01$) on 21st and 42nd day of age, respectively, as compared with chickens which were not fed with feed containing phytase preparation. The most expressive effect of phytase application was observed in mixtures with 50% share of DiCaP where the difference between groups (a₁b₀) and (a₁b₁) was 18.69% on 42nd day of the age (Tab. VIII). The effect of application of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS as separate factors on consumption of mixtures in kg per 1 kg of weight gain is presented in Tab. IX.

VI. The composition of mineral and other additives in mixtures BR 1 and BR 2 per 100 kg

Mixture component	Unit	1	2	3	4	5	6
Mineral supplement MD II ^{a)}	g	400	400	400	400	400	400
Feed limestone	g	1,120	1,650	2,180	1,120	1,650	2,180
Dicalcium phosphate	g	1,520	760	0	1,520	760	0
Wheat grouts	g	760	990	1,220	760	990	1,220
Feed salt	g	200	200	200	200	200	200
Phytase - NATUPHOS	g	0	0	0	10	10	10

^{a)} 1 kg of MD II contains: ferrous sulphate 140,000 mg, cuprous sulphate 14,000 mg, zinc oxide 25,000 mg, manganese oxide 29,500 mg, potassium iodide 150 mg, cobalt sulphate 150 mg, Magnovit (70% MgO) 379,000 mg, sodium selenite 100 mg, siloxid 5,500 mg, feed meal ad 1 kg

Total release of DiCaP from broiler feed mixtures significantly to highly significantly increased the mixture consumption in kg per 1 kg of weight gain like in the case of feeding both BR 1 and BR 2 and consequently also the mixture consumption for the whole period of fattening. This increase fluctuated between 9 and 11% as compared with control group (a_0). 50% level of DiCaP (a_1) resulted in a moderate increase in mixture consumption per 1 kg of weight gain which was either at the level of statistical significance (in the case of feeding BR 2 mixtures during 22nd–35th day of age) or did not show any statistically significant

difference in the case of feeding BR 1 mixtures (1st–21st day) and in total consumption (1st–42nd day of age). The used preparation NATUPHOS did not affect statistically significantly the mixture consumption in kg per 1 kg of weight gain. The values obtained fluctuated in the range of natural variability. Statistically non-significant tendencies of decrease in mixture consumption per 1 kg of weight gain at the application of preparation NATUPHOS (1.5–2.0%) were recorded in the case of the application of this preparation into mixtures with 50% share of DiCaP (a_1b_1) (Tab. X). Tab. XI presents the results of investigations of Ca and P content in

VII. The effect of enzymatic preparation NATUPHOS and increased levels of DiCaP on chicken weight

Parameter	Unit	Increased levels of DiCaP (A)			NATUPHOS (B)		Sex (C)		Total mean
		a_0	a_1	a_2	b_0	b_1	c_0	c_1	
Number of chickens		76	78	71	111	114	105	120	225
Weight 1st day	g	48	48	47	47	48	48	48	48
Weight 21st day	g	535 ^A	515 ^A	430 ^B	480	499	501 ^a	479 ^b	490
S.D.	± g	83	86	71	94	94	97	90	–
Index	%	100.00	96.26	78.50	100.00	103.96	100.00	95.61	–
Weight 35th day	g	1,290 ^A	1,239 ^A	1,001 ^b	1,135 ^A	1,218 ^B	1,213 ^A	1,140 ^B	1,176
S.D.	± g	172	213	165	218	222	228	213	–
Index	%	100.00	96.05	77.60	100.00	107.31	100.00	93.98	–
Weight 42nd day	g	1,716 ^{Aa}	1,650 ^{Ab}	1,352 ^B	1,504 ^A	1,641 ^B	1,622 ^A	1,523 ^B	1,573
S.D.	± g	226	279	220	284	882	317	256	–
Index	%	100.00	96.15	78.79	100.00	109.11	100.00	93.90	–
Weight 49th day	g	2,177 ^{Aa}	2,072 ^{Ab}	1,724 ^B	1,907 ^A	2,075 ^B	2,062 ^A	1,920 ^B	1,991
S.D.	± g	276	324	274	346	336	382	303	–
Index	%	100.00	95.18	79.19	100.00	108.81	100.00	93.11	–

Explanatory notes for Tabs. VII, IX, XI, XIII, XIV and XVI:

a_0 – 100% DiCaP, a_1 – 50% DiCaP, a_2 – 0% DiCaP, b_0 – mixtures without enzymatic preparation, b_1 – mixtures with enzymatic preparation, c_0 – cockerels, c_1 – hens

Values denoted with different letters are significantly different at $P < 0.05$

Values denoted with different capitals are highly significantly different at $P < 0.01$

VIII. The effect of interaction of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on chickens weight

Parameter	Unit	Interaction of DiCaP x enzymatic preparation (A x B)					
		a_0b_0	a_0b_1	a_1b_0	a_1b_1	a_2b_0	a_2b_1
Number of chickens		38	38	38	40	35	36
Weight 1st day	g	47	48	47	49	47	47
Weight 21st day	g	519	550	502	528	420	419
Index I	%	100.00	105.97	96.72	101.73	80.92	80.73
Index II	%	100.00	105.97	100.00	105.18	100.00	99.76
Weight 35th day	g	1,261	1,318	1,152	1,325	992	1,010
Index I	%	100.00	104.52	91.36	105.08	78.67	80.10
Index II	%	100.00	104.52	100.00	115.02	100.00	101.81
Weight 42nd day	g	1,690	1,743	1,509	1,791	1,314	1,389
Index I	%	100.00	103.14	89.29	105.98	77.75	82.19
Index II	%	100.00	103.14	100.00	118.69	100.00	105.71
Weight 49th day	g	2,138	2,215	1,912	2,232	1,670	1,778
Index I	%	100.00	103.60	89.43	104.40	78.11	83.16
Index II	%	100.00	103.60	100.00	116.74	100.00	106.47

100% dry matter in chicken tibia. 50% decrease of DiCaP share in feed mixtures did not affect the amount of Ca and P in chicken tibia. Total release of DiCaP from mixtures BR 1 and BR 2 was reflected negatively in both Ca decrease by 4.66% (the level of significance) and especially in P decrease namely by 8.41% as compared with control. A statistically highly significant difference ($P < 0.01$) was found between control group (a_0) and (a_2) as (a_0) > (a_2). Negative effect of total release of DiCaP from mixtures BR 1 and BR 2 resulted in a change of parameters of weight, dry matter and ash of tibia. Enzymatic preparation NATUPHOS significantly ($P < 0.05$) increased the amount of ash in chicken tibia. A non-significantly higher share of Ca by 1.86% and P by 2.92% was recorded in these bones as well. The change in Ca and P content was manifested most expressively in comparison with chickens which were fed mixtures without DiCaP and without enzymatic preparation (a_2b_0) and in groups of chickens fed the same mixtures but with enzymatic

preparation (a_2b_1). As presented in Tab. XII, chickens which were administered enzymatic preparation into feed mixtures without DiCaP showed Ca content higher by 9.09% and P content higher by 9.69% in their tibiae. The parameters of weight and ash of the tibia were affected positively in this group as well. The dressing percentage (Tab. XIII) was not affected significantly by both the applied enzymatic preparation and the increased levels of DiCaP. The values which were reached, fluctuated in the limits of natural variability. The effect of application of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on Ca and P digestibility is presented in Tab. XIV. The decrease in the level of DiCaP by 50% and total release of DiCaP from mixtures insignificantly reduced the Ca digestibility as compared with control (a_0). 50% decrease in DiCaP in mixtures increased in average the P digestibility by 13.15% (non-significant) and the total release of DiCaP from mixtures (a_2) increased the P digestibility by 40.92%. A statistically highly significant differ-

IX. The effect of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on mixtures consumption in kg per 1 kg of increment

Parameter	Unit	Increased levels of DiCaP (A)			NATUPHOS (B)		Sex (C)		Total mean
		a_0	a_1	a_2	b_0	b_1	c_0	c_1	
Number of groups		8	8	8	12	12	12	12	24
Mixtures consumption									
1st-21st day	kg/kg	1.745 ^a	1.785 ^a	1.945 ^b	1.817	1.833	1.823	1.827	1.825
S.D.	± kg/kg	0.033	0.024	0.054	0.085	0.109	0.120	0.070	-
Index	%	100.00	102.29	111.46	100.00	100.88	100.00	100.22	-
Mixtures consumption									
22nd-35th day	kg/kg	2.260 ^a	2.381	2.464 ^b	2.364	2.373	2.431 ^a	2.306 ^b	2.368
S.D.	± kg/kg	0.048	0.139	0.166	0.144	0.160	0.183	0.067	-
Index	%	100.00	105.35	109.03	100.00	100.38	100.00	94.85	-
Mixtures consumption									
22nd-42nd day	kg/kg	2.373 ^a	2.459	2.589 ^b	2.479	2.468	2.527 ^a	2.426 ^b	2.473
S.D.	± kg/kg	0.056	0.081	0.182	0.150	0.148	0.186	0.063	-
Index	%	100.00	103.62	109.10	100.00	99.56	100.00	95.76	-
Mixtures consumption									
22nd-49th day	kg/kg	2.484 ^a	2.565 ^b	2.670	2.574	2.571	2.602	2.544	2.543
S.D.	± kg/kg	0.052	0.073	0.155	0.120	0.137	0.160	0.076	-
Index	%	100.00	103.26	107.49	100.00	99.88	100.00	97.77	-
Total consumption									
1st-35th day	kg/kg	2.055 ^A	2.136 ^a	2.253 ^{Bb}	2.141	2.155	2.180	2.116	2.148
S.D.	± kg/kg	0.032	0.068	0.116	0.109	0.121	0.142	0.065	-
Index	%	100.00	103.94	109.64	100.00	100.65	100.00	97.06	-
Total consumption									
1st-42nd day	kg/kg	2.186 ^A	2.254 ^a	2.393 ^{Bb}	2.276	2.279	2.310	2.245	2.278
S.D.	kg/kg	0.044	0.047	0.133	0.119	0.126	0.156	0.058	-
Index	%	100.00	103.11	109.47	100.00	100.13	100.00	97.19	-
Total consumption									
1st-49th day	kg/kg	2.310 ^a	2.388	2.496 ^b	2.398	2.398	2.413	2.383	2.398
S.D.	± kg/kg	0.046	0.055	0.125	0.105	0.121	0.143	0.071	-
Index	%	100.00	103.38	108.05	100.00	100.00	100.00	98.76	-

Explanatory notes see Tab. VII

X. The effect of interaction of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on mixture consumption in kg per 1 kg of chicken increment

Parameter	Unit	Interaction of DiCaP x enzymatic preparation (A x B)					
		a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁
Number of groups		4	4	4	4	4	4
Consumption of BR1 mixtures							
1st–21st day	kg/kg	1.745	1.745	1.790	1.780	1.915	1.975
Index I	%	100.00	100.00	102.58	102.01	109.74	113.18
Index II	%	100.00	100.00	100.00	99.44	100.00	103.13
Consumption of BR2 mixtures							
22nd–35th day	kg/kg	2.260	2.260	2.363	2.400	2.470	2.458
Index I	%	100.00	100.00	104.56	106.19	109.29	108.76
Index II	%	100.00	100.00	100.00	101.57	100.00	99.51
Consumption of BR2 mixtures							
22nd–42nd day	kg/kg	2.380	2.365	2.490	2.428	2.568	2.610
Index I	%	100.00	99.37	104.62	102.02	107.90	109.66
Index II	%	100.00	99.37	100.00	97.51	100.00	101.64
Consumption of BR2 mixtures							
22nd–49th day	kg/kg	2.493	2.475	2.580	2.550	2.650	2.690
Index I	%	100.00	99.28	103.49	102.29	106.30	107.90
Index II	%	100.00	99.28	100.00	98.84	100.00	101.51
Total consumption							
1st–35th day	kg/kg	2.058	2.053	2.123	2.150	2.243	2.263
Index I	%	100.00	99.76	103.16	104.47	108.99	109.96
Index II	%	100.00	99.76	100.00	101.27	100.00	100.89
Total consumption							
1st–42nd day	kg/kg	2.195	2.178	2.268	2.240	2.365	2.420
Index I	%	100.00	99.23	103.33	102.05	107.74	110.25
Index II	%	100.00	99.23	100.00	98.77	100.00	102.33
Total consumption							
1st–49th day	kg/kg	2.320	2.300	2.403	2.373	2.473	2.520
Index I	%	100.00	99.14	103.58	102.28	106.59	108.62
Index II	%	100.00	99.14	100.00	98.75	100.00	101.90

XI. The effect of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on Ca and P content in chicken tibia

Parameter	Unit	Increased levels of DiCaP (A)			NATUPHOS (B)		Sex (C)		Total mean
		a ₀	a ₁	a ₂	b ₀	b ₁	c ₀	c ₁	
Number of assessments		16	16	16	24	24	24	24	48
Weight of tibia	g	29.05	30.57	27.71	28.50	29.72	32.65 ^A	25.57 ^B	29.11
S.D.	± g	6.49	4.87	5.36	5.79	5.48	5.13	3.48	–
Index	%	100.00	105.23	95.39	100.00	104.28	100.00	78.32	–
Dry matter (D.M.) of tibia	g	564.84	560.62	549.98	558.96	557.89	543.38 ^A	573.47 ^B	558.43
S.D.	± g	34.00	35.04	30.85	38.66	27.63	26.30	33.09	–
Index	%	100.00	99.25	97.37	100.00	99.81	100.00	105.54	–
Ash of tibia	g/kg	398.85	390.05	380.05	383.13 ^a	396.45 ^b	393.01	386.59	389.80
S.D.	± g/kg	20.84	16.12	27.67	21.58	22.75	20.79	21.94	–
Index	%	100.00	97.79	95.29	100.00	103.48	100.00	98.37	–
Ca in 100% D.M.	g/kg	144.62	143.51	138.02	140.74	143.36	143.43	140.67	142.05
S.D.	± g/kg	10.70	7.35	10.99	9.77	10.35	8.13	11.66	–
Index	%	100.00	99.23	95.44	100.00	101.86	100.00	98.08	–
P in 100% D.M.	g/kg	71.26 ^A	70.11 ^a	65.27 ^{bb}	67.89	69.87	69.34	68.42	68.88
S.D.	± g/kg	5.63	3.68	6.17	5.46	6.05	6.07	5.58	–
Index	%	100.00	98.39	91.59	100.00	102.92	100.00	98.67	–

Explanatory notes see Tab. VII

XII. The effect of interaction of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on Ca and P content in chicken tibia

Parameter	Unit	Interaction of DiCaP x enzymatic preparation (A x B)					
		a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁
Number of assessments		8	8	8	8	8	8
Weight of tibia	g	30.28	27.83	29.05	32.09	26.17	29.26
Index I	%	100.00	91.91	95.94	105.98	86.43	96.63
Index II	%	100.00	91.91	100.00	110.46	100.00	111.81
Dry matter (D.M.) of tibia	g/kg	573.79	555.90	551.66	569.58	551.44	548.19
Index I	%	100.00	96.88	96.14	99.27	96.10	95.54
Index II	%	100.00	96.88	100.00	103.25	100.00	99.41
Ash of tibia	g/kg	391.9	405.5	390.40	390.57	367.16	392.94
Index I	%	100.00	103.75	99.80	99.84	93.86	100.45
Index II	%	100.00	103.75	100.00	100.04	100.00	107.02
Ca in 100% D.M.	g/kg	145.95	143.29	144.24	142.79	132.02	144.02
Index I	%	100.00	98.18	98.83	97.83	90.46	98.68
Index II	%	100.00	98.18	100.00	98.99	100.00	109.09
P in 100% D.M.	g/kg	70.93	71.59	70.49	69.74	62.25	68.28
Index I	%	100.00	100.93	99.38	98.32	87.76	96.26
Index II	%	100.00	100.93	100.00	98.94	100.00	109.69

XIII. The effect of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on dressing percentage of chickens

Parameter	Unit	Increased levels of DiCaP (A)			NATUPHOS (B)		Sex (C)		Total mean
		a ₀	a ₁	a ₂	b ₀	b ₁	c ₀	c ₁	
Number of assessments		16	16	16	24	24	24	24	48
Dressing percentage	%	74.24	74.68	73.52	74.66	73.63	73.49 ^a	74.80 ^b	-
S.D.	± %	2.85	1.20	1.59	1.66	2.25	2.32	1.45	-
Index	%	100.00	100.59	99.03	100.00	98.62	100.00	101.78	-

Explanatory notes see Tab. VII

XIV. The effect of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on phosphorus and calcium digestibility in chickens

Parameter	Unit	Increased levels of DiCaP (A)			NATUPHOS (B)		Total mean
		a ₀	a ₁	a ₂	b ₀	b ₁	
Number of assessments		8	8	8	12	12	24
Ca digestibility	%	24.50	20.76	21.34	20.75	23.65	22.20
S.D.	± %	4.38	4.20	7.81	5.85	5.43	-
Index	%	100.00	84.73	87.10	100.00	113.98	-
P digestibility	%	26.15 ^A	29.59 ^a	36.72 ^{bB}	28.62 ^a	33.02 ^b	30.82
S.D.	± %	4.38	4.19	7.38	5.30	7.85	-
Index	%	100.00	113.15	140.42	100.00	115.37	-

Explanatory notes see Tab. VII

XV. The effect of interaction of increased levels of DiCaP and enzymatic preparation NATUPHOS on calcium and phosphorus digestibility

Parameter	Unit	Interaction of DiCaP x enzymatic preparation (A x B)					
		a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁
Number of assessments		8	8	8	8	8	8
Ca digestibility	%	24.29	24.72	20.92	20.59	17.03	25.65
Index I	%	100.00	101.77	86.13	84.77	70.11	105.60
Index II	%	100.00	101.77	100.00	98.42	100.00	150.62
P digestibility	%	25.38	26.93	29.30	29.87	31.18	42.25
Index I	%	100.00	106.11	115.44	117.69	122.85	166.47
Index II	%	100.00	106.11	100.00	101.95	100.00	135.50

XVI. Calcium and phosphorus content in 1 kg of dry faeces of broilers

Parameter	Unit	Increased levels of DiCaP (A)			Phytase (B)		Total mean
		a ₀	a ₁	a ₂	b ₀	b ₁	
Number of assessments		8	8	8	12	12	24
Calcium	g/kg	26.814	27.383	28.475 ^A	28.617 ^B	26.498	27.557
S.D.	± g/kg	1.749	1.863	1.963	1.662	1.560	—
Index	%	100.00	102.12	106.19	100.00	92.60	—
Phosphorus	g/kg	16.374 ^A	11.871 ^B	7.971 ^C	12.499 ^A	11.645 ^B	12.072
S.D.	± g/kg	0.674	0.746	0.622	3.602	3.638	—
Index	%	100.00	72.50	48.68	100.00	93.17	—

Explanatory notes see Tab. VII

ence ($P < 0.01$) was found between the control (a₀) and experimental group (a₂) and a significant difference ($P < 0.05$) was proved between the groups (a₁) and (a₂). The applied enzymatic preparation NATUPHOS significantly ($P < 0.05$) increased the P digestibility by 15.37% and simultaneously the higher Ca digestibility by 13.98% (level of significance) was determined. The effect of enzymatic preparation NATUPHOS on P digestibility was most expressive in the case of its application into mixtures without addition of DiCaP (Tab. XV) when chicken groups (a₂b₁) showed the P digestibility higher by 35.50% as compared with groups (a₂b₀). Higher levels of P digestibility were recorded in all groups which received the enzymatic preparation NATUPHOS.

Tab. XVI presents the contents of Ca and P in 1 kg of dry faeces of broilers.

DISCUSSION

The results of comparative feeding and metabolism experiment with broiler chickens proved unambiguously that due to phytase comprised in the supplied preparation NATUPHOS phytate phosphorus is broken and orthophosphate is created which can replace DiCaP in feed mixtures for broilers to a certain extent.

This reaction mechanism was also proved in an experiment *in vitro* in which the time-dependence of orthophosphate release from myo-inositol hexaphosphate comprised in wheat, barley and maize was investigated.

As indicated by the results of another experiment *in vitro*, phytase is not inactivated irreversibly by the action of pepsin in the environment of chloric acid either but its maximum effect can be manifested in those parts of alimentary tract where pH of the environment approaches pH = 5.0.

The principle of the experiments performed is based on a decrease in phosphorus concentration in the form of DiCaP to such a level which in the presence of an effective enzymatic preparation with phytase provides the amount of phosphorus required by the organism and a decrease in P amount released in excreta.

On the basis of the above-mentioned experiments it can be stated that the amount of DiCaP can be decreased as much as by 50% by the application of enzymatic preparation NATUPHOS on condition that the level of Ca in the form of CaCO₃ is balanced.

This contention can be supported particularly by presentation of the results of Ca and P content investigations in chicken tibia and of the results of metabolism experiment in which P and Ca digestibility and excretion were investigated.

The main reason for the application of preparations with phytase to feed mixtures for monogastric animals is, in connection with the prepared legislation of environment protection, the reduction of phosphorus released in excreta which enter the soil in the form of manure. Phosphorus is released into this environment and can be consequently flushed into surface waters where induces eutrophication processes.

As evident the contents of Ca and P in 1 kg of dry excreta of broilers administered feed mixtures BR 1 and BR 2 with increased levels of DiCaP and addition of enzymatic preparation NATUPHOS, 50%-decrease in DiCaP content resulted in reduction of P content in excreta by 27.50%.

REFERENCES

- BROZ, J. – OLDALE, P. – PERRIN-VOLTZ, A. H. – RYCHEN, G. – SCHULZE, J. – SIMOES NUNES, C.: Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilisation in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. *Brit. Poul. Sci.*, 35, 1994: 273–280.
- FARRELL, D. J. – MARTIN, E. – DUPREEZ, J. J. – BONGARTS, M. – BETTS, M. – SUDAMAN, A. – THOMSON, E.: The beneficial effects of a microbial feed phytase in diets of broiler chickens and ducklings. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. – Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futterm.-Kde*, 69, 1993: 278–283.
- SCHÖNER, F. J. – HOPPE, P. P. – SCHWARZ, G. – WIESCHE, H.: Comparison of microbial phytase and inorganic phosphate in male chickens – the influence on performance

NÁHRADA SÓJI A KUKUŘICE SEMENEM ŘEPKY 00, PŠENICÍ, JEČMENEM A HRACHEM PŘI VÝKRMU HUS

REPLACEMENT OF SOYBEAN AND MAIZE MEAL IN GOOSE BROILER DIETS BY RAPESEED, WHEAT, BARLEY AND PEA

Z. Soukupová¹, J. Příbylová¹, J. Příbyl¹, J. Výmola²

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

²Czech University of Agriculture, Faculty of Agronomy, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Formulae of feeding mashes were proposed and tested for the goose broiler production in which extracted soybean and maize meal were fully or partially replaced by rapeseed meal, pea, wheat and barley. Three mixtures were tested on 582 geese of two genotypes of Italian goose with the sex ratio 1 : 1. About 300 goslings of each genotype were housed in a warm rearing house, on deep litter in boxes (2.71 birds/m²) till the age of 105 days. Within each genotype the goslings were divided into three groups. From the 1st to the 28th day of age all goslings were fed *ad libitum* with the starter granular mash, from the 29th to the 105th day with grower pelleted diets, differing in their composition (Tab. I). Mixture No.1 was used as standard. Live weight at the age of 105 days, mortality and total feed consumption were monitored. Traits measured on individuals were analyzed by model (1), traits measured on box basis (mortality and feed consumption) were analyzed according to model (2), where y_{ijkl} is the value of the l -th individual of the k -th sex, receiving the j -th diet and belonging to the i -th genotype, y_{ij} is the value of the box where birds of the i -th genotype are housed receiving the j -th diet, μ is general mean, g_i is the effect of the i -th genotype, v_j is the effect of the j -th diet, p_k is the effect of the k -th sex, $(gv)_{ij}$, $(gp)_{ik}$, $(vp)_{jk}$, $(gvp)_{ijk}$ are the appropriate interaction effects, e_{ijkl} the residual effect for models (1) and (2), resp. All calculations were carried out using the procedure GLM of SAS. At the end of experiment the live weight of goose broilers was 5.28–5.63 kg and feed conversion 4.97–5.45 kg/kg LW (Tab. II). The live weight was significantly influenced by sex and diet. Goslings fed experimental mixtures had significantly higher live weight. The feed consumption and mortality were not influenced by the diet at all. The interactions between genotype and diets (genotype x sex, sex x diet and genotype x diet x sex) were not significant. Using native sources of nutrients may considerably reduce the production costs of goose broiler raising (Tab. III).

poultry; goose; growth; rape 00; pea; wheat; barley; interactions

ABSTRAKT: 582 housat dvou genotypů bylo po dobu 105 dnů vykrmováno třemi typy diet, ve kterých byly sója a kukuřice úplně nebo částečně nahrazeny pšenicí, ječmenem, řepkovým semenem 00 a hrachem. Bylo dosaženo živé hmotnosti 5,28 až 5,63 kg. Částečná náhrada sóji a částečná nebo úplná náhrada kukuřice pšenicí, ječmenem, hrachem (10 %) a semenem řepky 00 (10 %) měly významně příznivý vliv na zvýšení živé hmotnosti. Spotřeba krmiva a úhyn nebyly výživou ovlivněny. Interakce mezi jednotlivými efekty (genotyp, pohlaví, výživa) byly nevýznamné. Využití domácích plodin se projevilo zlevněním výkrmu.

drůbež; husy; výkrm; interakce; řepka 00; hrách; ječmen; pšenice

ÚVOD

Snaha o zlevnění výkrmu drůbeže, ať již hrabavé nebo vodní, vede k náhradě drahých krmných surovin, převážně z dovozu, surovinami z domácí produkce. V podstatě se jedná o náhradu sójového extrahovaného šrotu a kukuřice semenem řepky 00, hrachem, pšenicí a ječmenem. Tento přístup se velmi osvědčil při výkrmu brojlerů (Clandinin, Robblee, 1976, 1983; Skřivan, Tůmová, 1986, 1987; Splítek, Marek, 1986; Chrappa et al., 1991; Koucký et al., 1992; Hyánková et al., 1993) i kachen (Soukupová et al., 1994). O použití této náhrady

při výkrmu hus informace chybí. Z tohoto důvodu jsme navrhli a experimentálně ověřovali směsi umožňující výkrm hus při částečné náhradě sójového extrahovaného šrotu a úplné náhradě kukuřice plodinami domácího původu.

MATERIÁL A METODA

Do výkrmového testu v kontrolní stanici drůbeže v Ústrašicích bylo zařazeno 582 housat (poměr pohlaví 1 : 1) dvou genotypů (1 – Ivagees 335, 2 – hybrid 2821). Výkrm housat probíhal 105 dnů na hluboké po-

I. Složení krmných směsí a obsah hlavních živin – Formulations of feeding mashes and content of main nutrients

Krmné komponenty ¹	Období výkrmu (dny) ²⁰					
	1.–28.			29.–105.		
	dieta ²¹					
	1	2	3	1	2	3
Rybí moučka ²	4,0	4,0				
Masokostní moučka ³	4,0	6,0	10,0	3,0	5,0	5,0
Kvasnice Vitex ⁴	2,0			2,5		
Sójový extrahovaný šrot ⁵	31,0	22,0	20,0	22,0	16,0	12,0
Semena řepky 00 ⁶			10,0			10,0
Pšenice ⁷		46,78	38,73		42,64	38,68
Kukuřice ⁸	46,6	15,0		58,2		
Hrách ⁹					10,0	10,0
Ječmen ¹⁰			15,0		15,0	15,0
Pšeničné klíčky ¹¹	6,0			4,0		
Kafilerní tuk ¹²	2,0			5,0		
Sádlo ¹³		2,0	2,0		6,0	4,0
MKP 2 SP*	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Sůl krmná ¹⁴	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
DB HUBR **	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
DL metionin ¹⁵		0,02	0,07		0,06	0,02
Celkem ¹⁶	100	100	100	100	100	100
Obsah hlavních živin ¹⁷						
NL ¹⁸ (g)	248,8	226,0	224,5	186,5	185,7	184,1
ME (MJ/kg)	11,69	11,79	11,96	12,62	12,42	12,53
Orientační cena (ceny komponentů v relacích roku 1994) ¹⁹						
Kč/t	6 662	6 215	6 029	5 992	5 930	5 735

* MKP 2 SP obsahovala komponenty potřebné pro růst drůbeže v množství odpovídajícím obvyklým normám a doporučením

** Doplněk biofaktorů (DB HUBR) obsahoval vitamíny v běžně používaných hladinách

* MKP 2 SP contained ingredients necessary for poultry growth at an amount corresponding to regular standards and allowances

** Biofactor supplement (DB HUBR) contained vitamins at regularly used levels

¹ feed ingredients, ² fish meal, ³ meat-bone meal, ⁴ Vitex yeast, ⁵ soybean meal, ⁶ rapeseed oil, ⁷ wheat, ⁸ maize, ⁹ pea, ¹⁰ barley, ¹¹ wheat germs, ¹² waste fat, ¹³ lard, ¹⁴ fodder salt, ¹⁵ DL methionine, ¹⁶ total, ¹⁷ content of main nutrients, ¹⁸ crude protein, ¹⁹ orientation price (ingredient prices in 1994 terms), ²⁰ fattening period (days), ²¹ diet

destýlce v boxech po cca 100 kusech (2,71 ks/m²) v teplé bezokenní hale s řízeným prostředím. Světelný den byl po celou dobu výkrmu 24 hodin. Ve věku 85 dnů byla housata podškrubána a při ukončení testu individuálně zvážena. V rámci každého genotypu byla housata rozdělena do tří skupin po cca 100 kusech a krmna *ad libitum* třemi dietami lišícími se složením (tab. I). Období výkrmu bylo rozděleno do dvou fází – první fáze trvala od 1. do 28. dne, druhá od 29. do 105. dne věku. Všechny směsi zkrmované v první i druhé fázi výkrmu byly granulované.

Kontrolní skupinu tvořila housata krmená dietou č. 1, což byla směs VH IT, která je používána při národních i mezinárodních výkrmových testech hus. Všechny zkrmované směsi byly izoenergetické a v obsahu N-látek byly rozdíly nepatrné, s výjimkou první fáze výkrmu, ve které měla směs č. 1 (VH 1 IT) o cca 10 % vyšší obsah N-látek než směsi č. 2 a 3.

Pro první fázi výkrmu byly experimentální směsi konicpovány tak, že v nich byl oproti směsi kontrolní zvýšen obsah masokostní moučky na úkor rybí moučky

a snížen obsah extrahovaného sójového šrotu. Kukuřice byla částečně (směs č. 2) a zcela (směs č. 3) nahrazena pšenicí, ječmenem a řepkovým semenem 00 odrůdy CERES.

Ve druhé fázi výkrmu byl podobným způsobem snížen obsah sójového extrahovaného šrotu a kukuřice byla úplně nahrazena pšenicí, ječmenem a hrachem a u směsi č. 3 i řepkovým semenem 00. V obou fázích výkrmu byl do směsi zařazen kafilerní tuk místo vepřového sádla a směsi byly obohaceny metioninem. Spotřeba krmiva byla sledována za každý box odděleně a stejně tak i mortalita housat.

Živá hmotnost byla vyhodnocena podle lineárního modelu:

$$Y_{ijkl} = \mu + g_i + v_j + p_k + (gv)_{ij} + (gp)_{ik} + (vp)_{jk} + (gvp)_{ijk} + e_{ijkl} \quad (1)$$

kde: y_{ijkl} – hodnota sledované vlastnosti pro l -tého jedince

k -tého pohlaví i -tého genotypu s j -tou dietou

μ – celkový průměr

g_i – efekt i -tého genotypu ($i = 1, 2$)

v_j – efekt j -té diety ($j = 1, 2, 3$)

p_k – efekt k -tého pohlaví ($k = 1, 2$)

II. Výsledky výkrmu – Results of fattening

Genotyp ¹	Dieta ²	Živá hmotnost ³ (kg)			Spotřeba krmiva (kg) na kg živé hmotnosti ⁷	Úhyn ⁸ (%)	Celkový zisk ⁹ (Kč)	Zisk na kus ¹⁰ (Kč)	Zisk na kg živé hmotnosti ¹¹ (Kč)
		průměr ⁴	houseř ⁵	husy ⁶					
1		5,45 ± 0,03	5,48 ± 0,05	5,07 ± 0,05	5,19	8,34	-3 134,34	-34,11	-6,28
2		5,43 ± 0,03	5,85 ± 0,05	5,00 ± 0,05	5,05	8,52	-2 621,51	-30,21	-5,57
	1	5,31 ± 0,04	5,72 ± 0,05	4,91 ± 0,06	5,23	5,47	-3 632,60	-38,54	-7,24
	2	5,59 ± 0,04	5,98 ± 0,06	5,20 ± 0,06	4,96	9,33	-2 274,47	-27,47	-4,91
	3	5,42 ± 0,04	5,82 ± 0,06	5,02 ± 0,06	5,16	10,50	-2 726,70	-30,48	-5,62
1	1	5,35 ± 0,06	5,74 ± 0,08	4,95 ± 0,08	5,45	7,00	-4 302,23	-46,26	-8,65
	2	5,63 ± 0,06	5,96 ± 0,08	5,30 ± 0,08	4,98	8,00	-2 449,17	-26,62	-4,73
	3	5,39 ± 0,06	5,81 ± 0,08	4,97 ± 0,08	5,13	10,00	-2 639,66	-29,33	-5,44
2	1	5,28 ± 0,05	5,70 ± 0,08	4,86 ± 0,08	5,03	4,00	-2 975,88	-31,00	-5,87
	2	5,55 ± 0,06	6,00 ± 0,09	5,10 ± 0,09	4,97	9,00	-2 121,03	-29,06	-5,23
	3	5,45 ± 0,06	5,84 ± 0,08	5,07 ± 0,08	5,19	11,00	-2 817,61	-31,66	-5,81
Průměr		5,44 ± 0,03	5,84 ± 0,03	5,04 ± 0,04	5,13	8,35	-2 916,11	-32,47	-5,99
Analýza rozptylu (významnost efektů) ¹²									
Genotyp ¹ (G)			ns		ns	ns	ns	ns	ns
Dieta ² (D)			++		ns	ns	ns	ns	ns
Pohlaví ¹³ (P)			++						
Interakce ¹⁴ G x D			ns						
G x P			ns						
P x D			ns						
G x D x P			ns						

++ $P < 0,01$, + $P < 0,05$, ns = statisticky nevýznamné¹⁵

¹genotype, ²diet, ³live weight, ⁴average, ⁵ganders, ⁶geese, ⁷feed consumption (kg) per kg live weight, ⁸mortality, ⁹total profit, ¹⁰profit per goose, ¹¹profit per kg live weight, ¹²analysis of variance (significance of effects), ¹³sex, ¹⁴interactions, ¹⁵statistically insignificant

- (g^v)_{ij} – interakce mezi *i*-tým genotypem a *j*-tou dietou
 (g^p)_{ik} – interakce mezi *i*-tým genotypem a *k*-tým pohlavím
 (vp)_{jk} – interakce mezi *j*-tou dietou a *k*-tým pohlavím
 (gvp)_{ijk} – interakce mezi *i*-tým genotypem, *j*-tou dietou a *k*-tým pohlavím
 e_{ijkl} – reziduální efekt

Spotřeba krmiva, úhyny a zisk byly hodnoceny pomocí lineárního modelu:

$$y_{ij} = \mu + g_i + v_j + (g^v)_{ij} \quad (2)$$

Symbole mají stejný význam jako v modelu (1). Pro analýzu obou modelů (1) a (2) byla použita procedura GLM statistické knihovny SAS (SAS Institute Inc., 1988).

Pro ekonomické hodnocení byla použita tato rovnice (Hyánková et al., 1993):

$$Z_c = c_1 (N - n) h - (N \cdot c_2 + A + c_3 \cdot k_1 + c_4 \cdot k_2) \quad (3)$$

- kde: Z_c – celkový zisk
 c_1 – cena za 1 kg živé hmotnosti
 N – počet zastavených housat
 n – počet uhynulých housat
 h – průměrná hmotnost
 A – fixní náklady
 c_2 – cena jednodenního houseče
 c_3 – cena 1 kg směsi VH 1
 k_1 – spotřeba krmiva VH 1
 c_4 – cena 1 kg směsi VH 2
 k_2 – spotřeba krmiva VH 2

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky včetně ekonomického vyhodnocení výkrmu jsou uvedeny v tab. II a III. Z efektů, které byly v experimentu sledovány, tj. genotyp, pohlaví a dieta, měly na živou hmotnost významný vliv pouze dieta a pohlaví (pohlavní dimorfismus). Spotřeba krmiva a úhyn nebyly těmito faktory statisticky průkazně ovlivněny. Rovněž interakce mezi genotypy a výživou nebyly významné, a to jak u vlastnosti živá hmotnost, tak u spotřeby krmiva a mortality.

Dieta č. 2 s množstvím extrahovaného sójového šrotu sníženým na 22 % (I. fáze) a 16 % (II. fáze) a kukuřice na 15 % (I. fáze) a s podílem pšenice 47 % (I. fáze) a 43 % (II. fáze), která obsahovala i 10 % hrachu a 15 % ječmene (II. fáze), se projevila velmi příznivě v dosažení nejvyšší živé hmotnosti housat. Platí to pro oba genotypy i pro obě pohlaví. Dieta č. 3 s 20% (I. fáze) a 12% podílem sójového šrotu, s 39 % pšenice, 15 % ječmene, 10 % semene řepky a 10 % hrachu (II. fáze) měla rovněž velmi dobré účinky na živou hmotnost vykrmovaných housat. Rozdíl v živé hmotnosti mezi dietami 2 a 3 v neprospěch diety č. 3 lze vysvětlit nižší využitelností živin z přijímaného krmiva, na kterém se podílí celá řada antinutričních a nestavitelných látek obsažených v řepkovém semeni. Jsou to např. taniny, fyty, fenoly, sinapsin, inhibitor

Symbol		Dieta ¹			
		1	2	3	
GENOTYP ² 1					
<i>N</i>	počet zastavených housat ³	(ks)	100	100	100
<i>u</i>	počet uhynulých housat ⁴	(ks)	7	8	10
<i>h</i>	průměrná živá hmotnost ⁵	(kg)	5,35	5,63	5,39
<i>A</i>	fixní náklady na <i>N</i> ks ⁶	(Kč)	1 400,-	1 400,-	1 400,-
<i>k</i> ₁	spotřeba krmiva ⁷ VH 1	(kg)	407	387	364
<i>k</i> ₂	spotřeba krmiva VH 2	(kg)	2 304	2 194	2 128
<i>c</i> ₁	cena 1 kg živé hmotnosti ⁸	(Kč)	37,-	37,-	37,-
<i>c</i> ₂	cena jednodenního housete ⁹	(Kč)	48,-	48,-	48,-
<i>c</i> ₃	cena 1 kg směsi ¹⁰ VH 1	(Kč)	6,66	6,21	6,03
<i>c</i> ₄	cena 1 kg směsi VH 2	(Kč)	5,99	5,93	5,73
<i>Z</i> _h	zisk/kg živé hmotnosti ¹¹	(Kč)	-8,65	-4,73	-5,44
<i>Z</i> _k	zisk/vykrmený kus ¹²	(Kč)	-46,26	-26,62	-29,33
<i>Z</i> _c	celkový zisk ¹³	(Kč)	-4 302,23	-2 449,17	-2 639,66
GENOTYP ² 2					
<i>N</i>	počet zastavených housat ³	(ks)	100	82	100
<i>u</i>	počet uhynulých housat ⁴	(ks)	4	9	10
<i>h</i>	průměrná živá hmotnost ⁵	(kg)	5,28	5,55	5,45
<i>A</i>	fixní náklady na <i>N</i> ks ⁶	(Kč)	1 400,-	1 148,-	1 400,-
<i>k</i> ₁	spotřeba krmiva ⁷ VH 1	(kg)	382	302	378
<i>k</i> ₂	spotřeba krmiva VH 2	(kg)	2 168	1 712	2 144
<i>c</i> ₁	cena 1 kg živé hmotnosti ⁸	(Kč)	37,-	37,-	37,-
<i>c</i> ₂	cena jednodenního housete ⁹	(Kč)	48,-	48,-	48,-
<i>c</i> ₃	cena 1 kg směsi ¹⁰ VH 1	(Kč)	6,66	6,21	6,03
<i>c</i> ₄	cena 1 kg směsi VH 2	(Kč)	5,99	5,93	5,73
<i>Z</i> _h	zisk/kg živé hmotnosti ¹¹	(Kč)	-5,87	-5,23	-5,81
<i>Z</i> _k	zisk/vykrmený kus ¹²	(Kč)	-31,00	-29,06	-31,66
<i>Z</i> _c	celkový zisk ¹³	(Kč)	-2 975,88	-2 121,03	-2 817,61

¹diet, ²genotype, ³number of stocked goslings, ⁴number of dead goslings, ⁵average live weight, ⁶fixed costs of *N* geese, ⁷feed consumption, ⁸outlays for 1 kg live weight, ⁹outlays for straight-run goslings, ¹⁰outlays for 1 kg mash, ¹¹profit/kg live weight, ¹²profit/produced goose, ¹³total profit

trypsinu a hydrolytické produkty glukosinolátů (S kř i - v a n, T ů m o v á, 1986; Z e m a n e t al., 1990). U kontrolní skupiny byla zjištěna průkazně nižší výsledná živá hmotnost a s výjimkou genotypu 2 a diety č. 3 vyšší spotřeba krmiva, i když tento rozdíl byl statisticky nevýznamný.

Rozdíly v mortalitě, ač se na první pohled zdají značné, byly rovněž nevýznamné.

Podíváme-li se na ověřované pokusné směsi z hlediska obsahu živin a metabolizovatelné energie, můžeme konstatovat, že obsah ME se v obou fázích výkrmu téměř neliší od obsahu ME v kontrolní směsi a také od hodnot, které doporučuje Komise výživy hospodářských zvířat ČAZV (1993), tj. 12 MJ v první a 11,7 MJ v druhé fázi výkrmu. Stejně tak i normy NRC (1984) udávající obsah ME 12,09 MJ po celou dobu výkrmu.

V obsahu N-látek se experimentální směsi liší nejen od směsi kontrolní, ale i od doporučení Komise výživy (1993), které uvádí značně nižší hodnoty (18 % a 14 %). V první fázi výkrmu byly hodnoty obsahu N-látek

v testovaných dietách č. 2 a č. 3 (22,6 % a 22,45 %) podobné údajům, které doporučují normy NRC (1984) (22 %), ale v II. fázi výkrmu je doporučeno množství nižší (15 %) než v námi prověřovaných krmných směsích (18,57 % a 18,41 %). Kontrolní směs č. 1 (VH IT) je zejména pro první fázi výkrmu v obsahu N-látek bohatší (24,88 %).

V tab. II jsou uvedeny hodnoty rentability výkrmu, a to celkový zisk (*Z_c*), zisk na jeden vykrmený kus (*Z_k*) a zisk na 1 kg živé hmotnosti (*Z_h*). Při kalkulaci cen experimentálních směsí jsme vycházeli z cenových relací zjištěných u výrobců směsí v roce 1994 (tab. I). Celý výkrm byl ztrátový, protože byl zatížen vysokými fixními náklady na jedno houso (tab. III). Tyto náklady jsou v kontrolní stanici vysoké z důvodu vysokého podílu práce při individuálním vážení zvířat a sledování spotřeby krmiva. Negativně se v kalkulaci odrazil i nízká cena, za kterou byla vykrmená drůbež realizována (37,- Kč/kg živé hmotnosti). Přesto, že u všech testovaných skupin vznikla při výkrmu ztráta, je patrné,

že při použití námi navrhovaných směsí, zejména pak při výkrmu genotypu 1 dietou č. 2, došlo k snížení této ztráty úsporou krmných nákladů, rozdíl však nebyl statisticky významný.

V našem pokusu jsme se snažili snížit krmné náklady při výkrmu hus náhradou, ať již úplnou nebo částečnou, dovážených komponent sóji a kukuřice levnějšími obilovinami z domácí produkce, semenem řepky 00 a hrachem. Bylo by jistě užitečné, s ohledem na nová doporučení Komise výživy hospodářských zvířat ČZV, ověřit možnost dalšího zlevnění výkrmu hus cestou snížení obsahu dusíkatých látek v krmných směsích, a to v obou fázích výkrmu.

Poděkování

Autoři děkují pracovníkům s. p. Mezinárodní testování drůbeže v Ústrašicích za realizování výkrmového testu.

LITERATURA

CLANDININ, D. R. – ROBBLEE, A. R.: Low glucisinate rapeseed meal. *Agric. Bull.*, 29, 1976: 7–10.
CLANDININ, D. R. – ROBBLEE, A. R.: Canola meal can be good source of high quality protein for poultry: Canadian researches. *Feedstuffs*, 558, 1983: 36–37.
HYÁNKOVÁ, L. – SOUKUPOVÁ, Z. – VÝMOLA, J. – WOLF, J.: Náhrada sóji semenem řepky 00 a hrachem

v druhé fázi výkrmu brojlerových kuřat. *Živoč. Vyr.*, 38, 1993: 601–610.

CHRAPPA, V. – STRÁŽNICKÁ, H. – ÁBELOVÁ, H. – SABO, V.: Účinek skrmování repkového semene „00“ na užitkovost brojlerových kuřat. *Živoč. Vyr.*, 36, 1991: 437–447.

KOUCKÝ, M. – NADĚJE, B.: Řepkové výlisky ve výživě kuřecích brojlerů. Poster. In: *Symp. o jakosti potravin ČSAZ*, Brno, 1992.

SKŘIVAN, M. – TŮMOVÁ, E.: Výkrm kuřat, jatečná a nutriční hodnota při zastoupení ŘEŠ „00“ Tandem v krmných směsích. [Dílčí závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1986.

SKŘIVAN, M. – TŮMOVÁ, E.: Výkrm kuřat při částečné náhradě SEŠ v krmných směsích ŘEŠ „00“ Tandem s doplňky lysinu. [Dílčí závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1987.

SOUKUPOVÁ, Z. – PŘIBYLOVÁ, J. – PŘIBYL, J. – VÝMOLA, J.: Náhrada sójového extrahovaného šrotu a kukuřice tuzemskými zrninami při výkrmu brojlerových kachen. *Živoč. Vyr.*, 39, 1994: 441–450.

SPLÍTEK, M. – MAREK, J.: Extrahovaný šrot z řepky odrůdy Tandem v krmných směsích pro brojlery. *Krmivářství a Služby*, 1986: 62–64.

ZEMAN, L. et al.: Využití řepky a řepkového extrahovaného šrotu ve výživě zvířat v podmínkách ČSFR. *Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe*, 1990.

Komise výživy hospodářských zvířat ČZV: *Potřeba živin a tabulky výživných hodnot krmiv pro drůbež*. Brno, 1993. 23 s.

NRC, *Nutrient Requirements of Poultry*. 8th revised ed. Washington D. C., USA, National Academy Press 1984. 19 s.

Došlo 2. 12. 1994

Kontakní adresa:

Ing. Zdenka Soukupová, CSc., Výzkumný ústav živočišné výroby, 104 00 Praha 10-Uhřetěves, Česká republika,
tel.: 02/75 02 21, fax: 02/75 06 90

Oznamujeme čtenářům a autorům našeho časopisu,

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

Česká zemědělská univerzita v Praze

časopis

SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA

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

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

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

Česká zemědělská univerzita v Praze
Redakce časopisu *Scientia agriculturae bohemica*
165 21 Praha 6-Suchbát

VLIV RŮZNÉHO ZPŮSOBU USTÁJENÍ V ZIMNÍM OBDOBÍ NA CHOVÁNÍ DOJNIC

EFFECT OF DIFFERENT HOUSING IN WINTER ON BEHAVIOR OF DAIRY COWS

J. Brouček¹, C. W. Arave², Y. Nakanishi³, P. H. Stewart², Š. Mihina¹, L. Hetényi¹

¹Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

²Utah State University, Logan, USA

³Kagoshima University, Kagoshima-shi, Japan

ABSTRACT: Thirty Holstein cows were randomly assigned to two housing treatment groups. The trial group (open housing) was kept in an open free-stall barn and the control group (inside or warm housing) in a warm enclosed tie-stall barn. The experiment lasted from December 9, 1992 to March 2, 1993 (twelve weeks). Feed was mixed and distributed into individual feeders. Cows were on 2x milking in herringbone parlor. The lowest minimal temperature during 24h observation was in 5th week (-17.9 °C), but in 2nd and 3rd observation (9th and 12th week) minimal temperatures were low, too (-13.6 °C; -12.9 °C). A similar course was registered in 24h average daily temperatures (-14.5 °C in the first observation, -8 °C and -8.3 °C in the others). In warm enclosed barn the average temperatures were 4.6 °C, 7.8 °C and 9.8 °C. There were the minimal temperatures 1.5 °C, 2.3 °C and 5.9 °C in this warm housing. Three ethological observations were carried out, each 24 hours. An average age and age at the first calving of the cows from the open housing were 1,419 and 791 days and 1,713 and 784 days in those from the warm housing. The stage and number of lactation were 150 days and 2.4 in the open group and 173 days and 2.8 in the inside group (Tab. I). Body weight of the cows from the open housing was rising from the first observation (623.3 kg) to the third observation (663.3 kg). The lowest body weight was also recorded in the animals from the inside housing during the first ethological observation (671.4 kg). The highest body weight was observed in February (686.2 kg). A significant difference between the groups was found in January (Tab. II). There were no statistically significant differences in milk yield during the days of observation between the groups. Milk production steadily decreased from January to March as the lactation progressed. There was a significant difference in the milk yield of the first and third observations in trial group (33.4 kg versus 27.6 kg). Feed intake of the dairy cows kept in an open barn was significantly increased during all observations (Tab. II). The largest differences between the groups were recorded during the first observation (37.3 kg versus 27.3 kg). Cows from both groups spent a longer time lying down on the left side than on the right side; significant differences were only found in the trial group in February and March (42.9% versus 22.7% and 34.4% versus 19.6%). There were always longer times spent lying on the left side and on the right side in a tie-stall barn except for February (Tab. III). During the first observation at the lowest temperatures the cows from the open housing showed a significantly longer time spent eating (15.5% compared with 8.5% in the control group). During the last observation the cows from the warm barn ate longer. In this group the time spent eating steadily increased from the first observation onwards. The largest differences in ruminating while lying between the groups were found in the second observation (30.7% in open free-stall housing versus 22% in tie housing); however, the differences were not significant. During the last observation when a longer time spent ruminating while lying was recorded in the cows from the inside group (23.3% versus 18.8% in outside group), the difference was significantly high. During the first two observations a longer time spent ruminating was recorded in the cows from the outside barn. In an average of the three observations the length of rumination was also higher in the open group (32.6% versus 30.6% in control group). Tab. IV shows evaluation of the number of the periods of ethological activities. No significant differences were found except for standing in the stall. In both groups there were more bouts of lying on the left side than on the right side. Greater differences between left and right laterality were recorded in the trial group. The number of eating periods was highest in both groups in March. The relationships between behavior, milk yield and feed consumption were of no significance. The only significant differences were found as related to body weight and age parameters. In both groups the time of eating was closely related to body weight during the second and third observations. In the inside group, the length of ruminating while lying and the total length of rumination were mostly negatively correlated to live body weight. In the cows from the outside group the relationships were more obvious. The same close relationships also occurred between the total length of lying and live body weight (Tab. V). Relationships between the length of eating and age, age at the first calving and number of lactation were negative during the first observation with the lowest temperatures. These were more significant in the cows from the inside group. In the following observations these correlations were positive (Tab. VI). Based on this experiment and on the available literature, it is concluded that open conditions in a free-stall housing at the temperatures approaching -18 °C are not stressful to cows and do not affect the welfare of dairy cows. However, this is only when feeding is optimal.

dairy cows; behavior; low temperatures; housing

ABSTRAKT: 30 dojnic plemene holštýnské jsme náhodně rozdělili do dvou skupin s rozdílným systémem ustájení. Pokusná skupina byla ustájena v otevřené stáji s volným boxovým ustájením, kontrolní skupina byla ustájena vazně v zatepleném objektu. Experiment trval od 9. prosince 1992 do 2. března 1993 (12 týdnů). Všechny dojnice byly individuálně krmeny směsnou krmnou dávkou a dvakrát denně dojeny v rybinové dojárně. Behaviorální aktivity byly zaznamenávány v 15minutových intervalech individuálně u každé dojnice v průběhu tří 24hodinových sledování. Nejnižší minimální teploty během 24 h pozorování jsme zaznamenali v 5. týdnu (-17,9 °C), ale v druhém a třetím sledování (9. a 12. týden) byly rovněž nízké (-13,6 °C; -12,9 °C). Podobný trend byl zaregistrován v průměrných teplotách za 24 h pozorování (-14,5 °C v prvním sledování, -8 °C a -8,3 °C v dalších sledováních). V zateplené, uzavřené stáji byly průměrné teploty 4,6 °C, 7,8 °C a 9,8 °C a minimální teploty 1,5 °C, 2,3 °C a 5,9 °C. Dojnice z obou skupin strávily delší čas ležením na levé straně. V průběhu prvního etologického pozorování při nejnižších teplotách strávily krávy z otevřeného boxového ustájení signifikantně delší čas příjmem krmiva (15,5 % oproti 8,5 % u kontrolní skupiny). V průměru všech tří pozorování byla délka přežvykování delší u pokusné skupiny (32,6 % proti 30,6 %). Neprůkazné rozdíly byly zjištěny v celkovém času ležení a stání. V obou skupinách byl zaznamenán větší počet period ležení na levé straně než ležení na pravé straně. Větší rozdíly byly u zvířat z volného ustájení v otevřené stáji. Počet period žraní byl v obou skupinách nejvyšší v březnovém sledování. Prostředí volného ustájení s extrémními teplotami okolo -18 °C nebylo pro optimálně krmené dojnice stresující.

dojnice; chování; nízké teploty; ustájení

ÚVOD

Vhodnost jednotlivých typů ustájení se často posuzuje na základě časů ležení a přežvykování zvířat. Tyto základní etologické parametry mohou být ovlivněny různými detaily ustajovacího zařízení, nebo rozdílným managementem (O'Connell et al., 1989).

Dechamps et al. (1989) porovnávali chování dojnic v ustájení s uzavřením a v lehacích boxech vzadu uzavřených. Průměrný čas ležení a počet změn poloh byl 11,61 a 14,06 h. Mezi oběma typy ustájení, ani mezi zvířaty před otelením a po něm nebyly zjištěny průkazné rozdíly. V projektu autorů Krohn a Munksgaardová (1993) byl čas ležení signifikantně delší ve vazně ustájení než ve volném. V normálních podmínkách krávy stráví za 24 hodin 9 až 12 h ležením a 2,5 h stáním (Süss, Andreae, 1984). Čas ležení v nevhodných boxech a v podmínkách přeplněné stáje je nižší než v podmínkách optimalizovaných (Wierenga, Hopster, 1990).

Více autorů považuje ležení na levé straně za rozhodující pro kvalitní odpočinek a za optimální pozici pro bachorové trávení (Grant et al., 1990; Wagon, Rollins, 1972; Jackson - cit. Arave, Albright, 1981). Yungblut et al. (cit. Lamb, 1976) porovnávali lehací boxy, ve kterých krávy ležely 53 % času na levé straně, s boxy se spádem 1,5 až 2,0 %, ve kterých dojnice ležely na levé straně 70 % z celkového času ležení. Arave a Walters (1980) zjistili 64,7% podíl ležení na levé straně u dojnic a 61,8% u jalovic. Cílem několika vyšetřování bylo zjištění preferencí různých druhů boxových podlah. Brestenský et al. (1988) dokázali, že krávy stráví delší čas ležením v boxech s měkkým povrchem než na tvrdých podlahách. Gjestang a Gravas (cit. Jensen et al., 1988) zjistili, že čas ležení je výrazně ovlivňován kvalitou podestýlky. Podle autorů Brestenský et al. (1989) je pro pohodu dojnic příznivější sláma a písek než různé typy gumových matrací. Friend a Polan (1974) zjistili průměrný čas strá-

vený v lehacích boxech 11,1 h denně a průměrný čas příjmu krmiva od 2,9 do 4,7 h. Arave a Macaulay (1993) uvádějí, že čas ležení, ani žraní nebyl v zateplené a otevřené stáji rozdílný. Dojnice krmené v noci mají delší čas stání a kratší čas odpočinku než kontrolní krávy (Albright, 1993). 55 % z celkového času ležení u skotu se projevuje v šestihodinové periodě mezi 22.00 až 4.00 h. Krávy krmené v noci stráví 40 % z denního času ležením, zvířata krmená ve dne jen 25 % (Collis, 1976).

Miller a Wood-Gush (1991) porovnávali chování krav ustájených venku mimo stáje a ve stáji. Uvnitř držené krávy strávily mezi 9.00 až 18.30 hodinou 59 % času ležením, 17 % žraním a 24 % jinými aktivitami. Venku ustájené krávy strávily za stejnou dobu 27 % času ležením, 34 % pastvou a 39 % jiným chováním. V projektu autorů Gonyou et al. (1979) měli ve výběhu krmení býci delší čas ležení, ale snížil se čas čištění olizováním při snížení teplot. Čas přežvykování se zvýšil při expozici teplotě -20 °C. Nejdélší čas žraní byl zaznamenán mezi 6.00 a 18.00 h a nejnepříznivější periody žraní byly od 15.00 do 18.00 h (Bond et al., 1978). Noční příjem krmiva často následuje po napájení a je spojený s defekací (Gonyou, 1980). Gonyou, Stricklin (1981) a Stricklin, Gonyou (1981) zjistili, že skot stráví žraním ze společného žlabu 120 min denně a žraním stejné krmné dávky v individuálních boxech 90 min. Metz (1975) analyzoval příjem krmiva a přežvykování u jalových krav, kterým bylo seno předkládáno *ad libitum*. Čas příjmu krmiva byl denně 248 až 392 min. Čas přežvykování byl od 464 do 579 min a počet period žraní od 10,8 do 16,9. Příjem sena byl nejčastější na začátku a konci světelného denního období. Podobné výsledky u krav stojících na sucho uvádí Balch (1971). Krávy z boxového ustájení strávily žraním sena při *ad libitum* podávání 6 h a přežvykováním 8 h, zatímco dojnice z vazného ustájení strávily žraním 3 h a přežvykováním 8 h (Fuller - cit. Albright, 1993). Gonyou a Stricklin (1984) uvádějí, že

u býků ustájených ve feedlotech byly průměrné časy žraní, pití, stání a ležení 9,8, 1,9, 27,4 a 60,0 %. Hlavní periody žraní, pití a stání byly spojeny s východem a západem slunce. Nejnižší aktivity těchto ukazatelů byly zaevidovány v noci.

V experimentu autorů Tanida et al. (1984) byl průměrný čas žraní 270 až 280 min, počet period žraní 10 až 12 a průměrný čas jednoho žraní 24 až 27 min. Jalovice krmené v individuálním elektronickém boxu strávily signifikantně více času příjmem krmiva než jalovice z vazného ustájení. Největší aktivita v příjmu krmiva byla zaznamenána mezi 6.00 a 21.00 h (Arave, Anderson, 1979). Prvotelky izolované od starších krav strávily žraním o 10 až 15 % více času než prvotelky ustájené ve skupině společně se staršími kravami a frekvence žraní byla zvýšená o 0,5 až 2,0 period denně (Krohn, Konggaard, 1979).

MATERIÁL A METODA

Experiment se uskutečnil v Dairy Research Center, Utah State University, v nadmořské výšce 1470 m. 30 vysokoužitkových dojnic holštýnského plemene bylo podle stadia laktace a dojivosti sestaveno do párů a náhodně rozděleno do dvou skupin. Průměrný věk a stadium laktace byly u zvířat pokusné skupiny 1 419 a 149 dní, u kontrolní skupiny 1 713 a 173 dní. Krávy z otevřené stáje se poprvé otelily ve věku 791 dní (26,4 měsíců), dojnice druhé skupiny ve věku 784 dní (26,1 měsíců). Průměrné pořadí laktace představovalo 2,4 a 2,8 (tab. I). Zvířata pokusné skupiny byla ustájena ve volně otevřené stáji a zvířata kontrolní skupiny v zatepleném objektu s vazným ustájením. Otevřený objekt typu corral se skládal ze dvou řad lehacích boxů, ve kterých krávy ležely hlavami proti sobě. Nad boxy byla střecha, která dojnice chránila jen proti dešti a sněhu. Podlaha boxů byla tvořena hlínou smíchanou s pískem, ve které byly zapuštěny rozřezané pneumatiky. Povrch byl pokryt řezanou slámou. Boxy byly 1,25 m široké a 2,45 m dlouhé. Prostory pro pohyb měly podlahu z betonových roštů. Betonové krmiště bylo o 20 cm vyvýšeno nad podlahou chodby a bylo překryto přístřeškem. V zateplené vazné stáji byla stání široká 1,36 m a dlouhá 1,82 m a byla pokryta gumovou matrací s podestýlkou z řezané slámy. Tento vazný box byl od krmeného stolu oddělen 0,3 m vysokým a 0,2 m

širokým obrubníkem a kohoutkovou zábranou ve výšce 0,77 m nad obrubníkem.

Obě skupiny krav byly dojeny v rybinové dojárně. Nádoj byl při každém dojení evidován počítačem. Spotřeba krmiva byla u všech zvířat evidována individuálně. Homogenizovaná krmná dávka byla stejná během celého 12týdenního experimentu, skládala se z 11,3 kg vojteškové senáže, 4,5 kg kukuřičné siláže, 4,8 kg vojteškového sena, 16,7 kg koncentrátu a 0,9 kg melasy. Homogenizované krmivo, které obsahovalo 64,4 % sušiny, 18,8 % hrubého proteinu a 1,85 Mcal/kg netto energie pro laktaci, 2,71 % vápníku a 1,47 % fosforu, bylo v otevřené stáji rozdělováno mobilním mixérem do individuálních automatických boxů (American Calan, Inc., Northwood, NH) a v zateplené stáji do navzájem oddělených individuálních žlabů.

Behaviorální aktivity (čas ležení na levé a pravé straně, stání v boxu, stání předními nohama v boxu a jinde mimo box, žraní, ležení s přezvykováním, stání s přezvykováním) byly zaznamenávány v 15minutových intervalech individuálně u každé dojnice v průběhu tří 24hodinových sledování.

Teplota a relativní vlhkost byly plynule snímány v obou objektech (Campbell Scientific Inc., Logan, UT) a průměry byly každou hodinu přenášeny do centrálního počítače.

VÝSLEDKY

Byla uskutečněna tři 24hodinová etologická sledování. Pro hodnocení chování je velmi důležité vědět, jaké byly mikroklimatické ukazatele, živá hmotnost, dojivost a spotřeba krmiva u použitých zvířat.

TEPLOTNÍ REŽIM A UŽITKOVOST

Nejnižší minimální teplota v průběhu 24hodinového pozorování byla zjištěna v otevřené stáji při prvním sledování v pátém týdnu experimentu ($-17,9^{\circ}\text{C}$), avšak i v druhém a třetím sledování (9. a 12. týden) byly minimální teploty nízké ($-13,6^{\circ}\text{C}$; $-12,9^{\circ}\text{C}$). Podobný trend byl pozorován v průměrných teplotách během 24hodinových etologických pozorování ($-14,5^{\circ}\text{C}$ v prvním sledování, -8°C a $-8,3^{\circ}\text{C}$ v dalších sledováních). V zateplené, uzavřené stáji, ve které byly ustá-

I. Základní data sledovaných dojnic ($n = 15$) – Basic age parameters of observed dairy cows ($n = 15$)

Index	Pokusná skupina ¹				Kontrolní skupina ²				Rozdíl ³	Hodnota <i>F</i> -testu ⁴
	\bar{x}	sd	min.	max.	\bar{x}	sd	min.	max.		
Věk (dny) ⁵	1 419	523	458	2 154	1 714	633	903	2 851	-295	1,934
Věk při prvním otelení (dny) ⁶	791	85	686	928	784	64	713	952	7	0,055
Stadium laktace (dny) ⁷	150	40	90	216	173	45	78	230	-23	0,251
Pořadí laktace ⁸	2,4	1,0	1,0	4,0	2,8	1,4	1,0	5,0	-0,4	0,800

¹trial group, ²control group, ³difference, ⁴*F*-test value, ⁵age (days), ⁶age at first calving (days), ⁷lactation stage (days), ⁸lactation number

jeny dojnice kontrolní skupiny, byly zjištěny průměrné teploty 4,6 °C, 7,8 °C a 9,8 °C a minimální teploty 1,5 °C, 2,3 °C a 5,9 °C.

Živá hmotnost krav z otevřené stáje se zvyšovala od prvního (623,3 kg) do třetího sledování (663,3 kg). Nejnižší živá hmotnost u skupiny ze zatepleného objektu byla zaznamenána rovněž v prvním etologickém sledování (671,4 kg) a nejvyšší hmotnost byla zjištěna v únoru (686,2 kg). Signifikanční rozdíl mezi skupinami byl zaznamenán v lednu (tab. II).

Při hodnocení produkce mléka ve 24hodinových periodách nebyly zjištěny průkazné rozdíly. Dojivost se postupně snižovala od ledna do března s postupující laktací. Proto byl statisticky významný rozdíl zaevidován u pokusné skupiny mezi pozorováním v lednu a březnu (33,4 kg oproti 27,6 kg).

Spotřeba krmiva u krav z otevřené stáje se významně zvýšila v průběhu všech tří sledování (tab. II). Největší rozdíl mezi skupinami byl zaznamenán v průběhu prvního pozorování (37,3 kg oproti 27,3 kg).

CHOVÁNÍ

Dojnice obou skupin strávily delší čas ležením na levé straně než ležením na pravé straně; významné rozdíly byly zjištěny jen u pokusné skupiny v únoru a březnu (42,9 % oproti 22,2 % a 34,3 % oproti 19,6 %). Neprůkazné delší ležení na levé straně bylo kromě únorového sledování zaznamenáno i v kontrolní skupině (tab. III). V průběhu prvního pozorování v lednu, kdy byly zaevidovány nejnižší teploty, se u dojnice z otevřené stáje projevily průkazné delší časy příjmu krmiva (15,5 % v porovnání s 8,5 % u zvířat kontrolní

skupiny). V průběhu posledního etologického sledování však žraly déle krávy z uzavřeného objektu. V této skupině se čas příjmu krmiva postupně zvyšoval od prvního sledování v pátém týdnu.

Největší rozdíly v čase ležení s přežvykováním byly mezi skupinami zjištěny v druhém pozorování (30,7 % v otevřené boxové stáji oproti 22 % ve vazném ustájení), nicméně diference nebyly průkazné. Naopak, v průběhu posledního sledování v březnu, kdy byl zaevidován delší čas ležení s přežvykováním u krav ze zatepleného objektu s vazným ustájením (23,3 % oproti 18,8 % ve skupině z otevřené stáje), rozdíly významné byly.

V průběhu prvních dvou pozorování byl zaznamenán delší čas strávený přežvykováním u krav pokusné skupiny, podobně i průměr všech tří 24hodinových period byl delší v otevřené stáji (32,6 % oproti 30,6 %).

Nebyly zjištěny významné diference v celkovém čase ležení a stání. Dojnice z otevřené stáje strávily nejdelší čas ležením a nejkratší čas stáním v druhém pozorování, kdy průměrná a minimální teplota byly -8 °C a -13,6 °C (v zatepleném objektu 7,8 °C a 2,3 °C). Naopak, krávy z uzavřeného, zatepleného objektu strávily více času ležením v prvním pozorování při průměrné a minimální teplotě 4,6 °C a 1,5 °C (v otevřené stáji -14,5 °C a -17,9 °C).

Tab. IV ukazuje hodnocení počtu etologických aktivit. Kromě stání v boxu nebyly nalezeny žádné průkazné rozdíly. V obou skupinách bylo zaznamenáno více period ležení na levé straně než ležení na pravé straně. Větší diference mezi levou a pravou polohou byly zaevidovány u skupiny ustájené v otevřené stáji. Počet period žraní byl u obou skupin nejvyšší v březnu.

II. Živá hmotnost, mléčná produkce a spotřeba krmiva v průběhu etologických sledování ($n = 15$) – Live body weight, milk production and feed intake during behavioral observations ($n = 15$)

Index	Pokusná skupina ¹				Kontrolní skupina ²				Rozdíl ³	Hodnota F-testu ⁴	
	\bar{x}	sd	min.	max.	\bar{x}	sd	min.	max.			
Živá hmotnost ⁵ (kg)	J	623,3	53,3	544,5	693,0	671,4	56,0	563,5	778,0	-48,1 ⁺	5,81
	F	652,3	51,5	574,0	722,0	686,2	49,1	600,5	806,0	-33,9	3,48
	M	663,3	54,9	573,0	752,0	678,9	50,8	601,0	797,0	-15,6	0,655
	$F = 2,254$				$F = 0,305$						
Množství mléka ⁶ (kg)	J	33,4	4,8	26,5	42,8	32,1	6,5	21,7	50,5	1,3	0,40
	F	31,6	4,9	24,6	39,7	30,8	5,9	19,7	45,2	0,8	0,14
	M	27,6	6,8	15,6	38,1	28,3	6,1	19,8	44,0	-0,7	0,09
	$F = 4,266$ J : M [*]				$F = 1,447$						
Spotřeba krmiva ⁷ (kg)	J	37,3	3,8	32,7	44,7	27,3	4,7	17,6	33,9	10,0 ⁺⁺⁺	40,95
	F	33,6	4,5	27,8	44,0	27,1	4,8	16,4	35,9	6,5 ⁺⁺⁺	12,05
	M	34,8	5,2	24,0	41,7	27,5	2,6	21,9	32,4	7,3 ⁺⁺⁺	19,09
	$F = 1,276$				$F = 0,480$						

+ $P < 0,05$, ++ $P < 0,01$, +++ $P < 0,001$

For 1–4 see Tab. I; ⁵live body weight, ⁶milk yield, ⁷feed intake

Pro tab. II až IV:

J = etologické sledování 5. ledna 1993, F = etologické sledování 3. února 1993, M = etologické sledování 3. března 1993

For Tabs. II–IV:

J = behavioral observation on Jan. 5, 1993, F = behavioral observation on Feb. 3, 1993, M = behavioral observation on March 3, 1993

III. Podíl času jednotlivých behaviorálních aktivit v procentech ($n = 15$) – The duration of behavioral activities in per cent ($n = 15$)

Index	Pokusná skupina ¹				Kontrolní skupina ²				Rozdíl ³	Signifikance ⁴	
	\bar{x}	sd	min.	max.	\bar{x}	sd	min.	max.			
Ležení – levá strana ⁵	J	30,7	15,0	4,9	57,4	36,9	17,7	0	57,4	-6,2	Pokusná skupina ¹ 1F : 2F* 1M : 2M* Kontrolní skupina ² 6J : 6F+ 6J : 6M++
	F	42,9	11,7	22,7	58,7	33,7	15,1	2,7	52	9,2	
	M	34,3	13,8	19,5	78	35,2	10,2	17,1	47,6	-0,9	
$F = 1,344$											
Ležení – pravá strana ⁶	J	24,4	14,7	0	50,8	31,1	12,0	11,5	55,7	-6,7	
	F	22,2	18,3	0	61,3	25,2	15,1	1,3	50,7	-3,0	
	M	19,6	12,5	0	39	23,6	14,6	0	45,1	-4,0	
$F = 1,106$											
Stání v boxu ⁷	J	7,0	9,6	0	34,4	23,5	11,1	13,1	54,1	-16,5 ⁺⁺	
	F	4,1	3,7	0	12	27,5	8,0	12,0	41,3	-23,4 ⁺⁺	
	M	7,4	7,0	0	26,8	23,9	13,7	4,9	52,4	-16,5 ⁺⁺	
$F = 19,880+++$											
Stání předníma nohama v boxu ⁸	J	4,4	3,5	0	9,8						
	F	4,1	4,8	0	17,3						
	M	5,1	4,7	0	13,4						
$F = 0,204$											
Stání jinde než v boxu ⁹	J	18,0	10,5	3,3	37,7						
	F	13,3	7,8	1,3	32,0						
	M	19,9	9,3	4,9	40,2						
$F = 2,124$											
Žraní ¹⁰	J	15,5	5,6	6,6	24,6	8,5	2,1	4,9	13,1	7,0 ⁺⁺	
	F	13,3	4,3	9,3	20,0	13,7	5,1	5,3	22,7	-0,4	
	M	14,0	3,1	8,5	18,3	18,2	3,9	12,2	29,3	-4,2	
$F = 9,118+++$											
Ležení s přežvykováním ¹¹	J	24,6	11,2	8,2	42,6	26,2	10,2	4,9	39,3	-1,6	Pokusná skupina ¹ 7F : 7M+ 9J : 9M ⁺⁺ 9F : 9M ⁺⁺ 10F : 11F ⁺⁺
	F	30,7	6,1	20,0	0	22,0	6,1	13,3	32	8,7	
	M	18,8	7,2	7,3	29,3	23,3	8,1	8,5	34,1	-4,5 ⁺⁺	
$F = 3,490++$											
Stání s přežvykováním ¹²	J	9,6	7,6	0	29,5	5,8	5,8	0	23	3,8	
	F	5,0	3,6	0	12,0	8,2	3,7	1,3	14,7	-3,2	
	M	8,6	6,7	0	1,8	6,3	6,7	0	18,3	2,3	
$F = 1,528$											
Přežvykování celkem ¹³	J	34,2	7,6	19,7	44,3	3,0	6,9	18,0	41,0	2,2	
	F	36,1	5,8	26,7	46,7	30,2	4,2	22,7	37,3	5,9	
	M	27,4	4,3	20,7	35,4	29,5	3,9	23,2	34,1	-2,1	
$F = 5,060++$											
Ležení celkem ¹⁴	J	55,0	16,7	27,9	82,0	68,1	10,9	37,7	80,3	-13,1	
	F	65,1	11,3	49,3	84,0	58,8	7,9	45,3	73,3	6,3	
	M	53,9	13,5	34,1	78,0	58,8	13,5	31,7	76,8	-4,9	
$F = 3,169+$											
Stání celkem ¹⁵	J	45,0	16,7	18,0	72,1	31,9	10,9	19,7	62,3	4,1	
	F	34,9	11,3	16,0	50,7	41,2	7,9	26,7	54,7	6,3	
	M	46,2	13,0	22,0	65,9	41,2	13,5	23,2	68,3	5,0	
$F = 3,237+$											

 $+ P < 0,05, ++ P < 0,01$

¹trial group, ²control group, ³difference, ⁴significance, ⁵lying – left side, ⁶lying – right side, ⁷standing in the stall, ⁸standing with the front legs in the stall, ⁹standing at another place than in the stall, ¹⁰eating, ¹¹ruminating while lying, ¹²ruminating while standing, ¹³ruminating in total, ¹⁴lying in total, ¹⁵standing in total

ZÁVISLOSTI

Vztahy mezi chováním, doživostí a spotřebou krmiva nebyly signifikantní. Průkazné rozdíly byly nalezeny jen u závislosti mezi etologickými ukazateli a živou hmotností a věkovými parametry. Čas příjmu krmiva byl v obou skupinách v těsném vztahu k živé hmotnos-

ti během druhého a třetího sledování. U skupiny z vazného ustájení čas ležení s přežvykováním a celkový čas přežvykování korelovaly s živou hmotností většinou negativně, u zvířat z volného ustájení v otevřené stáji byly vztahy výraznější. Podobné těsnější vztahy byly zjištěny také mezi celkovou délkou ležení a živou hmotností (tab. V).

IV. Počet period udržovacího chování ($n = 15$) – The number of maintenance behavior periods ($n = 15$)

Index		Pokusná skupina ¹				Kontrolní skupina ²				Rozdíl ³	Signifikance ⁴
		\bar{x}	sd	min.	max.	\bar{x}	sd	min.	max.		
Ležení – levá strana ⁵	J	4,4	1,9	1	8	5,3	2,7	0	10	-0,9	Pokusná skupina ¹ 6M : 6J, 6F ⁺⁺
	F	5,9	1,8	2	8	4,7	2,7	1	11	1,2	
	M	5,6	1,8	3	9	6,1	2,3	2	10	-0,5	
	$F = 7,79$				$F = 14,089$						
Ležení – pravá strana ⁶	J	2,9	1,8	0	6	4,3	1,8	2	8	-1,4	
	F	2,9	2,0	0	7	4,4	3,1	1	10	-1,5	
	M	3,8	2,6	0	8	4,7	2,4	0	8	-0,9	
	$F = 7,79$				$F = 14,089$						
Stání v boxu ⁷	J	2,9	3,0	0	10	6,9	1,8	4	10	-4,0 ⁺⁺	
	F	2,8	2,2	0	8	9,3	2,3	7	16	-6,5 ⁺⁺	
	M	3,9	2,2	0	7	9,6	2,6	3	13	-5,7 ⁺⁺	
	$F = 7,79$				$F = 14,089$						
Stání předníma nohama v boxu ⁸	J	1,9	1,8	0	3	-	-	-	-		
	F	3,1	2,7	0	9	-	-	-	-		
	M	3,9	3,7	0	11	-	-	-	-		
	$F = 7,79$										
Stání jinde než v boxu ⁹	J	4,9	2,2	2	9	-	-	-	-		
	F	5,0	1,8	1	9	-	-	-	-		
	M	7,5	2,8	3	12	-	-	-	-		
	$F = 7,79$										
Žraní ¹⁰	J	5,7	1,9	3	9	3,6	1,0	2	6	2,1	
	F	4,8	1,2	2	6	3,5	1,4	1	6	1,3	
	M	7,4	1,8	4	10	8,3	1,5	6	11	-0,9	
	$F = 7,79$				$F = 14,089$						
Ležení s přežvykováním ¹¹	J	4,1	2,4	0	8	5,3	2,5	0	8	-1,2	Pokusná skupina ¹ 7F : 8F ⁺⁺ 7M : 8M ⁺⁺ 9J : 10J ⁺⁺ 9F : 10F ⁺⁺ 9M : 10M ⁺⁺
	F	6,9	2,6	3	12	5,4	2,7	1	10	1,5	
	M	5,7	2,3	1	12	6,6	2,5	3	11	-0,9	
	$F = 15,021$				$F = 13,897$						
Stání s přežvykováním ¹²	J	2,9	1,9	0	6	2,6	1,9	0	6	0,3	
	F	2,7	2,6	0	10	3,1	2,7	0	8	-0,4	
	M	2,1	2,2	0	8	2,3	1,9	0	5	-0,2	
	$F = 15,021$				$F = 13,897$						
Přežvykování celkem ¹³	J	7,0	2,4	3	11	7,9	3,1	2	12	-0,9	
	F	9,6	2,1	6	14	8,5	2,5	4	13	1,1	
	M	7,9	2,8	4	13	8,9	3,4	3	15	-1,0	
	$F = 15,021$				$F = 13,897$						
Ležení celkem ¹⁴	J	3,8	2,4	0	8	2,6	2,2	0	8	1,2	
	F	2,9	2,0	0	7	3,7	1,8	0	7	-0,8	
	M	4,3	2,9	0	8	3,0	2,8	0	7	1,0	
	$F = 15,021$				$F = 13,897$						

For I-14 see Tab. I

Závislosti mezi délkou žraní a věkem, věkem při prvním otelení a pořadím laktace byly u obou skupin během prvního sledování s nejnižšími teplotami negativní, z toho u krav ze zateplené stáje průkazně. V dalších sledováních byly tyto vztahy pozitivní (tab. VI).

DISKUSE

Dojnice z volného boxového ustájení v otevřeném stáji a z vazného ustájení v zatepleném uzavřeném objektu byly sledovány v průběhu 12týdenního zimního období. Základní behaviorální aktivity byly identifikovány ve třech 24hodinových etologických sledováních.

Na zvřata tedy mohlo působit zásadně odlišné ustájení, ale i rozdílné teploty prostředí. Volné boxové ustájení je považováno za systém, který umožňuje zvřatům projevovat přirozené chování i při vysoké hustotě a v každém denním období (Arave, Albright, 1981; O'Connell et al., 1993). Omezení pohybu krav ve vazném ustájení naopak obsahuje poměrně velkou restriktu v jejich sociálním a fyzikálním prostředí a snižuje schopnost projevu vrozených behaviorálních vzorů. V reakci na ochuzené prostředí nemohou krávy projevit motivaci a jejich chování může být odlišné od zvřat z volného ustájení (Ewbanks, 1978).

Základní aktivitou chování krav je ležení – na změny prostředí mohou krávy reagovat snížením času leže-

V. Regresní analýza vztahů mezi živou hmotností (X) a chováním (Y) – Regression analysis of relationships between body weight (X) and behavior (Y)

Měsíc ¹	Pokusná skupina ⁵		Kontrolní skupina ⁶		
	regresní rovnice ⁷	R	regresní rovnice ⁷	R	
Leden ²	E	$Y = 6,934 + 0,013 X$	0,134	$Y = 21,487 - 0,019 X$	-0,524*
	LR	$Y = 69,021 - 0,071 X$	-0,353	$Y = 13,570 + 0,019 X$	0,103
	R	$Y = 60,898 - 0,043 X$	-0,313	$Y = 32,959 - 0,001 X$	-0,011
	L TOT	$Y = 127,28 - 0,116 X$	-0,382	$Y = 38,076 + 0,045 X$	0,229
Únor ³	E	$Y = -9,735 + 0,0336X$	0,399	$Y = -14,943 - 0,042 X$	0,401
	LR	$Y = 74,248 - 0,064 X$	-0,531*	$Y = 36,74 - 0,021 X$	-0,172
	R	$Y = 70,578 - 0,050 X$	-0,444	$Y = 40,879 - 0,015 X$	-0,179
	L TOT	$Y = 137,05 - 0,105 X$	-0,472	$Y = 82,131 - 0,034 X$	-0,210
Březen ⁴	E	$Y = 7,719 + 0,032 X$	0,597*	$Y = -4,535 + 0,033 X$	0,467
	LR	$Y = 72,188 - 0,081 X$	-0,633*	$Y = 4,273 + 0,028 X$	0,189
	R	$Y = 35,232 - 0,011 X$	-0,155	$Y = 43,4764 - 0,021 X$	-0,288
	L TOT	$Y = 136,33 - 0,124 X$	-0,526*	$Y = -2,083 + 0,089 X$	0,365

$n = 15$; $+ P < 0,05$

E = čas žraní⁸, LR = čas ležení s přežvykáním⁹, R = čas přežvykání¹⁰, L TOT = celkový čas ležení¹¹

¹month, ²January, ³February, ⁴March, ⁵trial group, ⁶control group, ⁷regression equation, ⁸time of eating, ⁹time of ruminating while lying, ¹⁰time of ruminating, ¹¹total time of lying

VI. Regresní analýza vztahů mezi věkovými parametry a časem příjmu krmiva – Regression analysis of relationships between parameters of age and time of eating

Nezávisle proměnná ¹ X	Závisle proměnná ⁵ Y	Pokusná skupina ¹¹		Kontrolní skupina ¹²	
		regresní rovnice	R	regresní rovnice	R
Věk ²	žraní ⁶ (měsíc ⁷)				
	leden ⁸	$Y = 19,538 - 0,003 X$	-0,276	$Y = 12,237 - 0,002 X$	-0,665*
	únor ⁹	$Y = 8,249 + 0,004 X$	0,454	$Y = 13,857 - 0,009 X$	-0,011
Věk při prvním otelení ³	březen ¹⁰	$Y = 9,887 + 0,003 X$	0,505	$Y = 15,305 + 0,002 X$	0,294
	leden	$Y = 25,877 - 0,013 X$	-0,206	$Y = 23,705 - 0,019 X$	-0,601*
	únor	$Y = 4,845 + 0,012 X$	0,221	$Y = 1,723 + 0,015 X$	0,192
Pořadí laktace ⁴	březen	$Y = 5,197 + 0,011 X$	0,315	$Y = -4,071 + 0,003 X$	0,499
	leden	$Y = 17,863 - 0,996 X$	-0,181	$Y = 10,845 - 0,828 X$	-0,572*
	únor	$Y = 8,618 + 1,967 X$	0,469	$Y = 14,114 - 0,148 X$	-0,041
	březen	$Y = 10,688 + 1,388 X$	0,454	$Y = 16,686 + 0,543 X$	0,212

$N = 15$; $+ P < 0,05$

¹independent variable, ²age, ³age at first calving, ⁴lactation number, ⁵dependent variable, ⁶eating, ⁷month, ⁸January, ⁹February, ¹⁰March, ¹¹trial group, ¹²control group, ¹³regression equation

ní. Individuální variabilita a rozdíly jsou spojeny s typem ustájení a použitým managementem. Lamb (1976) uvádí, že převládající ležení dojníc na levé straně nemusí být jen pohodlnější, zvláště po příjmu velkého množství objemových krmiv, ale pravděpodobně si v této pozici dojnice i chrání vemeno a končetiny (Ewbank, 1977). Podle autorů Arave a Walters (1980) se čas ležení na pravé straně zvyšuje s věkem, ale snižuje s postupující graviditou. Výsledky našeho experimentu s větším podílem ležení na levé straně korespondují s údaji autorů Wagnon, Rollins (1972), Arave, Albright (1981), Grant et al. (1990) a dalších.

Podle autorů Arave, Anderson (1979) a Collis (1980) vytváří automatické dávkování krmiva přirozenější situaci při krmení a podporuje častější krmení než vazné ustájení. Souhlasí to s našimi výsledky, které byly zaznamenány při nejnižších teplotách v lednu. Příjem krmiva byl naopak velice zvýšený ve všech sledovaných ve srovnání se skupinou z vazného ustájení. V posledním pozorování žraly krávy z vazné zateplené stáje delší čas, což však bylo pravděpodobně způsobeno vyšším stadiem gravidity.

V lednu a únoru, kdy byly teploty nejnižší, strávily dojnice z otevřené stáje více času ležením s přežvykováním než dojnice druhé skupiny, což mohlo být způsobeno vyšším příjmem krmné dávky, nebo lepší pohodou v těchto podmínkách.

Je všeobecně známo, že dojnice, stejně jako jiná zvířata, mají tendenci udržovat mezi sebou určité vzdálenosti (Sambraus, 1973; Albright, 1987). Účelem tohoto prostorového chování může být kontrola přístupu ke zdrojům krmiva a vody a prostoru k oddychu (McBride, 1971). Snahou dojnice je dosáhnout konstantního času ležení; jeho zkrácení porušuje pohodu (Metz, 1985; Stevens, 1982). Ležení je u dojníc všeobecně považováno za důležitou součást chování, umožňující odpočinek (Metz, Wierenga, 1984; Krohn et al., 1992; Süß, Andreae, 1984).

Arave et al. (1994) nezaznamenali negativní vliv chladu na chování dojníc. Ani sníh, který se větrem dostával do otevřené stáje, nepůsobil změny v čase ležení. Čas přežvykování byl u těchto dojníc jen o 3,1 % delší než u krav ze zateplené stáje. Podobně i v našem hodnocení nemůžeme upozornit na žádný ukazatel chování, který by identifikoval poruchu welfare pokusné skupiny dojníc pod vlivem extrémních teplot (Friend, 1991). Můžeme konstatovat, že podmínky volného ustájení v otevřené stáji s teplotami okolo -18 °C nebyly pro optimálně krmené dojnice stresující.

LITERATURA

- ALBRIGHT, J. L.: Dairy animal welfare: current and needed research. *J. Dairy Sci.*, 70, 1987: 2711.
ALBRIGHT, J. L.: Feeding behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993: 485-498.

- ARAVE, C. W. – ALBRIGHT, J. L.: Cattle behavior. *J. Dairy Sci.*, 64, 1981: 1318-1329.
ARAVE, C. W. – ANDERSON, M. J.: Feed intake, weight gain, and behavioral activity of heifers on an electronic or a tie-up feeding system. *J. Dairy Sci.*, 62, 1979: 1104-1107.
ARAVE, C. W. – MACAULAY, A.: Effects of cold weather housing on lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993, Suppl. 1: 166.
ARAVE, C. W. – WALTERS, J. L.: Factors affecting lying behavior and stall utilization of dairy cattle. *Appl. Anim. Ethol.*, 6, 1980: 369-376.
ARAVE, C. W. – MACAULAY, A. S. – RUSSEV, N.: Interaction of dairy cows with facilities and systems. *Dairy Systems for the 21st Century. Proc. Third Int. Dairy Housing Conf.*, Orlando, Florida, 2-5 February 1994: 613-621.
BALCH, C. C.: Proposal to use time spent chewing as an index of the extent on which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristics of roughages. *Brit. J. Nutr.*, 26, 1971: 383.
BOND, J. – OLTJEN, R. R. – WEINLAND, B. T.: Nonprotein nitrogen adaptation: intake and eating patterns of steers. *J. Anim. Sci.*, 47, 1978: 957-966.
BRESTENSKÝ, V. – MIHINA, Š. – BROUČEK, J.: Vplyv rôzneho množstva podstielky vo voľnom ustájení s ležiskovými boxami na etologický režim kráv. *Živoč. Vyr.*, 33, 1988: 1095-1103.
BRESTENSKÝ, V. – SZABOVÁ, G. – FLAK, P. – BROUČEK, J.: The use of lying boxes with various floor and length by milk cows in free housing. *Agriculture*, 35, 1989: 989-999.
COLLIS, K. A.: An investigation of factors related to the dominance order of a herd of dairy cows of similar age and breed. *Appl. Anim. Ethol.*, 2, 1976: 167.
COLLIS, K. A.: The effect of an automatic feed dispenser on the behaviour of lactating dairy cows. *Appl. Anim. Ethol.*, 6, 1980: 139-147.
DECHAMPS, P. – NICKS, B. – CANART, B. – GIELEN, M. – ISTASSE, L.: A note on resting behaviour of cows before and after calving in two different housing systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 23, 1989: 99-105.
EWBANK, R.: A possible correlation in one herd between certain aspects of the lying behavior of tied-up dairy cows and the distribution of subclinical mastitis among the quarters of their udders. *Vet. Rec.*, 78, 1977: 299.
EWBANK, R.: Stereotypies in clinical veterinary practice. *Proc. 1st World Congr. Ethol., Appl. Zootech., Min. Agric., Gráficas ORBE, Madrid, Spain, 1978: 499.*
FRIEND, T. H.: Behavioral aspects of stress. *J. Dairy Sci.*, 74, 1991: 292-303.
FRIEND, T. H. – POLAN, C. E.: Social rank, feeding behavior, and free stall utilization by dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 57, 1974: 1214-1220.
GONYOU, H. W. – STRICKLIN, W. R.: Eating behavior of beef cattle groups fed from a single stall or trough. *Appl. Anim. Ethol.*, 7, 1981: 123-133.
GONYOU, H. W. – STRICKLIN, W. R.: Diurnal behavior patterns of feedlot bulls during winter and spring in northern latitudes. *J. Anim. Sci.*, 58, 1984: 1075-1083.

- GONYOU, H. W. – CHRISTOPHERSON, R. J. – YOUNG, B. A.: Effects of cold temperature and winter conditions on some aspects of behaviour of feedlot cattle. *Appl. Anim. Ethol.*, 5, 1979: 113–124.
- GRANT, R. J. – COLENBRANDER, V. F. – ALBRIGHT, J. L.: Effect of particle size in forage and rumen cannulation upon chewing activity and laterality in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 73, 1990: 3158.
- JENSEN, P. – RECÉN, B. – EKESBO, I.: Preference of loose housed dairy cows for two different cubicle floor coverings. *Swed. J. agric. Res.*, 18, 1988: 141–146.
- KROHN, C. C. – KONGGAARD, S. P.: Effects of isolating first-lactation cows from older cows. *Livestock Prod. Sci.*, 6, 1979: 137–146.
- KROHN, C. C. – MUNKSGAARD, L. – JONASEN, B.: Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments. I. Experimental procedure, facilities, time budgets – diurnal and seasonal conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 34, 1992: 37–47.
- KROHN, C. C. – MUNKSGAARD, L.: Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments. II. Lying and lying down behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 37, 1993: 1–16.
- LAMB, R. C.: Relationship between cow behavior patterns and management systems to reduce stress. *J. Dairy Sci.*, 59, 1976: 1630–1636.
- McBRIDE, G.: Theories of animal spacing: the role of flight, fight and social distance. In: ESSER, A. H. (Ed.): *Behaviour and Environment*. New York, Plenum Press 1971: 53–68.
- METZ, J. H. M.: Time patterns of feeding and rumination in domestic cattle. [Ph.D. Diss.] Wageningen, Netherland, 1975. – Meded. Landbouwhogeschool.
- METZ, J. H. M.: The reaction of cows to shortterm deprivation of lying. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 13, 1985: 310.
- METZ, J. H. M. – WIERENGA, H. K.: Spatial requirements and lying behaviour of cows in loose housing systems. In: UNSHELM, J. – VAN PUTTEN, G. – ZEEB, K. (Eds.): *Proc. Int. Congr. Applied Ethology in Farm Animals*, Kiel, KTTBL, Darmstadt, 1984: 197–183.
- MILLER, K. – WOOD-GUSH, D. G. M.: Some effects of housing on the social behaviour of dairy cows. *Anim. Prod.*, 53, 1991: 271–278.
- O'CONNELL, J. M. – GILLER, P. S. – MEANEY, W. J.: A comparison of dairy cattle behaviour patterns at pasture and during confinement. *Irish J. Agric. Res.*, 28, 1989: 65–72.
- O'CONNELL, J. M. – MEANEY, W. J. – GILLER, P. S.: Behavioural studies – their role in improving housing facilities for overwintering dairy cows. In: *Fourth Int. Symp. Livestock Environment.*, Univ. of Warwick, Coventry, 6–9 July 1993: 298–305.
- SAMBRAUS, H. H.: Ausweichdistanz und sozialen Rangordnung bei Rindern. *Prakt. Tierarzt*, 7, 1973: 301–305.
- SÜSS, M. – ANDREAE, U.: Rind. In: BOGNER, H. – GRAUVOGL, A. (Eds.): *Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere*. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer 1984: 149–246.
- STEVENS, D. G.: The effects of environment on livestock: A Bibliography. U.S.D.A., A.R.S. ARM-S-23, 1982: 52.
- STRICKLIN, W. R. – GONYOU, H. W.: Dominance and eating behavior of beef cattle fed from a single stall. *Appl. Anim. Ethol.*, 7, 1981: 135–140.
- TANIDA, H. – SWANSON, L. V. – HOHENBOKEN, W. D.: Effect of artificial photoperiod on eating behavior and other behavioral observations of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 67, 1984: 585–591.
- WAGNON, K. A. – ROLLINS, W. C.: Bovine laterality. *J. Anim. Sci.*, 35, 1972: 486–488.
- WIERENGA, H. K. – HOPSTER, H.: The significance of cubicles for the behaviour of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 26, 1990: 309–337.

Došlo 24. 11. 1994

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Brouček, CSc., Výskumný ústav živočišnej výroby, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovenská republika,
tel.: 087/51 52 40, fax: 087/51 90 32

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

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

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

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

Redakce časopisu

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.

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

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

Rozsah vědeckých prací nemá přesáhnout 10 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné použít jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery). Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Je nutné vyvarovat se v něm obecných názvů. 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. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejné jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je nutné 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. Doporučuje se co nejníž počet citovaných autorů.

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

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

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

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.

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 ten typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The **title** of the paper shall not exceed 85 strokes. It is necessary to avoid in the title the usage of common expressions. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise base numerical data including statistical data. It 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. It is recommended to cite the lowest possible number of authors.

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

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

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

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

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

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code.

OBSAH – CONTENTS

Genetika a šlechtění – Genetics and Breeding

- Dušek J., Vondráček J., Reinhard R., Bormann P.: Genetic contribution of maternal parents and grandparents to English Thoroughbred progeny performance – Genetický přínos matek a předků z matčiny strany výkonnosti potomstva anglického plnokrevníka 97
- Dvořák J., Hradil R., Nebola M.: Frekvence genotypů a alel halotanového lokusu u prasat plemene bílé ušlechtilé v České republice – Frequency of genotypes and alleles of halothane locus in pigs of the Large White breed in the Czech Republic 103
- Demo P., Poltársky J., Baláž Z.: Vplyv intenzívnej selekcie a výživy na výkrmnosť a jatočnú hodnotu hybridných ošípaných – The effect of intensive selection and nutrition on fattening performance and carcass value of hybrid pigs 109

Fyziologie a reprodukce – Physiology and Reproduction

- Mertin D., Hanusová E., Süvegová K., Stepanok V.: Koncentrácia niektorých mikroelementov v srsti grönlandských nutrií v priebehu ontogenézy – Concentrations of some microelements in the fur of greenland coypu during ontogenesis 115

Výživa a krmení – Nutrition and Feeding

- Zobač P., Kumprecht I., Šimeček K.: The application of enzyme phytase in feed mixtures for reduction of the phosphorus content in poultry faeces – Snížení obsahu fosforu v drůbežích exkrementech aplikací enzymu fytázy v krmných směsích 119
- Soukupová Z., Příbylová J., Příbyl J., Výmola J.: Náhrada sóji a kukuřice semenem řepky 00, pšenicí, ječmenem a hrachem při výkrmu hus – Replacement of soybean and maize meal in goose broiler diets by rapeseed, wheat, barley and pea 129

Etologie – Ethology

- Brouček J., Arave C. W., Nakanishi Y., Stewart P. H., Mihina Š., Hetényi L.: Vliv různého způsobu ustájení v zimním období na chování dojníc – Effect of different housing in winter on behavior of dairy cows 135