

# SIMULTANEOUS ANALYSIS OF BOVINE GROWTH HORMONE AND PROLACTIN ALLELES BY MULTIPLEX PCR AND RFLP

## SIMULTÁNNÁ ANALÝZA ALEL RASTOVÉHO HORMÓNU A PROLAKTÍNU HOVÄDZIEHO DOBYTKA VYUŽITÍM MULTIPLEX PCR A RFLP

P. Chrenek, D. Vašíček, M. Bauerová, J. Bulla

*Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic*

**ABSTRACT:** A simplified method of simultaneous genotyping of bovine growth hormone (bGH) and prolactin (bPRL) has been developed. The method is based on simultaneous amplification of fragments of the two genes by multiplex PCR, and subsequent digestion of the products by two restriction enzymes (*Alu I* and *Rsa I*). Digestion with *Alu I* distinguished growth hormone *L* and *V* alleles and did not cut within the prolactin fragment, while digestion with *Rsa I* allowed the differentiation between the *A* and *B* alleles of bovine prolactin. All combinations of the known alleles could be detected by electrophoretic separation on the same agarose gel. Frequency of the allele *L* of the bovine growth hormone gene in Slovak Pied, Slovak Pinzgauer and Holstein was 0.55, 0.55 and 0.72, respectively. Frequency of the allele *A* of the bovine prolactin gene in the same breeds was 0.87, 0.68 and 0.95, respectively.

cattle; growth hormone; prolactin; polymorphism; multiplex PCR

**ABSTRAKT:** Bola vyvinutá zjednodušená metóda simultánnej detekcie genotypov rastového hormónu (bGH) a prolaktínu (bPRL) hovädzieho dobytká. Táto metóda je založená na amplifikácii fragmentov oboch génov súčasne, s využitím multiplex PCR a následným štiepením produktov dvoma reštrikčnými enzýmami *Alu I* a *Rsa I*. Použitím enzýmu *Alu I* sme rozlíšili alely *L* a *V* pre rastový hormón; tento enzým neštiepil fragment prolaktínového génu, zatiaľ čo štiepenie enzýmom *Rsa I* nám umožnilo rozlíšenie alel *A* a *B* génu prolaktínu. Všetky kombinácie známych alel môžu byť rozlíšené na tom istom agarózovom géli. Frekvencia alely *L* pre rastový hormón hovädzieho dobytká u plemien slovenské strakaté, slovenské pinzgaušké a holsteinské bola 0,55, 0,55 a 0,72. Frekvencia alely *A* pre prolaktín u spomínaných plemien bola 0,87, 0,68 a 0,95.

hovädzí dobytok; rastový hormón; prolaktín; polymorfizmus; multiplex PCR

### INTRODUCTION

Growth hormone (GH) and prolactin (PRL) are known to be important regulators of mammary growth, lactogenesis and lactation (Collier et al., 1984). The use of such detectable markers in breeding programmes could render the selection of animals more accurate and efficient (Schlee et al., 1994b). Growth hormone and prolactin genes are potential objects for studies of molecular variation associated with a quantitative trait locus (QTL) and are potential gene markers for milk production in cattle.

Growth hormone and prolactin are members of one family of polypeptide hormones which have evolved from a common ancestral gene (Miller, Eberhardt, 1983). The mRNAs and genes for these hormones have been described in several species including the bovine (Sasavage et al., 1982; Woychik et al., 1982; Gordon et al., 1983; Camper et al., 1984). Both

genes are single copy genes and consist of five exons separated by four intervening sequences. Bovine prolactin (bPRL) is approximately 10 kb in length (Camper et al., 1984), whereas bovine growth hormone gene (bGH) spans only 2 kb (Woychik et al., 1982).

In the bGH gene, one *Alu I* site in exon V involves leucine (L) / valine (V) substitution in amino acid residue 127 (Lucy et al., 1991), which was associated with carcass gain in Simmental bulls (Schlee et al., 1994a) and with milk production in Holstein cattle in Canada (Sabour, Lin, 1996).

A silent A-G transition mutation at the codon for amino acid 103 in exon III of bovine prolactin gives rise to a polymorphic restriction site revealed by *Rsa I* (Lewin et al., 1992). There is no information concerning effects on milk yield traits except one report that PRL insertion/deletion is associated with differences in predicted milk production in offspring of Holstein bulls (Cowan et al., 1990).

Bovine GH and PRL typings have been published as single locus analyses (Schlee et al., 1994a; Mitra et al., 1995; Sabour, Lin, 1996; Kopečný et al., 1996).

The goal of this work was to develop a simultaneous analysis of bGH and bPRL alleles by multiplex PCR and to obtain the first information about the frequencies of these alleles in different breeds of cattle in Slovakia.

## MATERIAL AND METHODS

A random sample of 95 Slovak Pied cattle, 80 Slovak Pinzgauer and 75 Holstein cattle was analysed. DNA was isolated from blood by phenol-chloroform extraction without previous cell lysis (Albarino, Romanowski, 1994).

The PCR mix (30 µl) contained: 200 µM dNTPs, PCR reaction buffer (10 mM Tris-HCl, pH 8.3, 50 mM KCl, 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>), 0.5 µM each of the primers 5' - GCT GCT CCT GAG GGC CCT TCG - 3' and 5' - GCG GCG GCA CTT CAT GAC CCT - 3' for bGH gene (Schlee et al., 1994a) and 5' - CGA GTC CTT ATG AGC TTG ATT CTT - 3' and 5' - GCC TTC CAG AAG TCG TTT GTT TTC - 3' for bPRL gene (Mitra et al., 1995), 1U *Taq* DNA polymerase (AGS, Heidelberg, Germany) and approximately 100 ng DNA.

After the first denaturation step at 94 °C for 4 min, samples were amplified in 35 cycles under the following temperature conditions: denaturation step 94 °C for 20 s, primer annealing 59 °C for 20 s and primer extension 72 °C for 20 s with 5 min prolongation of the extension step in the last cycle. The same PCR products (15 µl) were digested separately with 5U of *Alu* I (AGS, Heidelberg, Germany) for bGH and with 5U of *Rsa* I (AGS, Heidelberg, Germany) for bPRL for at least 3 hours at 37 °C. The digested DNA was electrophoresed for 1.5 hours at 70 V in 1 x TBE on 2.5% agarose

gel (Boehringer Mannheim, Mannheim, Germany) containing EtBr.

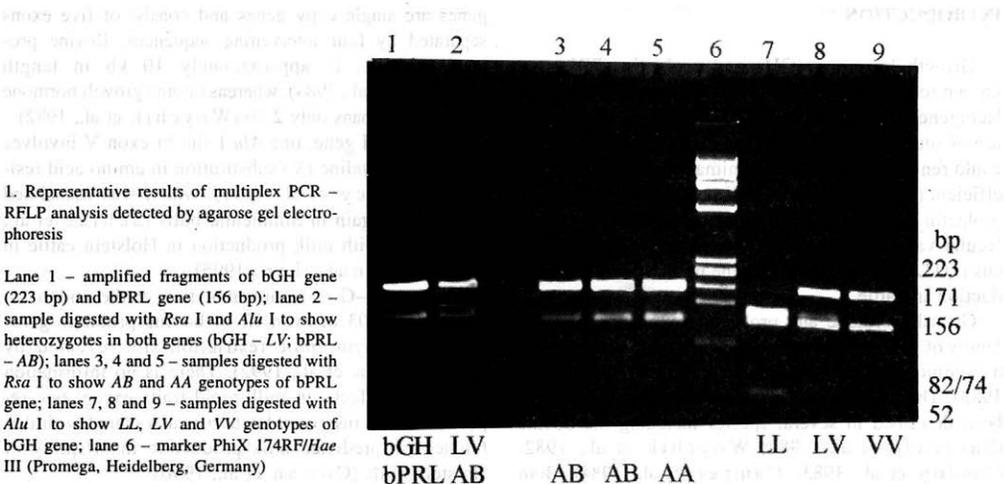
## RESULTS AND DISCUSSION

The digestion of PCR products by two restriction enzymes (*Alu* I and *Rsa* I) can be carried out simultaneously, because the same incubation buffer can be used, but discrimination between specific alleles of bGH and bPRL genes is difficult. Heterozygote genotypes in both genes have six fragments 223, 171 and 52 bp for bGH gene and 156, 82 and 74 bp for bPRL gene (lane 2). Therefore it was preferred to perform the digestion of PCR products separately. Some possible combinations of genotypes of these genes are shown in Fig. 1.

The digestion of the PCR product of bGH with *Alu* I revealed fragments 171 and 52 bp for *LL* and 223 bp (no digestion) for *VV* genotype. The digestion of the PCR product of bPRL gene by *Rsa* I allowed differentiation between *AA* genotype (156 bp) and *AB* genotype (156, 82 and 74 bp). The genotype *BB* of bPRL gene was not found in sample analyses.

Frequencies of alleles *V* and *L* of the bGH gene in Slovak Pied, Slovak Pinzgauer and Holstein were 0.45, 0.45, 0.28 and 0.55, 0.55, 0.72, respectively. Frequencies of alleles *A* and *B* of the bPRL gene in the same breeds were 0.87, 0.68, 0.95 and 0.13, 0.32, and 0.05, respectively.

In the literature there are several data concerning the frequencies of bGH alleles. Zhang et al. (1993) found frequency of *L* allele 0.91 in Holstein cattle, 0.76 in Limousin cattle and 0.73 in the Simmental breed. In German Black and White cattle and the Braunvieh breed the frequencies of this allele were 0.80 and 0.90 (Schlee et al., 1994a). Mitra et al. (1995) found frequency of *L* allele 0.96 in Sahiwal zebu and 1.00 in



Murrah and Nili/Ravi breeds. Lower frequencies of this allele were found in our breeds. In bPRL, in Sahiwal zebu, Murrah and Nili/Ravi, frequencies of allele A were 0.51, 0.93 and 0.84. In German Black and White and Braunvieh, frequencies of this allele were 0.80 and 0.61, respectively (Mittra et al., 1995).

There is no theoretical limit of increasing the number of loci investigated in one step. Chamberlain et al. (1988) have achieved allele-specific amplification of nine loci simultaneously; Lindersson et al. (1995) have analysed three loci by multiplex PCR and Takubova et al. (1994) have identified three loci by the same method. The number of restriction endonucleases used in one digestion depends on their compatibility with the buffer used and the temperature of the digestion conditions.

Thus, the development of the described method can decrease the cost of the sample analysis and increase the speed and efficiency of determination of bGH and bPRL genes which can be used in breeding programmes. The next goal of our work is to investigate the effects of alleles of bGH and bPRL genes on milk production level in breed analysis.

## REFERENCES

ALBARINO, C. G. – ROMANOWSKI, V.: Phenol extraction revisited: a rapid preservation of human genomic DNA from whole blood. *Mol. Cell Probes*, 8, 1994: 423–427.

CAMPER, S. A. – LUCK, D. N. – YAO, Y. – WOYCHIK, R. P. – GOODWIN, R. G. – LYONS, R. H. – ROTTMAN, F. M.: Characterization of the bovine prolactin gene. *DNA*, 3, 1984: 237–249.

COLLIER, R. J. – MCNAMARA, J. P. – WALLACE, C. R. – DEHOFF, M. H.: A review of endocrine regulation of metabolism during lactation. *J. Anim. Sci.*, 59, 1984: 495–510.

COWAN, C. M. – DENTINE, M. R. – AX, R. L. – SCHULER, L. A.: Structural variation around prolactin gene linked to quantitative traits in an elite Holstein sire family. *Theor. Appl. Genet.*, 79, 1990: 577–582.

GORDON, D. F. – QUICK, D. P. – ERWIN, C. R. – DONELSON, J. E. – MAUER, R. A.: Nucleotide sequence of bovine growth hormone chromosomal gene. *Mol. Cell. Endocrin.*, 33, 1983: 81–95.

CHAMBERLAIN, J. S. – GIBBS, R. A. – RANIER, J. E. – NGYEN, P. N. – CASKEY, C. T.: Deletion screening of the Duchenne muscular dystrophy locus via multiplex DNA amplification. *Nucl. Acids Res.*, 16, 1988: 11141–11156.

IAKUBOVA, O. K. – WILKE, W. W. – BURGAT, L. J. – SLAGET, D. D. – WITTCHEW, R. J. – LAGER, D. J. – HELLER, M. J. – ROBINSON, R. A.: Oncogene amplifica-

tion screening by labeled primer multiplex polymerase chain reaction. *Mod. Pathol.*, 7, 1994: 784–789.

KOPEČNÝ, M. – DVOŘÁK, J. – NEBOLA, M.: Molekulárněgenetická variabilita genu růstového hormonu skotu. *Živoč. Vyr.*, 41, 1996: 95.

LEWIN, H. A. – SCHMITT, K. – HUBERT, R. – VAN EIJK, M. J. T. – ARNHEIM, N.: Close linkage between bovine prolactin and BoLa-DRB3 genes: mapping in cattle by single sperm typing. *Genomics*, 13, 1992: 44–48.

LINDERSSON, M. – LUNDÉN, A. – ANDERSSON, L.: Genotyping of bovine milk proteins using allele discrimination by primer length and automated DNA sizing technology. *Anim. Genet.*, 26, 1995: 67–72.

LUCY, M. C. – HAUSER, S. D. – EPPARD, P. J. – KRIVI, G. G. – COLLIER, R. J.: Genetic polymorphism within the bovine somatotropin (bST) gene detected by polymerase chain reaction and endonuclease digestion. *J. Dairy Sci.*, 74, Suppl. 1, 1991: 284.

MILLER, W. L. – EBERHARDT, N. L.: Structure and evolution of the growth hormone gene family. *Endocr. Rev.*, 4, 1983: 97–130.

MITRA, A. – SCHLEE, P. – BALAKRISHNAN, C. R. – PIRCHNER, F.: Polymorphisms at growth-hormone and prolactin loci in Indian cattle and buffalo. *J. Anim. Breed. Genet.*, 112, 1995: 71–74.

SABOUR, M. P. – LIN, C. Y.: Association of bovine growth hormone genetic variants with milk production traits in Holstein cattle. *Anim. Genet.*, 27, Suppl. 2, 1996: 105.

SASAVAGE, N. L. – NILSON, J. H. – HOROWITZ, S. – ROTTMAN, F. M.: Nucleotide sequence of bovine prolactin messenger RNA. *J. Biol. Chem.*, 257, 1982: 678–681.

SCHLEE, P. – GRAML, R. – ROTTMANN, O. – PIRCHNER, F.: Influence of growth hormone genotypes on breeding values of Simmental bulls. *J. Anim. Breed. Genet.*, 111, 1994a: 253–256.

SCHLEE, P. – GRAML, R. – SCHALLENBERGER, E. – SCHAMS, D. – ROTTMANN, O. – OLBRIICH-BLUDAU, A. – PIRCHNER, F.: Growth hormone and insulin-like growth factor I concentration in bulls of various growth hormone genotypes. *Theor. Appl. Genet.*, 88, 1994b: 497–500.

WOYCHIK, R. P. – CAMPER, S. A. – LYONS, R. H. – HOROWITZ, S. – GOODWIN, E. C. – ROTTMAN, F. M.: Cloning and nucleotide sequencing of bovine growth hormone gene. *Nucl. Acids Res.*, 10, 1982: 7197–7210.

ZHANG, H. M. – MADDOCK, K. C. – BROWN, D. R. – DE NISE, S. K. – AX, R. L.: Bovine growth hormone gene frequencies in samples of US AI bulls. *J. Anim. Sci.*, 71, Suppl. 1, 1993: 93.

Received for publication on June 12, 1997  
Accepted for publication on September 22, 1997

## Contact Address:

Peter Chrenek, Výskumný ústav živočišnej výroby, Hlohovská 2, 949 92, Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87/51 09 81, fax: +421 87/51 90 32, 51 92 10, e-mail: chrenekp@vuzv.sk

Oznamujeme čtenářům a autorům našeho časopisu,

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

Česká zemědělská univerzita v Praze

časopis

## **SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA**

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

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

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

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

# INTERAKCIE KADMIA, VÁPNIKA A VITAMÍNU D<sub>3</sub>-1.25 DIHYDROXYCHOLEKALCIFEROLU VO VZŤAHU K AKTIVITÁM CHYMOTRYPSÍNU V TRUSE NOSNÍC

## INTERACTIONS OF CADMIUM, CALCIUM AND VITAMIN D<sub>3</sub>-1.25 DIHYDROXYCHOLECALCIPHEROL IN RELATION TO ACTIVITIES OF CHYMOTRYPSIN IN DROPPINGS OF LAYING HENS

M. Korének<sup>1</sup>, B. Koréneková<sup>2</sup>, J. Kottferová<sup>1</sup>, P. Siklenka<sup>2</sup>, A. Jacková<sup>2</sup>, E. Hurná<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Veterinary Medicine, Košice, Slovak Republic

<sup>2</sup>Research Institute of Experimental Veterinary Medicine, Košice, Slovak Republic

**ABSTRACT:** Ten-month-old hybrid Tetra SL laying hens were included in the experiment. The birds were fed a complex feed mixture of HYD-10 as a full-value feed with balanced components of nutrients, vitamins, and trace elements. Feed and water were provided *ad libitum*, approximately 100 to 120 g/day. Laying hens were divided into 7 groups. The first three groups were administered cadmium in the form of soluble salt of CdCl<sub>2</sub> *per os* at the following doses: group 1 – 0.3 mg.kg<sup>-1</sup> of live weight (l.w.) throughout 150 days; group 2 – 10 mg.kg<sup>-1</sup> l.w. throughout 50 days; group 3 – 15 mg.kg<sup>-1</sup> l.w. throughout 30 days, once a day. The next three groups (4, 5, 6) were administered Cd and also vitamin D<sub>3</sub>-cholecalciferol at the same doses and at the concentration of 32 m.u./0.2 ml *per os* per a laying hen. Group 7 (control) was not supplemented. At the end of the experiment, high specific activity of chymotrypsin (ACHT) was observed in droppings of laying hens as follows: group 1 – 1 970.6 U/g; group 4 – 2 977.1 U/g; group 7 (control) – 2 693 U/g due to low Cd concentration (groups 1 and 4) and excessive vitamin D<sub>3</sub> in the diet. In groups with higher Cd supplementation (2, 3 and 5, 6) a decreased specific activity of ACHT was found out when compared with control (7) ranging from 87 to 293.1 U/g also with vitamin D<sub>3</sub> administration (groups 5 and 6). The increase in Cd content in feed influenced the decreased feed intake and it also inhibited the activity of ACHT in the droppings of laying hens. The mechanism of Ca deficiency after the exposure of laying hens to Cd and the effect of vitamin D<sub>3</sub> is subject to further discussions.

cadmium; toxicity; vitamin D<sub>3</sub>-cholecalciferol; laying hens; calcium; inhibition of chymotrypsin

**ABSTRAKT:** V experimente boli použité 10mesačné nosnice plemena hybrid Tetra SL, křímené komplexnou krmnou zmesou HYD-10 ako plnohodnotným krmivom s vyváženými zložkami nutrientov, vitamínov a stopových prvkov. Prijem krmiva a vody bol *ad libitum*, približne 100–120 g na deň. Nosnice boli rozdelené do 7 skupín. Prvým trom skupinám sa podávalo Cd vo forme CdCl<sub>2</sub> *per os* v týchto dávkach: 1. skupina – 0,3 mg.kg<sup>-1</sup> živej hmotnosti (ž.h.) počas 150 dní, 2. skupina – 10 mg.kg<sup>-1</sup> ž.h. počas 50 dní, 3. skupina: 15 mg.kg<sup>-1</sup> ž.h. počas 30 dní, jedenkrát denne. Druhým trom skupinám (4, 5, 6) sa podával s Cd v tých istých dávkach aj vitamín D<sub>3</sub>-cholecalciferol v koncentrácii 32 m.j./0,2 ml *per os* na jednu nosnicu. Skupina 7 (kontrolná) bola bez prídavkov. Na konci experimentu sme pozorovali v truse nosníc vysokú špecifickú aktivitu chymotrypsínu (ACHT) v 1. skupine – 1 970,6 U/g, v 4. skupine – 2 977,1 U/g a v 7. skupine (kontrolnej) – 2 693 U/g, a to v dôsledku nízkej koncentrácie Cd (1. a 4. skupina) a nadbytku vitamínu D<sub>3</sub> v diéte (7). V skupinách s vyšším prídavkom kadmia (2, 3, 5, 6) bola zistená znížená špecifická aktivita ACHT oproti kontrole v rozmedzí 87–293,1 U/g, aj pri podaní vitamínu D<sub>3</sub> (5. a 6. skupina). Zvýšenie obsahu kadmia v potrave malo vplyv na znížený príjem potravy a tiež ovplyvnilo inhibične aktivitu ACHT v truse nosníc. Mechanizmus karencie Ca po expozícii nosníc s kadmio a vplyv vitamínu D<sub>3</sub> je ďalej diskutovaný.

cadmium; toxicita; vitamín D<sub>3</sub>-cholecalciferol; nosnice; vápnik; inhibícia chymotrypsínu

### ÚVOD

Technický pokrok vo svete prináša okrem svojich kladných vývojových tendencií aj negatívne dôsledky na globálne životné prostredie. Vplyvom znečisťujúcich látok a emisií, hlavne v oblastiach ťažkého prie-

myslu a energetiky, sú rôznymi typmi xenobiótík kontaminované okrem pôdy, atmosféry a vody aj rastliny, zvieratá a ľudia.

Kadmium (Cd) je abiogénny toxický prvok. Do atmosféry a odtiaľ do rastlinných a živočíšnych tkanív sa dostane aj napr. veternou eróziou kontaminovanej

pôdy. Maximálna tolerovaná dávka v ovzduší je 0,003 mg/m<sup>3</sup>. Nebezpečenstvo Cd pre organizmus hydiny je hlavne v jeho zvýšenej biokumulácii vo vnútorných orgánoch (Koréneková et al., 1995; Dobrzansky et al., 1996; Bokori et al., 1996). U nosníc je nebezpečenstvo ukladania kadmia v bielku a žltku vajec spojené s dekalifikáciou ich škrupiny a so znížením jej pevnosti (Siklenka et al., 1994; Holcman, Smodis, 1995).

V organizme hydiny je vápniková (Ca) homeostáza regulovaná vhodnými reakciami tyroidálneho hormónu kalcitonínu a vitamínu D<sub>3</sub>-dihydroxycholecalciferolu (kalcitriol), ktoré podporujú užitúciu Ca v kostiach. Do vápnikového metabolizmu môže zasahovať aj antagonist parathyroidný hormón (PTH), ktorý pomocou enzýmov odbúrava Ca z kostí (Akijama et al., 1990). Kalcitriol pôsobí na Calmodulin, intestinálny Ca väzobný proteín a indikuje jeho tvorbu. Potrebný je pri transporte Ca cez črevnú stenu. V dôsledku vysokej afinity má na seba viazať namiesto vápnika kadmium a olovo, alebo aj ióny hliníka (Akijama et al., 1990; Dunn et al., 1995; Fullmer, 1995). Zvýšenie týchto toxických iónov vo väzobnom proteíne sa prejaví znížením aktivity Ca-ATP-ázy a Calmodulinu a koncentrácie cirkulujúceho kalcitriolu a následne znížením Ca diétarnej úrovne.

Cieľom *in vitro* pokusu bolo stanoviť aktivitu lyofilizovaného  $\alpha$ -chymotrypsínu a) po prídavku CdCl<sub>2</sub>, b) po prídavku CaCl<sub>2</sub> v pufrovom médiu.

Cieľom modelového pokusu bolo hlbšie spoznanie fyziologických a adaptačných mechanizmov živých organizmov a sledovanie vzájomných interakcií medzi Cd, Ca a vitamínom D<sub>3</sub> vo vzťahu k aktivitám chymotrypsínu v truse hydiny. Vychádzalo sa z poznatku, že pri expozícii organizmu Cd dochádza ku poklesu absorpcie Ca a k negatívnej vápnikovej rovnováhe. Nakoľko má vitamín D<sub>3</sub> vplyv na metabolizmus Ca, pristúpilo sa k jeho prídavku. Konečným cieľom bolo nájsť vhodný postup na elimináciu negatívnych vplyvov Cd na organizmus hydiny.

## MATERIÁL A METÓDY

### Aktivita chymotrypsínu po prídavku CdCl<sub>2</sub> a CaCl<sub>2</sub>

Aktivita chymotrypsínu (ACHT) bola stanovená a) po prídavku CdCl<sub>2</sub> (0,1, 1,5, 15, 25, 45, 80 mmol.l<sup>-1</sup>) v pufrovom médiu;

b) po prídavku CaCl<sub>2</sub> (5, 10, 15, 30, 50, 70, 90, 110 mmol.l<sup>-1</sup>) v pufrovom médiu, za týchto reakčných podmienok:

1,8 ml 0,05 mol.l<sup>-1</sup> Tris/HCl tlmičového roztoku pH 7,8 s rozdielnou koncentráciou CaCl<sub>2</sub> (prípadne CdCl<sub>2</sub>), s prídavkom 0,1 ml 10<sup>-3</sup> mol.l<sup>-1</sup> substrátu rozpusteného v 5% DMFA. Reakcia bola iniciovaná pridaním 0,1 ml  $\alpha$ -chymotrypsínu. V pokusoch bol použitý substrát Succ-(Gly)<sub>2</sub>-Phe-pNA (p-nitroanilid) syntetizovaný E. Kasarfikom (Výzkumný ústav pro biochemii a farmácii, Praha, Česká republika).

Substrát bol rozpustený v uvedenom reakčnom médiu.

### Aktivita chymotrypsínu v odobratom truse nosníc (modelový pokus s hydinou)

K experimentálnym prácam bol použitý znáškový hybrid Tetra SI vo veku 10 mesiacov z Agrokombinátu Torysa. Nosnice boli rozdelené do siedmich skupín po šiestich kusoch. V prvých troch skupinách sa perorálne aplikoval CdCl<sub>2</sub> v každom dni takto:

1. skupina 0,3 mg.kg<sup>-1</sup> ž.h.
2. skupina 10,0 mg.kg<sup>-1</sup> ž.h.
3. skupina 15,0 mg.kg<sup>-1</sup> ž.h.

V ďalších troch pokusných skupinách sa každý deň spolu s kadmim perorálne aplikoval aj vitamín D<sub>3</sub> takto:

4. skupina 0,3 mg.kg<sup>-1</sup> ž.h. + vitamín D<sub>3</sub>
5. skupina 10,0 mg.kg<sup>-1</sup> ž.h. + vitamín D<sub>3</sub>
6. skupina 15,0 mg.kg<sup>-1</sup> ž.h. + vitamín D<sub>3</sub>.

V 7. skupine (kontrolnej) sa CdCl<sub>2</sub> ani vitamín D<sub>3</sub> nepodával.

Dĺžka expozície kadmim, teda rôzna doba ukončenia pokusu, bola v jednotlivých skupinách rozdielna, vzhľadom na koncentrácie podávaného kadmia nosnicami.

Pri dávke 15 mg.kg<sup>-1</sup> CdCl<sub>2</sub> (3. a 6. skupina) trvala expozícia 30 dní, pri dávke 10 mg.kg<sup>-1</sup> CdCl<sub>2</sub> (2. a 5. skupina) trvala expozícia 50 dní a u skupín s najnižšou dávkou kadmia (1. a 3. skupina) a u kontrolnej skupiny bol pokus ukončený na 150. deň (Tab. I).

Vitamín D<sub>3</sub> bol podávaný *per os* vo vode každej nosnici individuálne s injekčnou striekačkou v riedení odporúčanom výrobcem prípravku Galena-Opava, ako dávka preventívna (32 m.j./0,2 ml). Všetky nosnice boli kŕmené kompletnou kŕmnu zmesou pre užitkové nosnice HYD-10 (racionálna s metionínom – NV-RM), určenou ako plnohodnotné krmivo na celé obdobie znášky bez dopĺňovania inými prídavkami. Stanovený obsah vápnika a kadmia v kŕmnej zmesi bol 30 g.kg<sup>-1</sup> Ca a 0,008 mg.kg<sup>-1</sup> Cd. Vodu a kŕmnu zmes dostávali nosnice *ad libitum*.

V čerstvom truse nosníc bola na začiatku, v priebehu a na konci pokusu stanovená špecifická aktivita

I. Priebeh odberu vzoriek trusu hydiny (v dňoch) v jednotlivých pokusných skupinách – The course of the sample collection of poultry droppings (in days) in individual experimental groups

Pokusná skupina <sup>1</sup>	Začiatok pokusu <sup>2</sup>	Priebeh pokusu <sup>3</sup>	Koniec pokusu <sup>4</sup>
1.	0	30	150
2.	0	30	50
3.	0	30	–
4.	0	30	150
5.	0	30	50
6.	0	30	–
7.	0	30	150

<sup>1</sup>experimental group, <sup>2</sup>beginning of experiment, <sup>3</sup>course of experiment, <sup>4</sup>end of experiment

chymotrypsínu, po hydrolyze chromogénneho substrátu Succ-(Gly)<sub>2</sub>-Phe-pNA.

Na stanovenie aktivity chymotrypsínu bola použitá metodika autorov Šulík et al. (1992) a Rosival et al. (1993).

Chymotrypsín bol extrahovaný z 1 g čerstvého zmiešaného trusu v 10 ml 0,5 mol.l<sup>-1</sup> NaCl s 0,1 mol.l<sup>-1</sup> CaCl<sub>2</sub> za nepretržitého premiešavania počas 2 hodín pri laboratórnej teplote. Suspenzia extraktu bola centrifugovaná počas 5 minút pri 5 000 x g. Supernatantná frakcia bola použitá ako zdroj enzýmu.

K 0,1 ml substrátu rozpustenom v tlímovom roztoku (1,8 ml) bol pridaný 0,1 ml extraktu trusu, ktorým sa reakcia iniciovala. Rýchlosť chymotrypsínom katalyzovanej hydrolyzy Succ-(Gly)<sub>2</sub>Phe-p-nitroanilidu bola zistená kineticky pri 405 nm na báze merania absorpcie p-nitroanilidu uvoľňovaného hydrolyzou za podmienok nultého poriadku reakcie pri teplote 25 °C. Na meranie bol použitý spektrofotometer Spekol so zapisovačom K 200 (Zeiss, Nemecko). Výsledky boli vyhodnotené štatistickým programom Microsoft Excel 7.0.

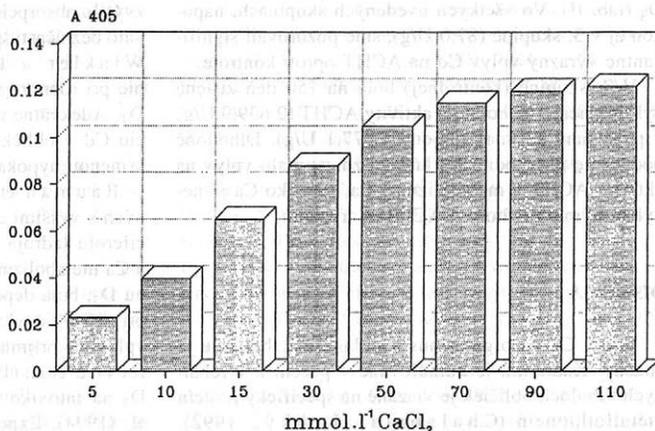
Tento náš čiastkový experiment je súčasťou výskumnej úlohy č. 165-05 (ÚEVM, Košice, 1994).

## VÝSLEDKY

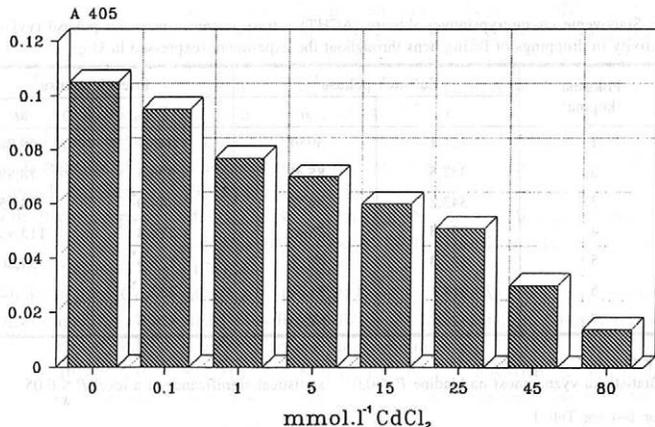
Pôsobením CdCl<sub>2</sub> v laboratórnych podmienkach na serínovú endoproteázu chymotrypsín sme pozorovali výrazný inhibičný efekt Cd na aktivitu chymotrypsínu (ACHT) v závislosti od jeho zvyšujúcej sa koncentrácie (obr. 1). Naopak vápenaté ióny použitého CaCl<sub>2</sub> pôsobili ako aktivátor chymotrypsínu (obr. 2).

Aktivitu chymotrypsínu v truse nosníc v priebehu pokusu uvádzame v tab. II. V 1. skupine bola priemerná hodnota ACHT, získaná zo 6 stanovení na konci pokusu, 1 970,6 U/G. Poukazuje to na dostatok Ca v kŕmnej zmesi HYD-10, adaptáciu hydiny na krmivo a prostredie a zvýšenú absorpciu Ca z čreva do organizmu pod vplyvom vitamínu D<sub>3</sub>, ktorý je v potravě, pričom inhibícia chymotrypsínu kadmium (Cd) pri jeho malom množstve (0,3 mg.kg<sup>-1</sup> ž.h. CdCl<sub>2</sub>) je nízka.

1. Závislosť aktivity chymotrypsínu na koncentrácii CaCl<sub>2</sub> – Dependence of chymotrypsin activity on CaCl<sub>2</sub> concentration



2. Závislosť aktivity chymotrypsínu na koncentrácii CdCl<sub>2</sub> – Dependence of chymotrypsin activity on CdCl<sub>2</sub> concentration



V 2. skupine sme na 50. deň pokusu zistili signifikantne nižšiu priemernú hodnotu ACHT – 247,2 U/g. Bola spôsobená zvýšeným príjmom Cd do orgánov, pravdepodobným poklesom absorpcie Ca vplyvom Cd v čreve a inhibíciou chymotrypsínu Cd v porovnaní s kontrolnou skupinou.

Po podaní najvyššej dávky Cd nosiciam 3. skupiny dosahovala priemerná hodnota ACHT iba 87,0 U/g. Prejavili sa tu signifikantne výraznejšie účinky Cd ako u 2. skupiny. Aktivita ACHT bola nízka a závisela od prijatého množstva krmiva a tým aj koncentrácie Ca, od typu individua a od zápalových procesov v čreve (diarhoe, kyslé pH).

V 4. pokusnej skupine bola dosiahnutá priemerná hodnota aktivity ACHT 2 977,1 U/g. V tejto skupine bola zaznamenaná o 1 000 U/g vyššia aktivita chymotrypsínu v porovnaní s 1. skupinou bez prídavku vitamínu D<sub>3</sub>. Pôsobením prídavku a tým nadbytku vitamínu D<sub>3</sub> v 4. skupine došlo pravdepodobne k zvýšenej absorpcii Ca.

Na konci pokusu bola aktivita ACHT v 5. skupine (293,0 U/g) a v 6. skupine (221,1 U/g) približne rovnaká v porovnaní s 2. skupinou bez prídavku vitamínu D<sub>3</sub> (tab. II). Vo všetkých uvedených skupinách, napokon aj v 3. skupine (87,0 U/g), sme pozorovali signifikantne výrazný vplyv Cd na ACHT oproti kontrole.

V 7. skupine (kontrolnej) bola na 150 deň zistená vyššia priemerná hodnota aktivity ACHT (2 639,9 U/g) v porovnaní so 4. skupinou (2 977,1 U/g). Dlhodobé podávanie plnohodnotnej kŕmnej zmesi malo vplyv na aktivitu ACHT a metabolizmus Ca, nakoľko Ca je nevyhnutným aktivátorom ACHT aj trypsinu.

## DISKUSIA

Vplyv Cd na organizmus v oblasti metabolizmu je značný. Kadmium je kumulované v pečeni a v renálnych tubuloch obličiek je viazané na špecifický proteín metallothionein (Chalabala, Lehký, 1992). Kadmium znižuje aktivitu trypsinu a pepsinu a aktivuje

arginázu (Sugawara, Sugawara, 1977; Siklenka, 1994; Kottferová, Koréneková, 1996). Podobný inhibičný účinok Cd na ACHT sme pozorovali aj v našom prípade v závislosti od jeho zvyšujúcej sa koncentrácie (obr. 2). Naopak ako aktivátor chymotrypsínu sú ióny Ca (obr. 1). Referenčná hodnota, t.j. fyziologické rozpätie špecifickej aktivity chymotrypsínu v truse hydiny, bola stanovená už v predošlých publikáciách v rozpätí 240 ± 220 U/g (Rosival et al., 1993). Alkalická fosfatáza a cytochrómoxidáza sú voči Cd len málo citlivé, naproti tomu sukcinyldehydrogenáza je vysoko citlivá na ióny Cd (Southard et al., 1974). Podobne po expozícii Cd inhibovala letálna dávka mitochondriálnu fosforyláciu v pečeni (Müller, Stacey, 1989). Blahovec et al. (1971) pozorovali vplyv Cd na aktivitu arylamidázových enzýmov v supernatantnej frakcii kuraciej pečene, ktorý bol silne inhibičný. Výrazný účinok Cd na živý organizmus bol pozorovaný u kurčiat kŕmených s prídavkom 50–100 mg.kg<sup>-1</sup>, kde došlo k výrazným zmenám aktivity enzymatických systémov (zvýšenie aktivít v krvi – ALP, AST, ALT, LDH), (El-Sebai et al., 1994).

Podávanie diéty s nízkym obsahom Ca a bielkovín zvýšilo absorpciu Cd črevným traktom, ktoré prestupovalo bez účasti špecifického nosiča (Foules, 1989). Winkler a Rambeck (1984) vykonali sledovanie pri rôznom zásobovaní kurčiat Ca, P a vitamínom D<sub>3</sub>. Adekvátne zásobenie organizmu Ca znižuje retenciu Cd v obličkách o 50 % v porovnaní so skupinou kŕmenou hypokalceimickou diétou.

Bauman et al. (1994) zistili u kurčiat intoxikovaných s vyššími dávkami kadmia po prídavku cholekalciferolu (zdroja vitamínu D<sub>3</sub>) do diéty normalizáciu P a Ca metabolizmu. Tam, kde bol nedostatok Ca a vitamínu D<sub>3</sub>, bola depozícia Cd v kostiach nižšia, t.j. hlavne pri nižších dávkach Cd. Podobnú redukciu retencie Cd vplyvom príjmu dietárneho vitamínu D<sub>3</sub> uvádzajú aj Rother et al. (1992). Ochranný vplyv účinku vitamínu D<sub>3</sub> na intoxikované kurčatá potvrdili Siklenka et al. (1994). Experimentálne bolo dokázané, že zmeny v organizme indukované Cd prebiehajú v dôsledku po-

II. Stanovenie chymotrypsinovej aktivity (ACHT) v truse nosíc v priebehu pokusu (vyjadrené v U/g) – Determination of chymotrypsin activity in droppings of laying hens throughout the experiment (expressed in U/g)

Pokusná skupina <sup>1</sup>	Začiatok pokusu <sup>2</sup>		Priebeh pokusu <sup>3</sup>		Koniec pokusu <sup>4</sup>	
	$\bar{x}$	st	$\bar{x}$	st	$\bar{x}$	st
1.	155,1	50,98	345,1	69,88	1 970,6	412,62
2.	337,5	85,47	276,5	78,89	247,2*	37,00
3.	343,8	33,73	87,0*	34,95	–	–
4.	201,3	25,45	1 274,8	113,95	2 977,1	134,48
5.	407,3	68,58	125,3*	34,86	293,1*	20,44
6.	218,1	51,38	222,1*	55,12	–	–
7.	425,7	67,04	278,6	38,20	2 693,0	663,94

n = 6

\* štatistická významnosť na hladine  $P \leq 0,05$  – statistical significance at a level  $P \leq 0,05$

For 1–4 see Tab. I

rúch v metabolizme vitamínu D, špeciálne inhibíciou vitamínu  $1, \alpha$  25(OH) $_2$ -vitamínu D $_3$  produkovaného v obličkách. Pravdepodobný mechanizmus inhibície pôsobenia vitamínu D $_3$  na metabolizmus Ca je spôsobený nahradením vápnika kadmium v Calmoduline (Akiyama et al., 1990).

V našom experimente bolo zistené, že v 1. a 4. skupine boli v dôsledku nízkeho množstva Cd a dostatočného množstva vitamínu D $_3$  a Ca v diéte pozorované na konci experimentu vysoké aktivity ACHT (Tab. II). Výsledky kontrolnej vzorky (7. skupina) poukázali na zvýšenú aktivitu ACHT v čreve a tým nepriamo na zvýšený metabolizmus, utilizáciu živín vyrovnanej kŕmnej dávky v produkčných chovoch nosníc pri jej dlhšom podávaní. Na druhej strane vitamín D $_3$  v 4. skupine napomáhal vstrebávaniu Ca, zvyšujúceho aktivitu ACHT v čreve, v dôsledku čoho nebol účinok nízkej dávky kadmia na ACHT významný (tab. II).

Časť vitamínu D $_3$  sa v krmive mohla rozkladať svetlom, stáť a teplotou. Podobne krmivo aj vplyvom CdCl $_2$  nemuselo byť prijaté v dávkach 100–120 g denne na kus, ako to predpisuje receptúra, ale pravdepodobne v dávkach nižších ako 100 g. Preto denná dávka vitamínu D $_3$  okolo 200 m.j. v krmive bola postačujúca pre 1. a 7. skupinu, ale nedostačujúca pre 2. a 3. skupinu s vyšším obsahom Cd. Preventívna dávka s vitamínom D $_3$  spolu s kŕmnom dávkou s obsahom vitamínu D $_3$  mala zjavný účinok na 4. skupinu, ale nie na 5. a 6. skupinu s vyšším prídavkom CdCl $_2$ .

V súlade s prácami iných autorov (Akiyama et al., 1990; Tsuritani et al., 1992), kde účinok vitamínu D $_3$  bol inhibovaný s vysokými dávkami Cd, aj v našom pokuse bol po podaní vyšších dávok Cd v skupinách 2, 3, 5 a 6 znížený účinok vitamínu D $_3$ , a to hlavne v 5. a 6. skupine, a celková ACHT bola pri zvýšenom podaní Cd v týchto štyroch skupinách len v rozmedzí 87–293,1 U/g. Pretože vplyvom Cd bol príjem potravy znížený, a tým aj obsah Ca a vitamínu D $_3$ , došlo okrem intoxikácie tiež k exitu niektorých nosníc v skupinách 2, 3, 5 a 6. Ďalej sa vyskytli pri odbere trusu diarhoe, zvýšená tvorba mukózy v dôsledku zápalu črevnej sliznice až malabsorpcie.

## ZÁVER

Na základe získaných výsledkov je možné skonštatovať výrazne pozitívny účinok vitamínu D $_3$  na organizmus exponovaných zvierat. Vitamín D $_3$  reguluje príjem Ca, a tým aj zníženie Cd v orgánoch (v čreve, v kostiach), a je nepriamym aktivátorom chymotrypsinu cez Ca ióny.

Získané výsledky prispievajú k uplatneniu vitamínu D $_3$  vo výžive hydiny, pri eliminácii toxického účinku Cd. Cd je nebezpečný toxický prvok, ktorý zasahuje do funkcie organizmov až na subcelulárnej úrovni, kde môže vyvolať ireverzibilné zmeny. Z toho dôvodu je potrebné znížiť výskyt tohto rizikového prvku v životnom prostredí.

## LITERATÚRA

- AKIYAMA, K. – SUTOO, D. – REID, D. G.: A  $^1\text{H-NMR}$  comparison of calmodulin activation by Ca and by Cd. *Jap. J. Pharmacol.*, 53, 1990: 393–401.
- BAUMAN, V. – VALINIETSE, M. – BABARYKIN, D.: Interactions of vitamin D $_3$ , Ca and heavy metals in chicks. *Proc. Latvian Academy of Sciences, Lecture B, Natur. Sci.*, 1994: 70–72.
- BLAHOVEC, J. – BLAHOVCOVÁ, K. – BARTÍK, M.: Arylamidázová aktivita v niektorých orgánoch kurčiat. *Vet. Med. (Praha)*, 16, 1971: 319–327.
- BOKORI, J. – FEKETE, S. – GLAVITS, R. – KADAR, I. – KONCZ, J. – KOVARI, L.: Complex study of the physiological role of cadmium. IV. Effect of prolonged dietary exposure of broiler chickens to cadmium. *Acta Vet. Hung.*, 44, 1996: 57–94.
- DOBZANSKI, Z. – BODAK, E. – GORECKA, H. – WISNIEWSKI, J.: Wplyw eksperymentalnej intoksykacji kur niesnych metalami ciezkiemi na stopen ich kumulacji w tkankach, narzadach i jajach kurzych. In: X. kongr. Polskiego towarzystwa nauk wet., Wroclaw, 19.–21. 9, 1996: 279.
- DUNN, M. A. – TOO, S. L. – USHIZAKI, A. S.: Characterization of a novel protein in chick intestine that exhibits calcium binding activity and regulation by dietary Ca, Al and vitamin D $_3$ . *J. Nutr.*, 125, 1995: 2916–2924.
- EL-SEBAI, A. – ABAZA, M. – SZILAGYI, M. – SZALAY, I. – SANKARI, M. – PAIS, I. – ANKE, M. – MEISSNER, D.: Physiological and biochemical parameters in chicken exposed to cadmium. *Mengen und Spurenelementen*. 14. Arbeitsstagung, Jena, 25.–26. 11. 1994: 435–440.
- FOULKES, E. C.: On the mechanism of cellular Cd uptake. *Biol. Trace Elem. Res.*, 21, 1989: 195–120.
- FULLMER, C. S.: Dietary calcium levels and treatment interval determine the effect of lead ingestion on plasma 1,25-dihydroxyvitamin D concentration in chick. *J. Nutr.*, 125, 1995: 1328–1333.
- HOLCMAN, A. – SMODIS, B.: Heavy metal content in hens eggs. In: ANKE, M. – MEISSNER, D. – MILLS, C. F. (eds.): *Trace Elements in Man and Animals*. 1995: 249–250.
- CHALABALA, M. – LEHKÝ, I.: *Materia pharm.* Osveta, 1992 (7).
- KORÉNEKOVÁ, B. – KOTTTEROVÁ, J. – SIKLENKA, P. – JACKOVÁ, A. – HURNÁ, E.: Experimental study of Cd influence on organism and poultry production. In: IX. Int. Conf. on Production Diseases in Farm Animals, Free University of Berlin, 11.–14. 9. 1995: 125.
- KOTTTEROVÁ, J. – KORÉNEKOVÁ, B.: Mechanizmus účinku kadmia na živý organizmus. *Veterinářství*, 12, 1996: 533–534.
- MÜLLER, S. – STACEY, N. H.: Subclinical response to cadmium in liver ceels. *Biol. Trace Elem. Res.*, 21, 1989: 317–323.
- ROSIVAL, I. – ŠULÍK, E. – ŠLESÁROVÁ, L. – KORÉNEK, M. – BLAHOVEC, J.: Determination of chymotrypsin activity in animal stools. *Folia veter.*, 37, 1993: 19–22.
- ROTHER, S. – KOLLMER, W. E. – RAMBECK, W. A.: Influence of certain factors on cadmium retention. *Rev. Méd. Vétér.*, 143, 1992: 255–260.

SIKLENKA, P. – JACKOVÁ, A. – HURNÁ, E. – KORENEKOVÁ, B. – KOTTFFEROVÁ, J. – ELIÁŠ, V. – KONDŘAD, V. – ŠÁLY, J.: Biotechnické postupy v ochrane a tvorbe zdravia a kvalite produktov zvierat. [Závěrečná správa 165-05.] 1994.

SOUTHARD, J. – NITISEWOJO, P. – GREEN, D. E.: Mercurial toxicity and the perturbation of the mitochondrial control system. *Fed. Proc.*, 33, 1974: 2147–2152.

SUGAWARA, C. – SUGAWARA, N.: The effect of cadmium on soluble proteins, enzymes and essential metals of proteins, enzymes and essential metals of the duodenal mucosa. *Arch. Envir. Contam. Toxicol.*, 6, 1977: 121–128.

ŠULÍK, E. – KORENEK, M. – ŠLESÁROVÁ, L. – BLAHOVEC, J. – ROSIVAL, I.: Photometric determination of chy-

motrypsin activity in feces. *Mater. IX. kongr., Olsztyn*, 17.–19. 9. 1992: 496.

TSURITANY, I. – HONDA, R. – ISHIZAKI, M. – JAMADA, Y. – KIDO, T. – NOGAWA, T.: Impairment of vitamin D metabolism due to environmental cadmium exposure and possible relevance to sex-related differences in valueability to the bone damage. *J. Toxicol. Envir. Health*, 37, 1992: 519–533.

WINKLER, C. – RAMBECK, W. A.: Der Einfluss der Calcium-, Phosphor-, und Vitamin D- Zufuhr auf die Cadmium Retention in Leber und Nieren beim wachsenden Huhn. *Z. Tierernähr. Futterm.-Kde*, 51, 1984: 250–256.

Došlo 25. 6. 1997

Prijaté k publikovaniu 16. 9. 1997

---

*Kontaktná adresa:*

MVDr. Marián Korének, CSc., Univerzita veterinárnej medicíny, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, tel.: 00421/95/633 21 11–15, fax: 00421/95/63 76 76 75, e-mail: VETUNIV@CSEARN

---

# THE EFFECT OF PROBIOTIC PREPARATIONS CONTAINING *SACCHAROMYCES CEREVISAE* AND *ENTEROCOCCUS FAECIUM* IN DIETS WITH DIFFERENT LEVELS OF B-VITAMINS ON CHICKEN BROILER PERFORMANCE

ÚČINEK PROBIOTICKÝCH PREPARÁTŮ NA BÁZI *SACCHAROMYCES CEREVISAE* A *ENTEROCOCCUS FAECIUM* VE SMĚSÍCH S ROZDÍLNOU HLADINOU VITAMINŮ SKUPINY B NA UŽITKOVOST KUŘECÍCH BROJLERŮ

I. Kumprecht, P. Zobač

Research Institute of Animal Nutrition, Pohořelice, Czech Republic

**ABSTRACT:** A two-factor feeding and comparative trial with broiler chickens of ROSS hybrid was conducted to study the effect of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* applied to diets with full and reduced levels of B-vitamins, as exerted on chicken weight and feed consumption, lactic acid concentration and carboxymethylcellulase activity in the cecum chyme of chickens. Factor A represented probiotic preparations  $a_0$  – control,  $a_1$  – *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus*,  $a_2$  – *Saccharomyces cerevisiae* 1026,  $a_3$  – *Enterococcus faecium* C-68,  $a_4$  – *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* + *Enterococcus faecium* C-68,  $a_5$  – *Saccharomyces cerevisiae* 1026 + *Enterococcus faecium* C-68. Factor B represented diets with a full vitamin level ( $b_0$ ) and a reduced vitamin level ( $b_1$ ). The trial lasted 42 days. The preparations highly significantly ( $P < 0.01$ ) increased chicken weight at 21 days of age while higher weights were recorded in groups  $a_4$  and  $a_5$ . Higher average values of experimental groups were also recorded at 42 days of age, but they were not statistically significant. Corresponding results were achieved in feed consumption per 1 kg of weight gain: the significantly ( $P < 0.05$ ) lower consumption was recorded in chickens receiving diets BR1 with probiotic preparations in groups  $a_4$  and  $a_5$ . The reduced vitamin level in diets  $b_1$  of group B resulted in the significantly ( $P < 0.05$ ) to highly significantly ( $P < 0.01$ ) lower weight of chickens, and in the higher total feed consumption per 1 kg of weight gain on average. The effects of probiotic preparations were significantly higher in the group of chickens receiving diets with the lower level of B-vitamins. The final weight of chickens receiving diets with probiotic preparations was higher by 3.4–6.3% and the total feed consumption was lower by 3.55–6.28% in comparison with the control ( $a_0b_1$ ); the best results of weight were obtained in groups ( $a_4b_1$  and  $a_5b_1$ ). The combinations of probiotic preparations containing both *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* + *Enterococcus faecium* C 68 and *Saccharomyces cerevisiae* 1026 + *Enterococcus faecium* C 68 significantly increased lactic acid concentrations and carboxymethylcellulase activity in the cecum chyme of broilers.

probiotics; chicken broilers; growth; feed consumption; lactic acid; carboxymethylcellulase activity; LBC; ERGOMYCES; YEA-SACC; cecum chyme; thiamine; riboflavin; pyridoxine; cobalamin

**ABSTRAKT:** Záměrem práce bylo zjistit, zda probiotické preparáty na bázi *Saccharomyces cerevisiae* a *Enterococcus faecium* jsou schopny eliminovat negativní účinek sníženého obsahu vitaminů skupiny B v krmných směsích na růst a spotřebu směsí ve výživě brojlerových kuřat. V krmném srovnávacím pokusu byli použiti sexovaní brojleři hybrida ROSS, kteří byli podle pohlaví umístěni v klecích pokusné haly VÚVZ, přičemž v jedné kleci bylo 10 kuřat. Probiotické preparáty na bázi *Saccharomyces cerevisiae* a *Enterococcus faecium* aplikované ve směsích BR1 ovlivnily vysoce průkazně ( $P < 0,01$ ) pozitivně v 21. dni a ve směsích BR2 v 42. dni věku neprůkazně pozitivně hmotnost kuřat. Nejvyšší hmotnosti v 21. dni věku dosáhla kuřata krmená směsí s kombinací *Saccharomyces cerevisiae* var. *elip.* + *Enterococcus faecium* C 68 ( $a_4$ ) a *Saccharomyces cerevisiae* 1026 + *Enterococcus faecium* C 68 ( $a_5$ ). U skupiny  $a_4$  byla hmotnost o 9,3 % a u skupiny  $a_5$  o 14,04 % ( $P < 0,01$ ) vyšší oproti kontrole ( $a_0$ ). Ve 42. dni věku byl tento rozdíl u skupiny  $a_4$  (1,62 %) a u  $a_5$  (3,66 %) statisticky nevýznamný. Nižší hladina vitaminů skupiny B ve směsích vysoce průkazně ( $P < 0,01$ ) snížila hmotnost kuřat v 21. dni věku (–4,35 %) a průkazně ( $P < 0,05$ ) hmotnost kuřat v 42. dni věku (–4,11 %). Probiotické preparáty aplikované do směsi BR1 snížily průkazně ( $P < 0,05$ ) spotřebu směsi na 1 kg přírůstku. Nejnižší spotřebu směsi na 1 kg přírůstku měla kuřata skupin  $a_4$ ,  $a_5$  – o 10,31 % a 10,88 % oproti kontrole  $a_0$  ( $P < 0,05$ ). V obou případech se jednalo o kombinaci preparátů se *Saccharomyces*

*cerevisae* + *Enterococcus faecium*. Spotřeba směsí BR2 na 1 kg přírůstku nebyla použitými probiotickými preparáty průkazně ovlivněna – celková spotřeba směsí byla u všech pokusných skupin ( $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ ) o 2,10 až 3,36 % nižší než u skupiny  $a_0$ . Tento rozdíl se pohyboval na hranici statistické průkaznosti ( $P < 0,1$ ). Spotřeba směsí BR1 a BR2 a celková spotřeba směsí na 1 kg přírůstku byla v průměru u skupin se sníženou hladinou vitaminů skupiny B ( $b_1$ ) vyšší oproti skupinám krmených směsí s plnou hladinou vitaminů skupiny B ( $b_0$ ). Rozdíly však nebyly statisticky významné. Hmotnost kuřat krmených směsí s vyšší hladinou vitaminů skupiny B, jimž byly aplikovány probiotické preparáty, byla vyšší v 21. dni věku u skupin  $a_2b_0, a_3b_0, a_4b_0$  a  $a_5b_0$ . Zvýšení hodnot u těchto skupin se pohybovalo od 2,91 % do 8,74 % oproti kontrole  $a_0b_0$ . Hmotnost kuřat v 42. dni věku pak byla u všech skupin téměř shodná. Probiotické preparáty snížily spotřebu směsí na 1 kg přírůstku v období výkrmu směsí BR1 s plnou dotací vitaminů B (1.–21. den) o 0,30 až 5,71 %. V období výkrmu směsí s plnou dotací vitaminů skupiny B již nebyl zaznamenán rozdíl mezi jednotlivými pokusnými skupinami, což se projevilo i ve stejném výsledku ve spotřebě směsí za celý výkrm. Při aplikaci probiotických preparátů na bázi *Saccharomyces cerevisiae* a *Enterococcus faecium* do směsí BR1 a BR2 se sníženou hladinou vitaminů skupiny B byla hmotnost významně ( $P < 0,05$ ) ovlivněna. V 21. dni věku byla hmotnost kuřat skupin krmených směsí  $a_1b_1$  o 3,72 %,  $a_2b_1$  o 4,78 %,  $a_3b_1$  o 9,20 % vyšší oproti skupině kontrolní ( $a_0b_1$ ). Nejvýrazněji se projevila kombinace kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* + *Enterococcus faecium* C 68 – u skupin kuřat  $a_4b_1$  byla hmotnost v 21. dni věku o 16,11 % a u  $a_5b_1$  o 19,65 % vyšší oproti kontrole ( $a_0b_1$ ). Ve 42. dni věku byla hmotnost kuřat skupin krmených směsí BR2 se sníženou hladinou vitaminů skupiny B, jimž byly aplikovány probiotické preparáty, o 3,04 až 6,30 % vyšší oproti kontrole ( $a_0b_1$ ). V 21. dni věku kuřat byla zjištěna u směsí BR1 s probiotickými preparáty spotřeba na 1 kg přírůstku o 8,31 až 15,55 % nižší oproti kontrole ( $a_0b_1$ ). Nižší spotřebu směsí BR2 s probiotickými preparáty vykazovaly skupiny kuřat  $a_2b_1, a_3b_1, a_4b_1$ . Celková spotřeba směsí na 1 kg přírůstku byla u všech skupin, jimž byly aplikovány probiotické preparáty, nižší oproti kontrole ( $a_0b_1$ ) – rozdíl se pohyboval v rozmezí od 4,09 do 6,28 %. Kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* i *Saccharomyces cerevisiae* 1026 mírně zvýšily koncentraci kyseliny mléčné v chymu slepého střeva (o 10 až 31 %). Výrazně vyšší obsah kyseliny mléčné v chymu slepého střeva byl zjištěn u kuřat krmených směsí s *Enterococcus faecium* C 68 ( $a_3$ ) (2,15krát) a při použití kombinace *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* + *Enterococcus faecium* C 68 –  $a_4$  (3,17krát) a *Saccharomyces cerevisiae* 1026 + *Enterococcus faecium* C 68 –  $a_5$  (2,97krát) oproti kontrole ( $a_0$ ). U skupin krmených směsí s nižší hladinou vitaminů skupiny B ( $b_1$ ) byl zaznamenán mírný pokles koncentrace kyseliny mléčné v chymu slepého střeva. Aktivita karboxymetylcelulázy v chymu slepého střeva byla ve srovnání s kontrolou ( $a_0$ ) dvojnásobně vyšší u kuřat, jimž byly do směsí BR1 a BR2 aplikovány probiotické preparáty. Nižší hladina vitaminů skupiny B neovlivnila aktivitu karboxymetylcelulázy v chymu slepého střeva brojlerů.

probiotika; drůbeží brojleři; růst; spotřeba směsí; kyselina mléčná; aktivita karboxymetylcelulázy; LBC; ERGOMYCES; YEA-SACC; chymus slepého střeva; thiamin; riboflavin; pyridoxin; kobalamin

## INTRODUCTION

Probiotic preparations are currently an ordinary ingredient of complete diets in which they are applied as a preventive factor against intestinal diseases and a positive factor to establish eubiosis. Positive effects of probiotics on animal growth and feed utilization were also demonstrated in numerous studies. Fuller (1992), Gedecková (1990), LeStradet (1994a, b) and others present detailed descriptions and extensive information retrieval for this problem.

A great many of stabilized microorganism strains are an efficient ingredient of probiotic preparations. They are listed in the papers published by Kumprecht, Zobač (1995), LeStradet (1994a, b), etc. Selected strains of *Saccharomyces cerevisiae* which are efficient ingredients of recently developed mono- and polyvalent probiotic preparations are facultative anaerobes. They are not a natural component of the digestive tract microflora but their propagation is possible in the rumen of ruminants and in the large intestine of monogastric animals. Their propagation is best in the conditions of pH value 3.5–5.0 but they produce larger amounts of nucleotides, amino acids, vitamins and lipids in neutral conditions. They are great oxygen

consumers at the same time, so creating conditions for the growth of anaerobic microflora.

The bacteria *Enterococcus* (*Streptococcus*) *faecium* are Gram-positive cocci. They contribute to sugar fermentation to lactic acid, which decreases pH values of the medium to 4.0–4.6. Their propagation is intensive at a temperature from 10 to 45 °C. They are a natural component of the intestinal microflora of humans, animals as well as insects. Bacteria of the genus *Enterococcus* spp. are an efficient ingredient of the most popular probiotic preparations while the strains *Enterococcus faecium* M 74 and *Enterococcus faecium* C 68 are used most frequently.

B-vitamins are a necessary part of food of all living organisms. They stimulate the organism growth and general development. Their deficit causes serious metabolic disorders that can end even in an individuals death. Complete diets enriched with B-vitamins through biofactor supplements are used in intensively managed herds.

As reported by many researchers (Fuller, 1992; Havenaar et al., 1992), microorganisms play an important role in the process of vitamin synthesis in the animal digestive tract. The synthesis of B-vitamins is mentioned most frequently. Researchers usually draw

their conclusions on the basis of experiments *in vitro*. The available literature does not contain a sufficient number of papers documenting this effect by trials *in vivo*. This is the reason why we conducted a trial to determine whether probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* could eliminate negative effects of a reduced level of B-vitamins in diets on the growth and feed consumption in broiler chickens.

## MATERIAL AND METHODS

The objective of this study was to eliminate negative effects of a lower level of B-vitamins in diets for broilers by applications of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* (2 strains) and *Enterococcus faecium* C-68.

Sexed broilers of ROSS hybrid were used in a feeding comparative trial; they were supplied by the company Jiří MACH – Lhůň kuřat Litomyšl (Litomyšl Chicken Hatcheries). Divided by the sex, broilers were kept in cages of an experimental house of the Research Institute of Animal Nutrition; there were ten chickens per cage. Chickens received diets BR1 from 1st to 21 day, and diets BR2 from 22nd to 42nd day. The formulation and nutrient contents in basic diets BR1 and BR2 are shown in Tab. I. Microorganisms in form of probiotic preparations were added to basic diets in keeping with the defined goal according to this scheme:

Diets	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cockerel number	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pullet number	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Sacch. cerevisiae</i> var. <i>elipsoideus</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Sacch. cerevisiae</i> 1026	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Ent. faecium</i> C-68	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Diets - b <sub>0</sub>	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Diets - b <sub>1</sub>	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+

Diets b<sub>0</sub> with full saturation of B-vitamins contained: vitamin B<sub>1</sub> 600 mg, vitamin B<sub>2</sub> 1,200 mg, vitamin B<sub>6</sub> 900 mg, vitamin B<sub>12</sub> 5 mg per 1 kg of BR1 biofactor supplement, and vitamin B<sub>1</sub> 500 mg, vitamin B<sub>2</sub> 1,000 mg, vitamin B<sub>6</sub> 600 mg, vitamin B<sub>12</sub> 4 mg per 1 kg of BR2 biofactor supplement.

The above-mentioned vitamins were not included in biofactor supplements to diets b<sub>1</sub> and chickens had to put up with B-vitamins contained in the separate ingredients of the basic diets BR1 and BR2 used. The formulation of biofactor supplements BIOVITAN PLUS (Biofaktory, s.r.o., Praha) is shown in Tab. I. The stabilized microorganisms in question were applied to diets BR1 and BR2 in form of probiotic preparations:

*Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* (a<sub>1</sub>) in form of a probiotic preparation ERGOMYCES at a dose of 100 g per 100 kg of diets BR1 and BR2. Manufactured by FARMER, Mantua, Italy.

*Saccharomyces cerevisiae* 1026 (a<sub>2</sub>) in form of a probiotic preparation YEA-SACC at a dose of 100 g per 100 kg of diets BR1 and BR2. Manufactured by ALLTECH Inc., Kentucky, USA.

*Enterococcus (Streptococcus) faecium* C 68 (a<sub>3</sub>) at a dose of 1.5 x 10<sup>6</sup> bacteria per 1 g of diets BR1 and BR2 in form of an LBC preparation. Manufactured by BIOFERMENT, Lugano, Switzerland.

The trial was a two-factor one according to the formula A (6) x B (2) x (40), where factor A represented probiotic preparations, factor B diets with different levels of B-vitamins.

Temperatures and relative atmospheric humidities in an experimental hall were controlled by the standards for broiler fattening, illumination was continuous, chickens had a free choice of water and feed. The parameters observed included chicken weight in g, feed consumption in kg per 1 kg of weight gain in the separate growth stages. Control slaughters were done at the end of the trial to determine the carboxymethylcellulase (CMC) activity and lactic acid concentration in the cecum chyme. CMC activity was determined by a modified method according to Miller et al. (1960). Lactic acid concentration was determined by capillary isotachopheresis (Kvasnička, Blatný, 1994).

Chemical analyses of feeds followed methodologies established by the standard CSN 46 7092 (1986). B-vitamins quantities were calculated from the particular ingredients of diets BR1 and BR2, using the values given by Zeman (1995). Metabolizable energy of the

diets used was calculated in a similar way. Data were processed by analysis of variance (Snedecor, Cochran, 1969).

## RESULTS

Tab. II shows the effect of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* and the effect of various B-vitamins levels on chicken broiler weight with respect to the two-factor analysis of variance. Probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* applied in diets BR1 had highly significant ( $P < 0.01$ ) positive effects, and in diets BR2 insignificant positive effects, on chicken weight. The highest weight at 21 days of age was observed in chickens receiving diets with combinations of *Saccharomyces cerevisiae* var.

I. The formulation and nutrient contents in diets BR1 for broiler starting and BR2 for broiler production

Ingredient	Diets			
	BR1		BR2	
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>
	percentual values			
Fish meal	3	3	1	1
Meat-bone meal	2	2	2	2
Vitex yeasts	1	1	1	1
Soybean meal	25	25	25	25
Corn	40	40	40	40
Wheat	24.5	24.5	26.5	26.5
<sup>1)</sup> BR1 biofactor supplement with B-vitamins	0.5	–	–	–
<sup>2)</sup> BR1 biofactor supplement without B-vitamins	–	0.5	–	–
<sup>3)</sup> BR2 biofactor supplement with B-vitamins	–	–	0.5	–
<sup>4)</sup> BR2 biofactor supplement without B-vitamins	–	–	–	0.5
<sup>5)</sup> Mineral feed additive 2SP	4	4	4	4
Dry matter	88.25	88.25	88.19	88.19
Crude protein (N x 6.25)	22.02	22.02	21.07	21.07
Fat	3.00	3.00	2.88	2.88
Fiber	3.35	3.35	3.40	3.40
Ash	7.31	7.31	7.01	7.01
Nitrogen-free extract	52.57	52.57	53.83	53.83
Organic matter	80.94	80.94	81.18	81.18
Metabolizable energy in MJ/kg	11.55	11.55	11.55	11.55
Thiamine B1 in mg/kg	7.19	4.19	5.08	4.26
Riboflavin B2 in mg/kg	8.05	2.05	6.97	1.97
Pyridoxine B6 in mg/kg	8.93	4.43	7.21	4.21
Cobalamin B12 in µg/kg	37.66	12.66	25.63	5.63

<sup>1)</sup> BIOVITAN BR1 Plus, BR1 biofactor supplement of B-vitamins contains per 1 kg of premix: vitamin A 3,000,000 i.u., vitamin D<sub>3</sub> 700,000 i.u., vitamin E 10,000 mg, vitamin K<sub>3</sub> 600 mg, niacin 6,000 mg, calcium pantothenate 2,500 mg, biotin 15 mg, folic acid 200 mg, choline 60,000 mg, vitamin B<sub>1</sub> 600 mg, vitamin B<sub>2</sub> 1,200 mg, vitamin B<sub>6</sub> 900 mg, vitamin B<sub>12</sub> 5 mg, DL-methionine 400,000 mg, metichlorpindol 20,000 mg, metylbenzochate 1,670 mg

<sup>2)</sup> BIOVITAN BR1 Plus, biofactor supplement without B-vitamins contains: vitamin A 3,000,000 i.u., vitamin D<sub>3</sub> 700,000 i.u., vitamin E 10,000 mg, vitamin K<sub>3</sub> 600 mg, niacin 6,000 mg, calcium pantothenate 2,500 mg, biotin 15 mg, folic acid 200 mg, choline 60,000 mg, DL-methionine 400,000 mg

<sup>3)</sup> BIOVITAN BR2 Plus, BR2 biofactor supplement with B-vitamins contains per 1 kg of premix: vitamin A 2,400,000 i.u., vitamin D<sub>3</sub> 500,000 i.u., vitamin E 6,000 mg, vitamin K<sub>3</sub> 500 mg, niacin 5,000 mg, calcium pantothenate 2,000 mg, choline 40,000 mg, vitamin B<sub>1</sub> 500 mg, vitamin B<sub>2</sub> 1,000 mg, vitamin B<sub>6</sub> 600 mg, vitamin B<sub>12</sub> 4 mg, DL-methionine 360,000 mg

<sup>4)</sup> BIOVITAN BR2 Plus, BR2 biofactor supplement without B-vitamins contains per 1 kg of premix: vitamin A 2,400,000 i.u., vitamin D<sub>3</sub> 500,000 i.u., vitamin E 6,000 mg, vitamin K<sub>3</sub> 500 mg, niacin 5,000 mg, calcium pantothenate 2,000 mg, choline 40,000 mg, DL-methionine 360,000 mg

<sup>5)</sup> Mineral feed additive 2 SP contains: mineral supplement MD II 10%, feeding limestone 29%, dicalcium phosphate 39%, wheat flour 17%, feeding salt 5%

1 kg of MD II contains: iron sulfate 140,000 mg, copper sulfate 14,000 mg, zinc oxide 25,000 mg, manganese oxide 29,500 mg, potassium iodide 150 mg, cobalt sulfate 150 mg, Magnovit (70% MgO) 379,000 mg, sodium selenite 100 mg, Siloxide 5,500 mg, feeding flour ad 1 kg

*elip.* + *Enterococcus faecium* C 68 (a<sub>4</sub>) and *Saccharomyces cerevisiae* 1026 + *Enterococcus faecium* C 68 (a<sub>5</sub>). Group a<sub>4</sub> had the weight higher by 9.3% and group a<sub>5</sub> by 14.04% ( $P < 0.01$ ) in comparison with the control (a<sub>0</sub>). This difference corresponded to 1.62% in a<sub>4</sub> and 3.66% in a<sub>5</sub> at 42 days of age. The lower dietary level of B-vitamins highly significantly ( $P < 0.01$ ) reduced chicken weight at 21 days of age (–4.35%) while this reduction was significant ( $P < 0.05$ ) at 42 days of age (–4.11%).

Applications of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* to diets BR1 significantly ( $P < 0.05$ ) reduced feed consumption per 1 kg of weight gain (Tab. III). The lowest feed consumption per 1 kg of weight gain was determined in chickens of group a<sub>4</sub> (10.31%) and a<sub>5</sub> (10.88%) in comparison with the control (a<sub>0</sub>) ( $P < 0.05$ ). The preparations with a combination of *Saccharomyces cerevisiae* + *Enterococcus faecium* were used in both cases. The consumption of diets BR2 per

II. The effects of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium*, and B-vitamins on chicken broiler weight

Parameter	Unit	Probiotic preparations						B komplex	
		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>
Chicken number		80	80	80	80	80	80	240	240
Starting weight	g	46	45	45	46	45	46	46	45
Weight on day 21	g	591 <sup>A</sup>	608 <sup>AB</sup>	623 <sup>AB</sup>	637 <sup>ABC</sup>	646 <sup>BC</sup>	674 <sup>C</sup>	644 <sup>A</sup>	616 <sup>B</sup>
S.D.	g	± 58	± 82	± 88	± 88	± 72	± 83	± 83	± 84
Index	%	100.00	102.88	105.42	107.78	109.30	114.04	100.00	95.65
Weight on day 42	g	1 913	1 931	1 981	1 969	1 944	1 983	1 994	1 912
S.D.	g	± 199	± 243	± 290	± 220	± 227	± 261	± 250	± 241
Index	%	100.00	100.94	103.55	102.93	101.62	103.66	100.00	95.89

For Tabs. II to VIII:

a<sub>0</sub> – control

a<sub>1</sub> – *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus*

a<sub>2</sub> – *Saccharomyces cerevisiae* 1026

a<sub>3</sub> – *Enterococcus faecium* C-68

a<sub>4</sub> – *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* + *Enterococcus faecium* C-68

a<sub>5</sub> – *Saccharomyces cerevisiae* 1026 + *Enterococcus faecium* C-68

b<sub>0</sub> – diets with biofactor supplements (BIOVITAN PLUS) with 100% level of vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> and B<sub>12</sub>

b<sub>1</sub> – diets with biofactor supplements (BIOVITAN PLUS) fully excluding B vitamins

The values designated by different capitals are statistically highly significant ( $P < 0.01$ )

III. The effects of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* on feed consumption in kg per 1 kg of chicken weight gain

Parameter	Unit	Probiotic preparations						B komplex	
		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>
Chicken number		80	80	80	80	80	80	240	240
BR1 feed consumption from day 1 to day 21	kg	1.765 <sup>a</sup>	1.643 <sup>ab</sup>	1.685 <sup>a</sup>	1.625 <sup>ab</sup>	1.583 <sup>b</sup>	1.573 <sup>b</sup>	1.616	1.673
S.D.	kg	± 0.133	± 0.031	± 0.031	± 0.037	± 0.016	± 0.012	± 0.111	± 0.054
Index	%	100.00	93.09	95.47	92.07	89.69	89.12	100.00	103.53
BR2 feed consumption from day 22 to 42	kg	2.301	2.296	2.264	2.279	2.303	2.326	2.277	2.312
S.D.	kg	± 0.061	± 0.089	± 0.104	± 0.065	± 0.048	± 0.098	± 0.071	± 0.086
Index	%	100.00	99.78	98.39	99.04	100.09	101.09	100.00	101.54
Total feed consumption	kg	2.140	2.095	2.088	2.076	2.068	2.079	2.069	2.112
S.D.	kg	± 0.068	± 0.060	± 0.069	± 0.044	± 0.033	± 0.063	± 0.068	± 0.051
Index	%	100.00	97.90	97.57	97.01	96.64	97.15	100.00	102.08

The values designated by different small letters are significantly different ( $P < 0.05$ )

1 kg of weight gain was not significantly influenced by probiotic preparations. Total feed consumption per 1 kg of weight gain was lower by 2.10 to 3.36% in all experimental groups (a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>, a<sub>4</sub>, a<sub>5</sub>) in comparison with group a<sub>0</sub>. This difference was at the level of statistical significance ( $P < 0.1$ ).

The consumption of feeds BR1, BR2 and total feed consumption per 1 kg of weight gain was on average higher in groups receiving the lower level of B-vitamins (b<sub>1</sub>) in comparison with groups receiving diets with the full level of B-vitamins (b<sub>0</sub>). The differences were not however statistically significant.

The effects of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* C 68 applied to diets with the full level of B-vitamins (A x B interaction) on chicken weight are shown in Tab. IV,

on feed consumption per 1 kg of weight gain in Tab. V. The weight of chickens receiving diets with the full level of B-vitamins and probiotic preparations was higher at 21 days of age in groups a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>, a<sub>2</sub>b<sub>0</sub>, a<sub>3</sub>b<sub>0</sub> and a<sub>5</sub>b<sub>0</sub>. Increases in values for these groups ranged from 2.91% to 8.74% against the control a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>. Chicken weight at 42 days of age was almost identical in all groups. Probiotic preparations decreased feed consumption per 1 kg of weight gain in the period of administration of diet BR1 with full endowment of B-vitamins (1st–21st day) by 0.30 to 5.71% (Tab. V).

There was no difference between the experimental groups in the period of administration of diets with full endowment of B-vitamins, which was also shown by the same result of feed consumption for the whole production period.

IV. The effects of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* C 68 with higher levels of B-vitamins on chicken weight

Parameter	Unit	Probiotic preparations (A x B interactions)					
		a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>
Chicken number		40	40	40	40	40	40
Starting weight	g	45	45	45	46	46	46
Weight on day 21	g	618	630	654	657	636	672
Index	%	100.00	101.94	105.83	106.31	102.91	108.74
Weight on day 42	g	1 984	1 963	2 060	2 020	1 929	2 007
Index	%	100.00	98.94	103.83	101.81	97.23	101.16

V. The effects of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* C 68 with higher levels of B-vitamins on feed consumption in kg per 1 kg of chicken weight gain

Parameter	Unit	Probiotic preparations (A x B interactions)					
		a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>
Chicken number		40	40	40	40	40	40
BR1 feed consumption from day 1 to 21	kg	1.665	1.620	1.660	1.595	1.590	1.570
Index	%	100.00	97.30	99.70	95.80	95.50	94.29
BR2 feed consumption from day 22 to 42	kg	2.265	2.270	2.283	2.248	2.318	2.280
Index	%	100.00	100.22	100.79	99.25	102.34	100.66
Total feed consumption from day 1 to 42	kg	2.083	2.070	2.093	2.045	2.075	2.050
Index	%	100.00	99.38	100.48	98.18	99.62	98.42

VI. The effects of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* C 68 with lower dietary levels of B-vitamins on chicken weight

Parameter	Unit	Probiotic preparations (A x B interactions)					
		a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>
Chicken number		40	40	40	40	40	40
Starting weight	g	45	45	45	47	45	46
Weight on day 21	g	565	586	592	617	656	676
Index	%	100.00	103.72	104.78	109.20	116.11	119.65
Weight on day 42	g	1 842	1 898	1 902	1 918	1 958	1 958
Index	%	100.00	103.04	103.26	104.13	106.30	106.30

Taking into account the application of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* to diets BR1 and BR2 with a reduced level of B-vitamins (Tab. VI), chicken weight was significantly influenced by the probiotic preparations concerned. The weight of chickens at 21 days of age in groups receiving diets a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> was higher by 3.72% than in the control group (a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>), in those receiving diets a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> by 4.78% and a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> by 9.20%. The effect was highest in the combination of the yeasts *Saccharomyces cerevisiae* + *Enterococcus faecium* C 68, when the weight at 21 days of age was higher by 16.11% in chickens of group a<sub>4</sub>b<sub>1</sub> and by 19.65% in a<sub>5</sub>b<sub>1</sub> than in the control (a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>). The weight of chickens at 42 days of age, receiving diets BR2 with a reduced level of B-vitamins and probiotic preparations, was higher by 3.04 to 6.30% than in the control (a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>).

In agreement with the achieved higher weight of chickens receiving diets with a reduced level of B-vitamins and probiotic preparations concerned (Tab. VII), feed consumption per 1 kg of weight gain was found to be significantly lower. In comparison with the control (a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>), it was lower by 8.31–15.55% at 21 days of age in chickens receiving diets BR1 with probiotic preparations. Lower consumption of feed BR2 with probiotic preparations was recorded in chicken groups a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>, a<sub>3</sub>b<sub>1</sub>, a<sub>4</sub>b<sub>1</sub>. Total feed consumption per 1 kg of weight gain was lower than in the control (a<sub>0</sub>b<sub>1</sub>) in all groups receiving probiotic preparations. The difference ranged from 3.55 to 6.28%.

Tab. VIII shows the effect of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* applied to diets BR1 and BR2 and the effect of feeds with full and reduced levels of B-vitamins

VII. The effects of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* C 68 with lower dietary levels of B-vitamins on feed consumption in kg per 1 kg of chicken weight gain

Parameter	Unit	Probiotic preparations (A x B interactions)					
		a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>
Chicken number		40	40	40	40	40	40
BR1 feed consumption from day 1 to 21	kg	1.865	1.665	1.710	1.655	1.575	1.575
Index	%	100.00	89.28	91.69	88.74	84.45	84.45
BR2 feed consumption from day 22 to 42	kg	2.338	2.323	2.245	2.310	2.288	2.373
Index	%	100.00	99.36	96.02	98.80	97.86	101.50
Total feed consumption from day 1 to 42	kg	2.198	2.102	2.083	2.108	2.060	2.108
Index	%	100.00	96.45	94.77	95.91	93.72	95.91

VIII. The effects of probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium* on lactic acid concentration in the cecum chyme and on carboxymethylcellulase activity in chicken broilers at 42 days of age

Parameter	Unit	Probiotic preparations						B-vitamins	
		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>
Number of determinations		8	8	8	8	8	8	24	24
Lactic acid content in the cecum chyme	mg/kg	46.0	60.18	50.67	101.12	146.00	136.75	100.37	79.87
Index	%	100.00	130.83	110.15	214.83	317.39	297.29	100.00	74.58
CMC activity	U/g	1.020	1.866	1.842	2.016	2.292	2.028	1.912	1.778
Index	%	100.00	182.94	180.51	197.65	224.71	198.82	100.00	92.99

(two-factor analysis of variance) on lactic acid concentration and carboxymethylcellulase activity in the cecum chyme of broilers at 42 days of age.

The yeasts *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* and *Saccharomyces cerevisiae* 1026 slightly increased lactic acid concentrations in the cecum chyme (by 10 to 31%). The expressively higher content of lactic acid in the cecum chyme was determined in chickens receiving diets with *Enterococcus faecium* C 68 (a<sub>3</sub> – 2.15 times more), and with the combination of *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* + *Enterococcus faecium* C 68 (a<sub>4</sub> – 3.17 times more) and *Saccharomyces cerevisiae* 1026 + *Enterococcus faecium* C 68 (a<sub>5</sub> – 2.97 times more) if compared with the control (a<sub>0</sub>). A slight decrease in lactic acid concentrations in the cecum chyme was recorded in groups receiving the lower level of B-vitamins (b<sub>1</sub>).

In comparison with the control (a<sub>0</sub>), the carboxymethylcellulase activity in the cecum chyme was about twice higher than in that of chickens receiving the probiotic preparations concerned in their diets BR1 and BR2. The lower level of B-vitamins did not influence the carboxymethylcellulase activity in the cecum chyme.

## DISCUSSION

As revealed by the results, probiotic preparations containing *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecium*, and mainly the combinations of selected strains of active yeasts with selected strains of lactaci-

dogenic streptococci stimulate chicken growth and improve the conversion of nutrients from feeds. This knowledge is fully in agreement with the statement of Fuller (1992) as well as with our previous findings concerning applications of probiotic preparations with *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecium* M 74 and C 68 or *Bacillus* C.I.P. 5832, both in poultry and piglet nutrition (Kumprecht, Zobač, 1995, 1996; Kumprecht et al., 1994).

The increased concentration of lactic acid and increased carboxymethylcellulase activity are regularly concomitant metabolic responses to the effects of lactacidogenic microflora producing lactic acid. The medium produced in this way is apt for cellulolytic microflora development. Expressively higher concentrations of lactic acid and expressively higher carboxymethylcellulase activity in the cecum chyme in groups of chickens that received diets with combinations of *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* or *Saccharomyces cerevisiae* C 68 are consistent with the description of active yeasts, great oxygen consumers, so producing the medium for development of both anaerobic and facultatively aerobic microflora.

As accentuated in the introductory section of this paper, intestinal microflora is important for synthesis of B-vitamins. The effect on macroorganism growth is one of the signs of a metabolic response to the action of these vitamins. Any change in the level of B-vitamins is very striking in intensive poultry flocks where these vitamins should be supplied to complete diets to achieve the best results possible. The results obtained by a comparison of the effects of diets in which the

particular ingredients were the only sources of B-vitamins with those enriched with these vitamins, as exerted on chicken growth and feed conversion, demonstrated the need of B-vitamins applications to diets. The results of active yeast and lactacidogenic streptococcus applications to diets that were not enriched with vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> and B<sub>12</sub> also confirmed that stabilized microorganisms representing the active ingredient of the probiotic preparations used (*Saccharomyces cerevisiae* and *Enterococcus faecium*) were able to enhance the level of these vitamins to the level when no negative changes in chicken growth and total consumption per 1 kg of weight gain took place.

## REFERENCES

- FULLER, R.: Probiotics. The Scientific Basis. London 1992. 398 p.
- GEDEKOVÁ, B. R.: Zum Wirkungsmechanismus von Probiotika. In: Proc. Int. Symp. Probiotics in the Nutrition of Animals, Dům techniky, Brno, 1990: 1-16.
- HAVENAAR, R. – BRINK, B. T. – VELD, J. H. J.: Selection of strains for probiotic use. In: FULLER, R.: Probiotics. The Scientific Basis. London 1992: 209-224.
- KUMPRECHT, I. – ZOBAČ, P.: Continuous application of probiotics based on *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* and *Bacillus* C.I.P. 5832 in the nutrition of chicken broilers. *Živoč. Výr.*, 41, 1996: 311-316.
- KUMPRECHT, I. – ZOBAČ, P.: International conference "Probiotics in the nutrition of animals". *Živoč. Výr.*, 40, 1995: 429-430.
- KUMPRECHT, I. – ZOBAČ, P. – GASNÁREK, Z. – ROBOŠOVÁ, E.: The effect of continuous application of probiotics preparations based on *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* and *Streptococcus faecium* C-68 (SF-68) on chicken broilers yield. *Živoč. Výr.*, 39, 1994: 491-503.
- KVASNIČKA, F. – BLATNÝ, P.: Aplikáční listy k isotachoforetickému analyzátoru Ionosep 900.1. Firemní literatura Recman – laboratorní technika. 1994.
- LESTRADET, H.: Les probiotiques. II. Utilisation chez l'homme. *Médecine et Chirurgie Digestives*. B.C. Diffusion. Paris 1994a (8): 461-464.
- LESTRADET, H.: Les probiotiques. I. Utilisation chez l'animal. *Médecine et Chirurgie Digestives*. B.C. Diffusion. Paris 1994b (7): 421-424.
- MILLER, G. L. – BLUM, R. – GLENON, W. E. – BURTON, A. L.: Measurement of carboxymethylcellulase activity. *Analyt. Biochem.*, 2, 1960: 127.
- SNEDECOR, G. W. – COCHRAN, W. C.: *Statistical Methods*. 6th ed. Ames, The Iowa State University 1969.
- ZEMAN, L.: Katalog krmiv. Tabulky výživné hodnoty krmiv. ČAZV, VÚVZ Pohořelice 1995. 465 p.
- ČSN 46 7092. Metody zkoušení krmiv. Praha, ÚNM 1986.

Received for publication on May 5, 1997

Accepted for publication on September 16, 1997

---

### Contact Address:

RNDr. Ivan K u m p r e c h t, CSc., Výzkumný ústav výživy zvířat, s. r. o., Videňská 699, 691 23 Pohořelice, Česká republika, tel.: 0626/42 45 41, fax: 0626/42 43 66

---

# STRAVITELNOST STRUKTURÁLNÍCH SACHARIDŮ HEMICELULÓZY VOJTĚŠKOVÉHO SENA STANOVENÁ METODOU NYLONOVÝCH KAPSLÍ\*

## DIGESTIBILITY OF STRUCTURAL SACCHARIDES OF ALFALFA HAY HEMICELLULOSE DETERMINED BY A NYLON CAPSULE METHOD

B. Svozil, J. Třináctý, M. Richter

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

**ABSTRACT:** The digestibility of alfalfa hay structural saccharides of hemicellulose was evaluated by a nylon capsule method. Nylon capsule method was derived from the two methods: nylon bag and mobile nylon bag. Nylon capsules were made of two hemispheres with pore size of 42  $\mu\text{m}$  and filled with sample and the weight. The capsule diameter was 10 mm and they were introduced into the cows orally as a paper bolus. In our trial it was found out that relatively low mean digestibility was at xylose 61.33% (s.e. 0.56) and mannose 56.98% (s.e. 0.48). High mean digestibility was at arabinose, galactose and glucose with values as follows: 81.34% (s.e. 0.51), 89.95% (s.e. 0.31) and 92.17% (s.e. 0.41). It was also found out that the time of passage of capsules through the digestive tract was a strong factor influencing the digestibility of saccharides. In our trial it was confirmed that it is possible to evaluate individual digestibility of nutrients when the mixture ration is fed by the nylon capsule method.

nylon capsules; digestibility; hemicellulose; structural saccharides

**ABSTRAKT:** Byla stanovena stravitelnost strukturálních sacharidů hemicelulózy vojtěškového sena metodou nylonových kapslí. Tato metoda byla odvozena z metody nylonových sáčků a metody mobilních nylonových sáčků. Nylonové kapsle jsou vyrobeny ze dvou vzájemně svařených polokoulí a naplněny vzorkem krmiva a závažím. Velikost kapslí je 1 cm a jsou aplikovány orálně pomocí papírových bolusů. V našem pokusu bylo zjištěno, že xylóza a manóza jsou nejméně stravitelné strukturální sacharidy hemicelulózy vojtěškového sena. Průměrné zjištěné hodnoty stravitelnosti činily u xylózy 61,33 % (s.e. 0,56) a u manózy 56,98 % (s.e. 0,48). Vysoké hodnoty stravitelnosti byly zjištěny u arabinózy, galaktózy a glukózy s hodnotami 81,34 % (s.e. 0,51), 89,95 % (s.e. 0,31) a 92,17 % (s.e. 0,41). Jako významný faktor ovlivňující stravitelnost byla zjištěna doba průchodu kapslí zažívacím traktem dojnic. Sledování prokázalo možnost stanovení individuální stravitelnosti živin při zkrmování směsné krmné dávky metodou nylonových kapslí.

nylonové kapsle; stravitelnost; hemicelulóza; strukturální sacharidy

### ÚVOD

Přežvýkavci jsou přizpůsobeni morfologickou adaptací trávicího traktu k příjmu a využívání polysacharidů a tkaňovou adaptací k využívání konečných produktů bacherové fermentace.

Sacharidy rostlin jsou obsaženy v listech a stoncích především ve formě strukturálních sacharidů. Rostlinná buňka obsahuje řadu polysacharidů; nejdůležitějším a nejvíce zastoupeným polysacharidem je celulóza. Spolu s ní je ve stěnách rostlinných buněk obsažena hemicelulóza. Dvě nejčastější formy hemicelulózy jsou xylan a glukomanan.

Obsah hemicelulózy v píceňinách je v literatuře uváděn většinou jako rozdíl NDF a ADF, tedy jako výsle-

dek metody stanovení frakcí vlákniny podle Van Soesta (1967). Různí autoři uvádějí tyto hodnoty obsahu hemicelulóz v sušině vojtěškového sena: Czerekawski (1986) 7,0 %, Wooren a Kwakkel (1986) 6,9 %, NRC (1988) 12,0 %, Kraiem et al. (1990) 15,0 % a Flachowsky et al. (1994) 9,9 %. Obsah hemicelulóz závisí na více faktorech, mezi nejdůležitější patří státnutí rostlin, doprovázené zvyšováním obsahu ligninu.

Využití energie z těchto sacharidů je podmíněno štěpením beta-1,4-glukosidické vazby. Savci běžně takovým enzymatickým systémem nedisponují. Přežvýkavcům to umožňuje symbióza s anaerobními mikroorganismy.

Pro tvorbu bakteriální biomasy je nezbytný přísun energetické složky v době, kdy je k dispozici dostatek

\* Řešení bylo financováno Národní agenturou pro zemědělský výzkum (projekt č. 960002179-15).

čpavku, tj. 1 až 3 hodiny po nakrmení. Z tohoto důvodu mají klíčový význam lehce rozpustné sacharidy, škrob a hemicelulózy, jak uvádí Bartoš (1987). Marounek (1978), podobně jako Hoover a Stokes (1991), uvádí větší a rychlejší odbourávání hemicelulóz ve srovnání s celulózami.

Strobel a Russell (1986) stanovili efektivnost produkce mikrobiální hmoty ( $Y_{ATP}$ ) z 5 zdrojů sacharidů po 10 hodinách inkubace v dávkových kulturách směsných bacherových mikroorganismů. Při pH 6,7 byla  $Y_{ATP}$  podobná pro škrob, sacharózu, celobiozu, xylózu a pektiny. Také další krátkodobé studie za použití kultur bacherových obsahů demonstrovaly podobnou produkci TMK z glukózy, xylózy, maltózy a sacharózy. Tyto studie ukazují, že po hydrolyze polymerů jsou výsledné hexózy a pentózy ihned fermentovány a podporují mikrobiální růst s podobnou efektivností (Marounek, Bartoš, 1983).

V jiných studiích byla zjištěna nižší hydrolyza xylanů (hlavní komponenty hemicelulózy) než hydrolyza celulózy, a tím i nižší výťažek  $Y_{ATP}$ . Glenn a Canale (1990) pozorovali u trav a leguminóz nižší bacherové trávení hemicelulózy a xylózy než celulózy a glukózy. Tomu odpovídá i nižší koeficient stravitelnosti pro hemicelulózu než pro celulózu, který uvádí Hespell (1988). Naproti tomu Bartoš (1987) uvádí, že z hlediska bacherové proteosyntézy jsou nejkvalitnějšími zdroji energie hemicelulóza a škrob.

Doposud prováděné stanovení stravitelnosti strukturálních sacharidů bylo odkázáno na použití metod *in vitro*, *in situ* nebo *in vivo*. Bilanční stanovení stravitelnosti byla nejčastěji prováděna podle autora Schiemann (1971). U této metody je vždy problémem odělení stravitelnosti jednotlivého komponentu od ostatních složek obsažených v celé krmné dávce.

Nově lze pro přesnější stanovení stravitelnosti strukturálních sacharidů využít metodu mobilních kapslí, která je odvozena od metody „nylon bag“. Tato metoda je založena na vynálezu nylonové kapsle (Třináctý et al., 1994) a umožňuje individuálně sledovat definované množství aplikovaného materiálu (krmiva) po dobu průchodu trávicím traktem. Kapsle při průchodu jednotlivými částmi trávicího traktu umožňuje vstup trávicích enzymů, mikroorganismů i ostatních metabolitů obsažených v bacherové tekutině nebo chymu k testovanému materiálu, samozřejmě včetně opačného směru pohybu.

Cílem našeho pokusu bylo stanovit stravitelnost hemicelulózy strukturálních sacharidů vojtěškového sena u dojníc při zkrmování směsné krmné dávky.

## MATERIÁL A METODA

Metodické postupy zvolené při řešení byly založeny na nové metodě nylonových kapslí, vyvinuté ve Výzkumném ústavu včívání v Pohořelicích (Třináctý et al., 1996a).

Přípravné období před pokusem trvalo 54 dnů. V tomto období byl stabilizován příjem krmiva a nádoj

mléka. Pokus trval 42 dnů a byl rozdělen na dvě 21denní periody.

Vojtěška použitá pro stanovení stravitelnosti byla sklizena po začátku kvetení (1. seč) a usušena na poli. Vzorek sena byl pomlet na nožovém mlýnku při použití 1,0mm síta s trapezoidními otvory (Fritsch).

**Zvířata.** Pokus byl proveden na dvou dojících dojnících ve druhé laktaci. Dojnice byly křížky plemene černostrakaté nížinné x české strakaté šest měsíců po otelení. Dojnice byly ustájeny individuálně. Krmná dávka byla složena z vojtěškového sena dobré kvality (4 kg), kukuřičné siláže o 28,1% sušiny (30 kg) a směsi (6 kg), která obsahovala oves (17%), pšenici (12%), vojtěškovou moučku (12%), kukuřici (25%), pšeničné otruby (8%), sójové pokrutiny (23%), dikalciumfosfát (2,5%) a NaCl (0,5%). Během pokusu nebyla krmná dávka měněna. Krmivo bylo zakládáno dvakrát denně (v 6 a v 15 hodin).

**Metoda nylonových kapslí** byla provedena podle autorů Třináctý et al. (1996b). Kapsle byly vyrobeny z nylonové tkaniny (Uhelon, Hedva Moravská Třebová) s otvory 42  $\mu$ m a vnějším průměrem 10 mm. Dvě polokoule vyrobené z nylonové tkaniny byly spojeny svařením pomocí speciálního materiálu, jehož základem byl polyvinylbutyral.

Navazování vzorků do kapslí bylo prováděno v šaržích, jedna šarže obsahovala 180 kapslí. Pro jednu aplikaci do jedné krávy bylo potřeba 1 260 kapslí (7 šarží), celkově bylo v pokusu aplikováno 5 040 kapslí. Při provádění výpočtu průměrné hmotnosti vzorku v jedné kapsli bylo celkové množství vojtěškového sena použitého pro jednu šarži děleno počtem kapslí v šarži.

Každá kapsle byla označena nesmazatelnou barvou, přičemž každá dojnice v každé periodě měla vlastní barvu. Kapsle byly aplikovány v prvním dni každé periody mezi 6.00 a 6.30 hodin. Kapsle byly uzavřeny v papírovém bolusu a byly aplikovány orálně s použitím zařízení „balling gun“.

**Sběr výkalů.** Exkrementy byly shromažďovány ve tříhodinových intervalech po dobu prvních 4 dnů každé ze dvou period a ve 24hodinových intervalech po dobu zbývajících 17 dnů. Exkrementy s kapslemi byly sbírány do nádob a byly konzervovány chloroformem podle Schiemanna (1981). Jednou za 24 hodin byly kapsle získávány z exkrementů pranic na 4mm sítu. Obsah kapslí, které byly nalezeny v prvních čtyřech dnech každé periody, byl analyzován, kapsle z dalších 17 dnů byly shromažďovány pouze za účelem zjištění návratnosti.

**Chemické analýzy.** Po rozmrazení na vzduchu byly kapsle získané z jednotlivých tříhodinových intervalů spojeny do „skupin tříhodinových intervalů“. Jedna skupina byla uzavřena, když obsahovala minimálně 270 kapslí, další kapsle z dalších tříhodinových intervalů byly umístěny do další skupiny. V každé periodě a u každé dojnice byly vytvořeny tři po sobě jdoucí skupiny, každá z nich obsahovala od 2 do 16 tříhodinových intervalů. Následně byl celkový počet kapslí v jednotlivých skupinách rozdělen podle analýz takto:

sušina 39 %, dusík 29 % a sacharidy 32 %. Výsledky analýz dusíku nebyly dosud publikovány. Ve vzorcích byla stanovena sušina při 103 °C po dobu 4 hodin. Obsah arabinózy, xylózy, manózy, glukózy a galaktózy byl stanoven plynovou chromatografií podle autora Hartman (1982). Metoda je založena na stanovení sacharidů ve formě O-trimetylsilylderivátů po hydrolyze 1M kyselinou trifluoroctovou.

Do kapslí bylo možné umístit pouze malé množství vzorku. Z tohoto důvodu jsme provedli ověření vlivu různého množství vzorku (navážky) na naměřené množství individuálních monosacharidů. Analýzy sušiny byly prováděny při těchto navážkách vzorků: 5,0; 2,0; 1,0; 0,5 a 0,3 g. Pro stanovení monosacharidů byla použita tato řada: 1,0; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 g. Každá navážka byla opakována šestkrát.

Výsledky byly hodnoceny pomocí software Statgraphic, ver. 5.0, regresní analýzou a analýzou variance.

## VÝSLEDKY

V tab. I jsou uvedeny výsledky analýzy variance obsahu monosacharidů, které byly stanoveny v hemicelulóze vojtěškového sena při různé hmotnosti navážky. Z dosažených výsledků je zřejmé, že různá navážka vzorku při stanovení obsahu jednotlivých monosacharidů neměla v našem případě průkazný vliv na absolutní hodnoty; zjištěné rozdíly mezi těmito hodnotami nedosáhly signifikantní úrovně ( $P > 0,05$ ). Také výsledky regresní analýzy, které jsou uvedeny v tab. II, ukázaly velmi nízké hodnoty indexu korelace – pohybovaly se

v rozmezí od 0,12 do -0,26, což potvrzuje nízkou hodnotu závislosti. Zjistili jsme však, že při poklesu navážky pro analýzy od 1 g k 0,2 g se mírně zvyšovala hodnota střední chyby, největší hodnoty tohoto ukazatele byly zjištěny u všech testovaných rozborů pro navážku 0,2 g. Jako přijatelnou hodnotu navážky pro rozbor jsme tedy zvolili 0,4 g.

V tab. III jsou uvedeny výsledky analýzy variance doby průchodu kapslí zaživacím traktem. Z tabulky vyplývá, že mezi jednotlivými periodami nebyl zjištěn průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) v době průchodu kapslí. Statisticky průkazný ( $P < 0,05$ ) rozdíl byl však zjištěn mezi jednotlivými dojnici. U dojnice č. 1 činila tato hodnota 29,46 hodin, u dojnice č. 2 pak 42,65 hodin. Průkazné ( $P < 0,05$ ) rozdíly byly zjištěny také mezi jednotlivými skupinami tříhodinových intervalů.

Výsledky analýzy variance a průměrné hodnoty stravitelnosti monosacharidů a sušiny zjištěné v jednotlivých periodách a u jednotlivých dojnic jsou uvedeny v tab. IV. Vliv period na stravitelnost byl malý a odpovídá zanedbatelným rozdílům zjištěným v průchodu kapslí. Pouze u manózy byl zjištěn signifikantní rozdíl – hodnoty stravitelnosti činily 54,03 % v první periodě a 59,93 % ve druhé periodě. Vliv dojnic na stravitelnost monosacharidů a sušiny nebyl signifikantní ( $P > 0,05$ ). Jako rozhodující faktor ovlivňující stravitelnost se v našem případě ukázala rozdílná doba průchodu kapslí zaživacím traktem vyjádřená různou skupinou tříhodinových intervalů (tab. V).

Průkazné rozdíly ( $P < 0,05$ ) u arabinózy byly nalezeny mezi 1. a 2. skupinou tříhodinových intervalů –

I. Obsah strukturálních sacharidů v hemicelulóze vojtěškového sena a obsah sušiny stanovený při různé navážce vzorku (%/kg sušiny) – Content of structural saccharides of alfalfa hay hemicellulose in various sample weights for analysis (%/kg of DM)

Navážka <sup>1</sup>	1 g (s.e.)	0,8 g (s.e.)	0,6 g (s.e.)	0,4 g (s.e.)	0,2 g (s.e.)
Arabinóza <sup>2</sup>	2,37 (0,15)	2,23 (0,11)	2,64 (0,12)	2,28 (0,12)	2,29 (0,29)
Galaktóza <sup>3</sup>	1,36 (0,13)	1,37 (0,07)	1,22 (0,10)	1,22 (0,12)	1,55 (0,14)
Glukóza <sup>4</sup>	2,48 (0,15)	2,55 (0,12)	2,40 (0,19)	2,40 (0,22)	2,93 (0,28)
Manóza <sup>5</sup>	3,15 (0,13)	3,27 (0,11)	3,01 (0,23)	3,16 (0,25)	3,65 (0,43)
Xylóza <sup>6</sup>	4,02 (0,24)	4,31 (0,16)	4,25 (0,29)	4,36 (0,34)	4,63 (0,54)
Navážka <sup>1</sup>	5 g (s.e.)	2 g (s.e.)	1 g (s.e.)	0,5 g (s.e.)	0,3 g (s.e.)
Sušina <sup>7</sup>	91,95 (0,04)	92,22 (0,05)	92,42 (0,07)	92,28 (0,13)	92,22 (0,29)

<sup>1</sup>sample weight, <sup>2</sup>arabinose, <sup>3</sup>galactose, <sup>4</sup>glucose, <sup>5</sup>mannose, <sup>6</sup>xylose, <sup>7</sup>dry matter

II. Regresní analýza různé hmotnosti vzorků při stanovení obsahu strukturálních sacharidů – Evaluation of regression analysis of various sample weights

Komponent <sup>1</sup>	Koeficient <sup>8</sup> a	Koeficient b	Index korelace <sup>9</sup>
Arabinóza <sup>2</sup>	2,386	0,0395	0,12
Galaktóza <sup>3</sup>	1,262	-0,0618	-0,16
Glukóza <sup>4</sup>	2,384	-0,0759	-0,23
Manóza <sup>5</sup>	3,075	-0,0553	-0,16
Xylóza <sup>6</sup>	4,094	-0,0533	-0,16
Sušina <sup>7</sup>	92,204	-1,0365	-0,26

<sup>1</sup>component, <sup>2</sup>arabinose, <sup>3</sup>galactose, <sup>4</sup>glucose, <sup>5</sup>mannose, <sup>6</sup>xylose, <sup>7</sup>dry matter, <sup>8</sup>coefficient, <sup>9</sup>correlation index

III. Analýza variance doby průchodu kapslí zažívacím traktem – Multifactor analysis of variance of the time of passage of capsules through the digestive tract.

Faktor <sup>1</sup>	Pořadí <sup>6</sup>	n	Čas (h) <sup>7</sup>	s.e.
Perioda <sup>2</sup>	1	6	36,15	5,84
	2	6	35,96	5,87
Dojnice <sup>3</sup>	1	6	29,46 <sup>a</sup>	3,28
	2	6	42,65 <sup>b</sup>	6,36
Skupina 3hodinových intervalů <sup>4</sup>	1	4	24,51 <sup>a</sup>	1,96
	2	4	33,30 <sup>b</sup>	2,93
	3	4	50,35 <sup>c</sup>	6,64
Celkový průměr <sup>5</sup>		12	36,06	0,49

Průměry u téhož faktoru označené různými písmeny jsou statisticky průkazně rozdílné ( $P < 0,05$ ) – Means for the same factor denoted by different letters are statistically significantly different ( $P < 0,05$ )

<sup>1</sup>factor, <sup>2</sup>period, <sup>3</sup>dairy cow, <sup>4</sup>group of 3-hour intervals, <sup>5</sup>total average, <sup>6</sup>rank, <sup>7</sup>time (hours)

hodnoty stravitelnosti byly v tomto případě 76,01 % (s.e. 2,17) a 84,90 % (s.e. 1,83). Podobně tomu bylo u galaktózy: 87,24 % (s.e. 1,55) proti 92,53 % (s.e.

0,83). U stravitelnosti glukózy nebyly zjištěny průkazné diference ( $P > 0,05$ ). U manózy a xylózy byly zjištěny průkazné rozdíly ( $P < 0,05$ ) mezi 1. skupinou tříhodinových intervalů a dvěma dalšími. Rozdíly byly v těchto případech větší než 10 %. Z tohoto zjištění vyplývá, že u většího počtu stravitelných monosacharidů, v našem případě arabinózy a galaktózy, mělo trávení rovnoměrnější průběh, což se projevilo v průkazných rozdílech ( $P < 0,05$ ) mezi 1. a 3. skupinou tříhodinových intervalů. U méně stravitelných sacharidů, manózy a xylózy, je jejich trávení podmíněno delším pobytem v trávicím traktu, resp. v bacheru, a z tohoto důvodu byly zjištěny nízké hodnoty u 1. skupiny tříhodinových intervalů s výrazným průkazným rozdílem ( $P < 0,05$ ) proti 2. a 3. skupině.

Námi zjištěné absolutní hodnoty (tab. I) obsahu jednotlivých monosacharidů jsou srovnatelné s údaji autorů Wedig et al. (1986), kteří uvádějí v NDF vojtežsky (vyjádřené v sušině vojtežsky) tyto obsahy monosacharidů: rhamnóza 0,16 %, arabinóza 2,42 %, xylóza 5,80 %, manóza 1,81 %, galaktóza 2,72 %, glukóza 35,13 % a uronové kyseliny 3,23 %. Vysoký obsah glukózy je dán přítomností celulózy v NDF. Výsledné hodnoty obsahu monosacharidů jsou závislé také na

IV. Průměrné hodnoty stravitelnosti strukturálních sacharidů v jednotlivých periodách a u jednotlivých dojnic (%) – Mean values of digestibility of components in individual periods and for individual cows (%)

Komponent <sup>1</sup>	Perioda <sup>8</sup>		Dojnice <sup>9</sup>	
	1	2	1	2
Arabinóza <sup>2</sup> (s.e.)	82,40 (1,48)	80,27 (2,61)	81,42 (2,72)	81,25 (1,43)
Galaktóza <sup>3</sup> (s.e.)	89,59 (1,62)	90,31 (1,07)	89,23 (1,67)	90,66 (0,91)
Glukóza <sup>4</sup> (s.e.)	90,84 (1,14)	93,50 (0,80)	91,84 (1,55)	92,50 (0,43)
Manóza <sup>5</sup> (s.e.)	54,03 (4,57) <sup>a</sup>	59,93 (5,22) <sup>b</sup>	57,32 (5,81)	56,63 (4,22)
Xylóza <sup>6</sup> (s.e.)	60,68 (2,99)	61,99 (5,33)	63,16 (4,57)	59,51 (3,91)
Sušina <sup>7</sup> (s.e.)	67,57 (1,28)	67,61 (0,96)	66,99 (1,27)	68,20 (0,90)

Průměry u téže periody nebo dojnice označené různými písmeny jsou statisticky průkazně rozdílné ( $P < 0,05$ ) – Means for the same period or dairy cow denoted by different letters are statistically significantly different ( $P < 0,05$ )

For 1–7 see Tab. II; <sup>8</sup>period, <sup>9</sup>dairy cow

V. Průměrné hodnoty stravitelnosti strukturálních sacharidů v jednotlivých skupinách tříhodinových intervalů a celkové průměry stravitelnosti (%) – Mean values of digestibility of individual components in groups of 3-hour intervals and total means of digestibility (%)

Komponent <sup>1</sup>	Skupina 3hodinových intervalů <sup>8</sup>			Celkový průměr <sup>9</sup> (s.e.)
	1 (s.e.) n = 4	2 (s.e.) n = 4	3 (s.e.) n = 4	
Arabinóza <sup>2</sup>	76,01 (2,17) <sup>a</sup>	83,10 (0,97)	84,90 (1,83) <sup>b</sup>	81,34 (0,51)
Galaktóza <sup>3</sup>	87,24 (1,55) <sup>a</sup>	90,07 (1,35)	92,53 (0,83) <sup>b</sup>	89,95 (0,31)
Glukóza <sup>4</sup>	90,23 (1,55)	92,29 (0,97)	94,00 (0,94)	92,17 (0,41)
Manóza <sup>5</sup>	46,60 (4,93) <sup>a</sup>	60,94 (4,43) <sup>b</sup>	63,40 (5,50) <sup>b</sup>	56,98 (0,48)
Xylóza <sup>6</sup>	51,78 (3,27) <sup>a</sup>	64,91 (3,89) <sup>b</sup>	67,30 (4,61) <sup>b</sup>	61,33 (0,56)
Sušina <sup>7</sup>	64,76 (0,60) <sup>a</sup>	67,71 (0,92)	70,31 (0,18) <sup>b</sup>	67,60 (0,25)

Průměry na stejném řádku označené různými písmeny jsou statisticky průkazně rozdílné ( $P < 0,05$ ) – Means on the same line denoted by different letters are statistically significantly different ( $P < 0,05$ )

For 1–7 see Tab. II; <sup>8</sup>group of 3-hour intervals, <sup>9</sup>total average

způsobu sklizně, kdy dochází k odrolu lístků o různé intenzitě. Relativní složení neglukózových sacharidových reziduí v polysacharidech stonků a listů vojtěšky uvádí Theander (1991): rhamnóza 0,54 a 0,68 %, arabinóza 1,72 a 1,76 %, xylóza 9,30 a 2,21 %, manóza 1,53 a 0,76 %, galaktóza 1,50 a 1,49 %. Z údajů vyplývá nepříznivý vysoký obsah těžce stravitelné xylózy ve stoncích v porovnání s listy vojtěšky. Z důvodu různého poměru lístků a stonků ve vojtěškovém senu a různé fenofáze sklizně lze tedy předpokládat podstatné kolísání obsahu xylózy. Poměrně vysoký obsah xylózy vyjádřený v procentech hemicelulózy vojtěšky uvádí např. Dehority (1973) ve výši 58,5 %.

Hodnoty stravitelnosti monosacharidů obsažených v NDF vojtěšky udávají Wedig et al. (1986): arabinóza 72,40 %, xylóza 48,50 %, manóza 33,80 %, galaktóza 72,40 % a glukóza 64,60 %. Hodnoty stravitelnosti glukózy nelze porovnávat, protože v našem případě pochází uvedený sacharid z hemicelulózy, zatímco v práci autorů Wedig et al. (1986) je zde zahrnuta i glukóza celulóзовého původu. Tito autoři zjistili také největší stravitelnost (kromě glukózy) u arabinózy a galaktózy, v našem případě bylo však dosaženo poněkud vyšších hodnot – 81,34 % (s.e. 0,51) a 89,95 % (s.e. 0,31). Nejnižší průměrná stravitelnost byla v našem případě zjištěna u manózy – 56,98 % (s.e. 0,45) a xylózy – 61,33 % (s.e. 0,56). Tyto výsledky odpovídají zjištěním autorů Wedig et al. (1986), zatímco v našem případě byly hodnoty stravitelnosti opět vyšší. Domníváme se, že námi zjištěné vyšší hodnoty stravitelnosti mohou být zapříčiněny mj. částečným vyplavováním vzorku z kapslí, ke kterému dochází i při použití metody nylonových sáčků (např. Lindberg, Knutson, 1981).

Větší počet literárních údajů uvádí relativní zvyšování obsahu xylózy v trávenině bacheru po monodietním příjmu vojtěškového sena. Např. podle autorů Graham a Aman (1991) vzrostl obsah xylózy v trávenině po čtyřech hodinách po krmení na více než dvojnásobek. Podobné údaje uvádějí také Jung et al. (1990). Wedig et al. (1986) zjistili při sledování degradace vzorků vojtěšky v bacheru metodou *in situ* rozšiřování poměru obsahu xylózy k arabinóze od hodnoty 3,6 v čase 0 hodin až po hodnotu 11,0 v čase 48 hodin. V našem případě byl v původní hmotě poměr xylózy k arabinóze 1,70, po pasážování kapslí byla průměrná hodnota tohoto ukazatele 3,99 (s.e. 0,174).

V našem pokusu bylo zjištěno, že xylóza a manóza jsou nejméně stravitelné strukturální sacharidy hemicelulózy vojtěškového sena. Naopak vysoké hodnoty stravitelnosti byly zjištěny u arabinózy, galaktózy a glukózy. Jako signifikantní faktor ovlivňující stravitelnost byla zjištěna doba průchodu kapslí zažívacím traktem. Sledování prokázalo možnost stanovení individuální stravitelnosti živin metodou nylonových kapslí při zkrmování směsné krmné dávky.

## LITERATURA

- BARTOŠ, S.: Mikrobiologie a biochemie trávení v bacheru přežvýkavců. Studie ČSAV, Praha, Academia, 1987. 184 s.
- DEHORITY, B. A.: Hemicellulose degradation by rumen bacteria. Fed. Proc., 32, 1973: 1819–1825.
- FLACHOWSKI, G. – GRUN, M. – POLZIN, S. – KRONE-MANN, H.: In sacco dry matter degradability and Ca, Mg and P disappearance from Italian ryegrass, alfalfa hay and wheat straw in sheep and goats. J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr., 71, 1994: 57–64.
- GLENN, B. P. – CANALE, C. J.: Ruminant fermentation of grasses and legumes. In: Proc. Maryland Nutr. Conf., College Park, 1990: 67.
- GRAHAM, H. – AMAN, P.: Nutritional aspects of dietary fibres. Anim. Feed Sci. Technol., 32, 1991: 143–158.
- HARTMAN, M.: Determination of hemicellulose and starch of cereals by gas chromatography. In: Proc. 7th World Cereal and Bread Congr., Prague, 1982: 471–476.
- HESPELL, R. B.: Microbial digestion of hemicelluloses in the rumen. Microbiol. Sci., 1988: 355–362.
- HOOVER, W. H. – STOKES, S. R.: Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. J. Dairy Sci., 74, 1991: 3630–3644.
- JUNG, H. J. G. – AMAN, P. – GRAHAM, H.: Profile of fibre composition in lucerne (*Medicago sativa*) hay and rumen digesta as influenced by particle size and time after feeding. J. Sci. Fd Agric., 51, 1990: 411–416.
- KRAIEM, K. – GARRETT, J. E. – MEISKE, J. C. – GOODRICH, R. D. – MARTEN, G. C.: Influence of method of forage preservation on fibre and protein digestion in cattle given lucerne, birdsfoot trefoil and sainfoin. Anim. Prod., 50, 1990: 221–230.
- LINDBERG, J. E. – KNUTSON, P. G.: Effect of bag pore size on the loss of particulate matter and on the degradation of cell wall fibre. Agric. Environ., 6, 1981: 171–182.
- MAROUNEK, M.: Studium přeměny látkové v bacheru se zaměřením na metabolismus těkavých mastných kyselin, lipidů, sloučenin dusíku a fosforu. [Kandidátská disertační práce.] Praha-Uhřetěves, 1978. 126 s. – Ústav fyziologie hospodářských zvířat ČSAV.
- MAROUNEK, M. – BARTOŠ, S.: Participation of microorganisms adherent on plant fibers in the breakdown of carbohydrates and in the metabolism of lactic acid in the rumen. Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futterm.-Kde, 1983: 49–66.
- SCHIEHMANN, R.: Methodische Richtlinien zur Durchführung von Verdauungsversuchen für die Futterwert-schätzung. Arch. Tierernähr., 31, 1981, 1–19.
- STROBEL, H. J. – RUSSELL, J. B.: Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. J. Dairy Sci., 1986: 2869–2941.
- THEANDER, O.: Chemical analysis of lignocellulose materials. Anim. Feed Sci. Technol., 32, 1991: 35–44.
- TŘINÁCTÝ, J.: Použití metody nylonových sáčků a kapslí při hodnocení krmiv pro přežvýkavce a vyjádření potřeby živin u vykrmovaného skotu. [Disertační práce.] Brno, 1996a. 92 s. – Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.

- TŘINÁCTÝ, J. – ŠIMEK, M. – SVOZIL, B.: Crude protein intestinal digestibility determined by nylon bag and nylon capsule methods. In: Proc 47th Ann. Meet. of EAAP, Lillehammer, 1996b: 79.
- TŘINÁCTÝ, J. – DOBEŠ, B. – HELLEBRANDT, J. – ČUPERÁ, P. – JANDA, J.: Pat., Czech Republic 279260. Kapsle pro průchod zaživacím traktem zvířat. 16. 12. 1994.
- VAN SOEST, P. J.: Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. J. Anim. Sci., 26, 1967: 119–128.
- WEDIG, C. L. – JASTER, E. H. – MOORE, K. J.: Composition and digestibility of alfalfa and orchardgrass hemicellulose monosaccharides by Holstein steers. J. Dairy Sci., 69, 1986, 1309–1316.
- WOOREN, A. P. – KWAKKEL, R. P.: The *in sacco* degradation of crude protein and cell wall constituents in grass, alfalfa and maize silages. Netherl. J. Agric. Sci., 34, 1986: 116–119.
- NRC: Nutrient requirements of dairy cattle. 6th rev. ed. Washington, DC., Natl. Acad. Press 1988.

Došlo 4. 2. 1997

Přijato k publikování 16. 9. 1997

---

**Kontaktní adresa:**

Ing. Břetislav Svozil, CSc., Výzkumný ústav výživy zvířat, s. r. o., Videňská 699, 691 23 Pohořelice, Česká republika, tel.: 0626/93 15 41-6, fax: 0626/93 13 66

---

# CARCASS VALUE OF BULLS-CROSSES OF CZECH PIED AND BLACK PIED CATTLE WITH BEEF BOVINE BREEDS\*

## JATEČNÁ HODNOTA BÝKŮ-KŘÍŽENCŮ ČESKÉHO STRAKATÉHO A ČERNOSTRAKATÉHO SKOTU S MASNÝMI PLEMENY

J. Voříšková<sup>1</sup>, J. Frelich<sup>1</sup>, J. Příbyl<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

<sup>2</sup>Research Institute of Animal Production, Praha-Uhřetěves, Czech Republic

**ABSTRACT:** Carcasses of Czech Pied and Black Pied crosses with Piemontese (PI), Hereford (HR), Limousine (LI), Angus (AA), Blonde d'Aquitaine (BA), Belgian Blue (BM), and Charolais (CH) have been classified ( $n = 178$ ) in this study. Results were analyzed and compared with parameters of the control group formed by 53 Czech Pied bulls ( $C_1$ ). Bulls were fattened under identical conditions with average daily gain  $1.121 \text{ g}$  until  $500 \pm 8$  days of age. Technological analysis of the right half-carcass was made as a basis for carcass classification. The data were evaluated with procedure GLM/SAS, concerning the effects of herd-year-month, breeds of dams, and breeds of sires. For majority of traits breed of dam was not significant. The highest weight of dressed carcass was found in CH group (346.34 kg). Non-significantly lower values ( $-1.72 \text{ kg}$ ,  $-2.36 \text{ kg}$ ,  $-5.11 \text{ kg}$ ) were recorded in BM, BA, and  $C_1$  groups, respectively. The lowest weight ( $P \leq 0.001$ ) was recorded in HR group (302.05 kg). Dressing percentage varied from 57.01% (HR) to 60.37% (BM). The highest weight of kidney fat found in AA group (11.38 kg) was associated with the highest share of separable fat (6.06%). The highest meat yield in half-carcass (130.88 kg, 77.74%) and the lowest proportion of separable fat (3.23%) were recorded in BA group. As for bone proportion in half-carcass, any significant differences were not found ( $P > 0.05$ ). The best value of meat : bone ratio was recorded in PI crosses (4.19) and BM crosses (4.18).

beef breeds; commercial crossing; carcass value; carcass composition

**ABSTRAKT:** Cílem práce bylo vyhodnocení jatečné hodnoty býků-kříženců  $F_1$  generace plemen české strakaté a černostrakaté s býky masných plemen piemontese (PI), hereford (HR), limousine (LI), angus (AA), blonde d'aquitaine (BA), belgické modré (BM) a charolaise (CH). Kontrolní skupinu tvořili býci českého strakatého plemene ( $C_1$ ). Do sledování bylo zařazeno celkem 231 býků. Býci byli vykrmeni ve stejných podmínkách, při průměrném denním přírůstku  $1,121 \text{ g}$  na kus a den do  $500 \pm 8$  dní věku. Při porážce byla sledována hmotnost jatečně opracovaného těla (JOT) a hmotnost ledvinového loje. 24 hodin po porážce byla pravá jatečná půlka mezi 8. a 9. obrátekem rozčtvrcena a rozbourána a byla stanovena hmotnost masa, oddělitelného tuku a kostí. Maso bylo účelově rozděleno do dvou skupin – maso I. jakosti (kýta, plec, roštěnec, svičková) a maso II. jakosti (krk, podplečí, bok, žebra, klišky). Na přičném řezu roštěnce byla stanovena plocha MLLT (*musculus longissimus lumborum et thoracis*) v  $\text{cm}^2$ . Údaje byly vyhodnoceny s použitím procedury GLM/SAS při zohlednění efektů interakce stádo-rok-měsíc narození býka (SRM), plemeno matek a plemeno otců. Efekt SRM byl u většiny vlastností vysoce průkazný. Efekt plemene matek většinou významný nebyl, proto jsou výsledky komentovány pouze pro otcovská plemena. Významně nejvyšší hmotnost JOT ( $P \leq 0,01$  až  $P \leq 0,001$ ) byla dosažena u skupin CH (346,34 kg), BM (344,52 kg), BA (343,98 kg) a  $C_1$  (341,23 kg) oproti skupině HR s nejnižší hmotností (302,05 kg). Jatečná výtěžnost se pohybovala na úrovni od 57,01 % (HR) do 60,37 % (BM). Hmotnost ledvinového loje byla nejvyšší u skupiny AA (11,38 kg) a pak následovaly skupiny CH a  $C_1$  s hodnotami nižšími o 12,92 %, resp. 15,11 %. Rozdíly 6,38 kg, resp. 4,91 kg mezi skupinami AA, resp. CH a skupinou PI byly signifikantní ( $P \leq 0,001$ ). Nejvyšší hmotnosti JOT u skupiny CH odpovídá i nejvyšší dosažená hmotnost pravé jatečné půlky (130,89 kg). Nejvyšší výtěžnost masa z pravé jatečné půlky (130,88 kg, resp. 77,74 %) vykazala skupina BA při nejvyšší hmotnosti masa I. i II. jakosti (52,29 kg, resp. 78,59 kg). Při hodnocení absolutního množství masa dosáhly nejnižších hodnot skupiny PI a HR (115,85 kg), v relativním vyjádření však skupina AA (74,47 %), která měla zároveň nejnižší podíl masa I. jakosti (27,59 %) a nejvyšší podíl oddělitelného tuku (6,06 %). Nejvyšší podíl masa I. jakosti měla skupina PI (31,11 %), ale při nízké absolutní hmotnosti (46,70 kg). I když byly u hmotnosti kostí zjištěny mezi skupinami signifikantní rozdíly, při vyjádření procentuálního podílu kostí z jatečné půlky nebyly významné rozdíly prokázány. Přesto difference v absolutním množství masa i kostí z jatečné půlky ovlivnila produkci masa na 1 kg kostí. Nejvyšší poměr masa a kostí vykazala skupina PI (4,19), ale při nejnižší absolutní celkové produkci masa z jatečné půlky,

\* This study was supported by the Grant Agency of the Czech Republic (Grant No. 507-95-0717).

a skupina BM (4,18). U skupiny HR byla tato hodnota oproti skupinám PI a BM o 8,59 %, resp. 8,37 % nižší. U kontrolní skupiny C<sub>1</sub> s nejvyšší absolutní i relativní hodnotou u kostí (33,36 kg, resp. 19,70 %) bylo zjištěno druhé nejnižší množství vyprodukovaného masa na 1 kg kostí (3,85 kg), což bylo významně méně ( $P \leq 0,05$ ) oproti skupinám PI, BM a BA.

masná plemena skotu; užitkové křížení; jatečná hodnota; skladba jatečného těla

## INTRODUCTION

Simple commercial crossing with beef breeds is aimed at utilization of favourable parameters characterizing fattening performance and carcass value of these breeds for improvement of productive parameters and meat quality of dairy and dual-purpose cattle.

Carcass value – a specific form of productive value of the carcass – is characterized according to Sch wark (1989) by weight and proportion of specific meat cuts, proportion of tissues (meat, bone, fat) and their ratios, quality of meat and fat, and their nutritive and commercial values.

Šubrt (1994) mentions the following parameters in crosses sired by the Hereford (medium and lower nutrition intensity): meat yield – 81.76%, bone proportion – 17.26%, meat per kg bone – 4.75 kg. Franc et al. (1990) compared Czech Pied bulls with HR crosses: total meat yield – 82.76% vs. 83.90%, bone proportion – 16.23% vs. 14.41%, prime meat yield – 38.90% vs. 38.32%, meat : bone ratio – 5.18 vs. 5.87, MLD area – 93.74 vs. 82.08 cm<sup>2</sup>. Szűcs et al. (1995) compared dressing percentage of Hungarian Pied crosses sired by the Hereford (60.5%), that of purebred Hungarian Pied cattle (61.7%), and that of Hereford cattle (60.0%). Keane et al. (1995) found the lowest bone proportion in Black Pied Friesian crosses sired by the Hereford.

Results of the crossing with Angus cattle were presented by Pašek (1993), Randák (1993), Brewis (1990) and Pedersen et al. (1987). Teslík et al. (1994) compared meat efficiency of F<sub>1</sub> Czech Pied crosses with Aberdeen Angus and Fleckvieh sires. The following parameters were found in trial groups of bulls: dressing percentage: 60.1% and 60.0%, fat production: 21.47 kg (4%) and 16.95 kg (3.19%), prime meat yield: 38.64% and 39.60%, grade II meat yield: 43.49% and 42.31%, meat : bone ratio: 5.26 and 4.94. MLD area amounted to 74.00 cm<sup>2</sup> (trial group) and 75.48 cm<sup>2</sup> (control group).

High growth potential and excellent carcass quality are characteristic for the crosses with the Limousine – Pedersen et al. (1987), Župka, Šubrt (1989), Morris et al. (1990), Šubrt et al. (1994), Nosál et al. (1991) report favourable results of dressing percentage and meat production in the progeny of Limousine sires. Teslík et al. (1991) mention the following parameters for male progeny of Limousine sires as compared to the control set of Czech Pied bulls: weight of the dressed carcass – 316.57 kg (325.48 kg), weight of the half-carcass – 151.46 kg (157.44 kg), prime meat yield – 63.34 kg (62.89 kg), grade II meat yield – 63.23 (69.70 kg), separable fat – 1.39 kg (1.43 kg), bones –

23.72 kg (24.89 kg). Ponížil (1993) compared Black Pied crosses with the Limousine and purebred Black Pied bulls. Crosses were characterized by better carcass quality, increased share of meat (80.95% vs. 79.13%), reduced bone proportion (15.60% vs. 16.83%), and fat proportion (2.57% vs. 3.97%), meat : bone ratio being 5.20 and 4.71. Nosál and Čuboň (1994) compared the Slovak Pied crosses sired by the Limousine and by the Blonde d'Aquitaine: total meat yield – 77.24 and 78.05%, bone yield – 17.30 and 17.54%, fat yield – 5.46 and 4.40%. MLD area amounted to 64.01 cm<sup>2</sup> (Limousine crosses) and to 70.20 cm<sup>2</sup> (Blonde d'Aquitaine crosses). Gabriš et al. (1980) also demonstrated higher dressing percentage (by 3%) and higher meat yield (by 14 kg) in F<sub>1</sub> crosses of Slovak Pied cattle with the Limousine (as compared to Slovak Pied bulls) in the case of identical pre-slaughter weight. According to Kempster et al. (1988) proportion of lean meat and meat : bone ratio amounted to 64.2% and 4.15, respectively in the crosses sired by the Limousine.

Blonde d'Aquitaine cattle can be ranged with the Limousine and the Charolais thanks to favourable fattening parameters. According to Šubrt (1994), Štráfelda (1992) and Gálik (1983) the crosses are characterized by good growth intensity, satisfactory production of lean meat, and fine skeleton resulting in favourable meat : bone ratio.

Đurečko et al. (1989) found higher dressing percentage (58.42%) in BA crosses as related to bulls of improved Slovak Pied cattle (56.42%). Kögel et al. (1988, 1989) recommend the Blonde d'Aquitaine as the optimum breed type for crossing with the German Brown cattle. Páleník (1990) mentions results of a Swiss experiment; the following parameters were recorded in F<sub>1</sub> Simmental crosses with the Blonde d'Aquitaine and in control Simmental group: dressing percentage – 58.0% and 55.6%, meat yield in half-carcass – 75.4% and 71.5%, fat yield – 7.0% and 9.3%, meat : bone ratio – 4.6 and 4.1, meat : fat ratio – 11.2 and 8.1. Čuboň and Nosál (1992) recorded the following data in C x BA crosses: dressing percentage: 58–60%, meat yield in half-carcass: 77–78%, internal fat content: 2.3%.

Results of commercial crossing with Charolais bulls were published by numerous authors: Ponížil et al. (1987), Kempster et al. (1988), Páleník (1990), Guhe et al. (1994), Kögel et al. (1994) and Bartoň et al. (1995). Šubrt (1994) classified bulls – C x CH crosses slaughtered at 690 days (mean slaughter weight 576 kg): weight of the dressed carcass: 334.93 kg, total meat yield: 267.77 kg (79.90%), total bone yield: 37.74 kg (19.63%), separable fat yield: 1.52 kg

(0.45%). According to Kaufmann, Chavaz (1989) and Malterre (1986) Charolais bulls can be fattened to higher slaughter weight without risk of expressive fatness.

In the Czech Republic, Piemontese cattle is used for commercial crossing – in dairy herds above all. According to references of Hruška (1993) the crosses produce high-quality lean meat characterized by genetically determined very low cholesterol level. Tatum et al. (1990) did not find, however, any difference in the weight of dressed carcass and meatiness between the controlled groups of Piemontese, German Yellow, and Red Angus crosses.

The Belgian Blue breed is very useful for commercial crossing – it improves meat production and dressing percentage (Klanic et al., 1993). Gerhady (1994) presents results of Black Pied x Belgian Blue crosses: weight of dressed carcass (JOT) – 361.1 kg, dressing percentage – 59.2%, MLD area – 67.5 cm<sup>2</sup>.

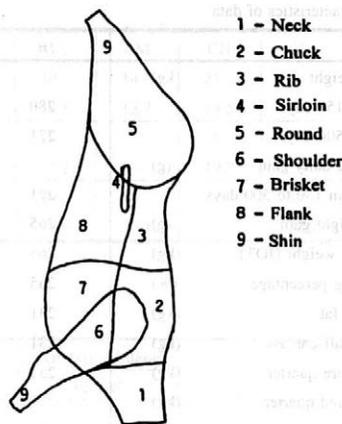
Župka, Šubrt (1989), Golda et al. (1989), Suchánek et al. (1990), Burda et al. (1991) and Teslík et al. (1995) mention the satisfactory efficiency level of Czech Pied bulls. In the study of Teslík et al. (1980) liveweight at the end of the fattening amounted to 556 kg, bone proportion to 15.82%, prime cuts share to 39.69%, and commercial fats share to 1.67%. Šubrt (1994) presented the following data for Czech Pied bulls: weight of dressed carcass – 338.9 kg, total meat yield – 270.52 kg (79.85%), total bone yield – 65.61 kg (19.41%), separable fat – 2.77 kg (0.74%).

Ponižil (1993), Nosál, Čuboň (1994), Gerhady et al. (1995), Szarkowski et al. (1995) and Hardy, Fischer (1996) promote crossing of Black Pied cattle with beef breeds. According to the mentioned references, the crosses are characterized by higher weight of dressed carcass, higher dressing percentage, less expressive tendency to excessive fatness and better distribution of valuable meat cuts as related to purebred dairy cattle is evident in these crosses.

## MATERIAL AND METHODS

Carcass value was classified in bulls – F<sub>1</sub> crosses of Czech Pied (C) and Black Pied (H) cattle with Hereford (HR), Angus (AA), Limousine (LI), Blonde d'Aquitaine (BA), Charolais (CH), Piemontese (PI), and Belgian Blue (BM) bulls. Czech Pied bulls (C1) formed the control set. Crossbreds with HR were sired by 9 bulls, CH crossbreds, BM, AA and LI, BA and PI crossbreds were sired by 7, 6, 4, and 3 bulls, respectively.

Bulls born in the 3-year period (54.6% in 1992, 19.2% in 1993, 26.2% in 1994) were reared and fattened at the fattening performance testing station, joint-stock comp. Reprogen, Planá on Lužnice. Animals were fed with the average daily gain 1.121 g. Bulls



1. Chart of carcass divortion

were housed in two stables (55% in Podolí and 45% in Želeč) and slaughtered at slaughterhouses Maso Planá joint-stock comp., Planá on Lužnice (ca. 15 km from the testing station). In total, 283 bulls were slaughtered (mean age 500 ± 8 days), carcass was classified in 231 animals.

Weight of dressed carcass (JOT) and weight of kidney fat were controlled at slaughter. Cooled right half-carcass (24 h post slaughter) was cut in quarters between the 8th and 9th vertebra. Dissection was made according to the standard of meat industry (Fig. 1), weight of meat, separable fat, and bones were determined. Individual meat cuts were distributed into two groups. The 1st group included round meat, shoulder, rib-meat, and sirloin meat (grade I meat), the 2nd group included chuck, neck, flank meat, brisket and shanks (grade II meat). MLLT area was marked on the MLLT (*musculus longissimus lumborum et thoracis*) cross-section between the 8th and 9th vertebra and measured with a plane meter. The descriptive statistics of analysed data are in Tab. I.

The set of crosses was classed according to the genotype of beef sires used for crossing into 7 groups (PI, HR, LI, AA, BA, BM, CH) and dams in 2 groups (C, H). Tab. II specifies structural pattern of individual groups.

Obtained results were processed by the least squares method (statistical program SAS) using the following linear model equation:

$$y_{ijklmn} = \mu + S \times R \times M_{ijk} + GB_l + GM_m + e_{ijklmn}$$

where: y	– measured value
μ	– set mean
S × R × M <sub>ijk</sub>	– interaction of stable with year – month of bull's birth
GB <sub>l</sub>	– effect of the l-th sire genotype, l = 1, ... 8
GM <sub>m</sub>	– effect of the m-th dam genotype, m = 1, 2
e <sub>ijklmn</sub>	– random errors

## I. Basic characteristics of data

Item	<i>n</i>	$\bar{x}$	Min	Max	$s_x$
Live weight (kg)					
– at 150 days	280	173.28	100.00	256.00	26.82
– at 500 days	271	565.55	430.00	707.00	56.49
Average daily gain (g)					
– from 150 to 500 days	271	1 121.10	666.00	1 543.00	142.47
Net weight gain (g)	265	656.99	466.10	825.50	71.99
Carcass weight (JOT) (kg)	265	329.72	237.00	414.20	36.01
Dressing percentage (%)	265	58.23	49.40	64.90	2.11
Kidney fat (kg)	231	8.54	1.60	17.60	3.73
Right half-carcass (kg)	231	162.75	115.00	204.60	17.95
Right fore quarter (kg)	231	75.79	40.00	100.20	8.93
Right hind quarter (kg)	231	86.97	61.40	109.00	9.52
Weight of meat in total (kg)	231	123.18	87.70	159.40	14.02
Weight of grade I meat (kg)	231	48.53	35.50	63.80	5.57
Weight of rib-meat (kg)	231	5.78	3.30	7.90	0.83
Weight of sirloin (kg)	231	2.02	1.30	2.80	0.28
Weight of grade II meat (kg)	231	74.65	38.80	104.10	9.53
Weight of bones (kg)	231	31.42	21.60	40.90	3.69
Weight of separable fat (kg)	231	8.10	1.80	19.80	3.58
Total meat yield (%)	231	75.74	68.90	82.50	2.40
Grade I meat yield (%)	231	29.88	25.30	39.00	2.12
Rib-meat yield (%)	231	3.56	2.20	4.90	0.36
Sirloin yield (%)	231	1.25	0.80	1.60	0.15
Bone yield (%)	231	19.35	15.70	23.80	1.47
Separable fat yield (%)	231	4.93	1.30	11.30	2.03
Meat : bone ratio	231	3.95	3.10	5.30	0.38
Grade I meat : grade II meat ratio	231	0.66	0.50	1.30	0.08
MLLT area (cm <sup>2</sup> )	231	6 942.70	3 838.00	11 330.00	1 355.70

## RESULTS AND DISCUSSION

According to analysis by the mentioned model equation, the important reduction of variability occurred (compare  $s_r$  in Tab. III and  $s_x$  in Tab. I). Statistical significance of effects and proportion of explained variability ( $R^2$ ) are in Tab. III.

Effect of SRM is significant for majority of traits. Breeds of dams (genotype of dams) Holstein and Czech Pied are generally not significant, and for that reason not mentioned. Work is concentrated on sire breeds.

Tab. IV presents principal parameters of the carcass value in individual groups ranged according to the sire's genotype. The highest weight of dressed carcass (JOT) was found in CH group (346.34 kg). Mean weight of JOT in BM, BA, and C<sub>1</sub> groups varied at a comparable level (–1.82 kg, –2.36 kg, –5.11 kg, resp.).

In Limousine and Angus crosses, values lower by 16.98 kg and 21.57 kg were found as related to CH group. The mentioned differences were not significant ( $P > 0.05$ ). The lowest weights of JOT were recorded in PI group (311.0 kg) and HR group (302.05 kg). In

comparison with data of control group (C<sub>1</sub>) differences (8.9% in PI, 11.5% in HR) were significant ( $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.001$ , resp.).

Significantly higher weight of JOT in CH, BM, BA, and control groups results from a very good growth capacity of the mentioned breeds – Kögél et al. (1989), Suchánek et al. (1990), Burda et al. (1991), Gerhady (1994), Bartoň et al. (1995), Keane (1995), Malterre (1996).

In the Czech Republic weight of JOT has been used as a principal criterion in cattle marketability until now. Regarding this fact the Charolais, Belgian Blue, and Blonde d'Aquitaine present the optimum variants for commercial crossing.

Significant differences were recorded in dressing percentage. The highest values were found in BM (60.37%), BA (59.93%), and PI (59.02%) groups. The lowest values were recorded in the control (C<sub>1</sub>) group and HR group (57.52% and 57.01%, resp.). According to Golda et al. (1989) mean dressing percentage of Czech Pied cattle amounts to 59.1%; the value is higher than that determined in our study. Gerhady (1994)

## II. Distribution of observations between the breeds

Group	PI	HR	LI	AA	BA	BM	CH	C <sub>1</sub>	Total
C group – number of animals	5	13	23	12	10	14	25	–	102
%	4.9	12.8	22.5	11.8	9.8	13.7	24.5	–	100.0
H group – number of animals	9	20	17	5	10	–	15	–	76
%	11.8	26.3	22.4	6.6	13.2	–	19.7	–	100.0
Total number of animals	14	33	40	17	20	14	40	53	231
%	6.1	14.3	17.3	7.4	8.6	6.1	17.3	22.9	100.0

## III. Variability and significance of effects

Item	S x R x M	Genotype of sires		Genotype of dams		s <sub>r</sub>	R <sup>2</sup>
	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F			
Live weight (kg)							
– at 150 days	0.0001	0.1074	0.0897	22.39	0.456		
– at 500 days	0.0003	0.0001	0.0978	46.34	0.479		
Average daily gain (g)							
– from 150 to 500 days	0.0014	0.0015	0.3344	119.00	0.454		
Net weight gain (g)	0.0001	0.0001	0.1625	59.00	0.482		
Carcass weight (JOT) (kg)	0.0001	0.0002	0.2943	29.82	0.473		
Dressing percentage (%)	0.0275	0.0001	0.9000	1.89	0.384		
Kidney fat (kg)	0.0001	0.0038	0.9372	3.05	0.500		
Right half-carcass (kg)	0.0003	0.0065	0.2980	15.10	0.475		
Right fore quarter (kg)	0.0058	0.0302	0.2133	7.82	0.416		
Right hind quarter (kg)	0.0001	0.0008	0.4443	7.81	0.500		
Weight of meat in total (kg)	0.0009	0.0148	0.6244	11.89	0.466		
Weight of grade I meat (kg)	0.0168	0.0001	0.9761	4.64	0.483		
Weight of rib-meat (kg)	0.0104	0.0004	0.8121	0.69	0.479		
Weight of sirloin (kg)	0.0142	0.0015	0.5429	0.23	0.499		
Weight of grade II meat (kg)	0.0002	0.1398	0.4813	8.06	0.469		
Weight of bones (kg)	0.0001	0.0002	0.0199	2.87	0.550		
Weight of separable fat (kg)	0.0001	0.0033	0.5551	2.78	0.551		
Total meat yield (%)	0.0016	0.0001	0.0788	1.73	0.614		
Grade I meat yield (%)	0.0208	0.0001	0.0308	1.56	0.596		
Rib-meat yield (%)	0.1207	0.0032	0.0613	0.30	0.458		
Sirloin yield (%)	0.0165	0.0222	0.1245	0.12	0.506		
Bone yield (%)	0.0794	0.6144	0.1283	1.32	0.390		
Separable fat yield (%)	0.0003	0.0004	0.6817	1.51	0.587		
Meat : bone ratio	0.0086	0.0581	0.0263	0.09	0.511		
Grade I meat : grade II meat ratio	0.0790	0.0121	0.3677	0.07	0.420		
MLLT area (cm <sup>2</sup> )	0.3041	0.0002	0.0459	1189.30	0.428		

reports dressing percentage 59.2% in BM crosses. Šubrt (1994) mentions the following data: 60.02% (BA crosses), 59.23% (CH), 59.11% (LI), 59.18% (HR), 57.35% (Czech Pied cattle). Dressing percentage in HR crosses reported by Šučs et al. (1995) is also higher (+2.98%) than our results.

Production of kidney fat varied from 5.00 kg (PI) to 11.38 kg (AA). It is evident that high fattening inten-

sity, in Angus crosses above all, results in a considerable increase of fat production. Values amounting to 10.60 kg in AA crosses and to 8.95 kg in Fleckvieh bulls are reported by Teslík et al. (1994). Kidney fat production found in our control group (9.66 kg) was relatively high (the 3rd highest value).

In Hereford crosses, weight of kidney fat amounted to 8.33 kg. This value corresponds with values deter-

## IV. Mean parameters of carcass value determined by the least squares method for parental breeds

Item	Group								Significance		
	PI	HR	LI	AA	BA	BM	CH	CI	*	**	***
Weight of JOT (kg)	311.00 ±11.66	302.05 ±7.79	329.36 ±8.73	324.77 ±10.28	343.98 ±8.66	344.52 ±10.23	346.34 ±5.80	341.23 ±6.81	BM-PI BA-PI C <sub>1</sub> -PI LI-HR	CH-PI BM-HR	CH-HR BA-HR C <sub>1</sub> -HR
Dressing percentage (%)	59.02 ±0.74	57.01 ±0.49	58.54 ±0.55	57.57 ±0.65	59.93 ±0.55	60.37 ±0.65	58.21 ±0.37	57.52 ±0.43	BA-LI BM-LI PI-HR LI-HR	BA-AA BA-CH BM-AA BM-CH	BA-HR BA-C <sub>1</sub> BM-HR BM-C <sub>1</sub>
Kidney fat (kg)	5.00 ±1.20	8.33 ±0.82	8.11 ±1.02	11.38 ±1.05	7.55 ±1.08	8.47 ±1.05	9.91 ±0.62	9.66 ±0.74	AA-BM AA-HR AA-LI BM-PI HR-PI	AA-BA C <sub>1</sub> -PI	AA-PI CH-PI
Right half-carcass (kg)	149.66 ±6.23	153.05 ±4.15	163.52 ±4.64	160.82 ±5.68	168.87 ±4.76	166.45 ±6.33	170.89 ±3.20	169.46 ±3.68	C <sub>1</sub> -PI BA-HR BA-PI	CH-HR CH-PI C <sub>1</sub> -HR	
Right fore quarter (kg)	71.05 ±3.27	71.51 ±2.15	75.19 ±2.40	75.12 ±2.94	78.55 ±2.47	77.04 ±3.28	78.30 ±1.66	80.27 ±1.91	C <sub>1</sub> -PI CH-HR BA-HR	C <sub>1</sub> -HR	
Right hind quarter (kg)	78.61 ±3.27	81.53 ±2.15	88.33 ±2.40	85.70 ±2.94	90.32 ±2.47	89.41 ±3.28	92.60 ±1.65	89.18 ±1.91	CH-AA BM-PI LI-HR LI-PI	BA-HR BA-PI C <sub>1</sub> -HR C <sub>1</sub> -PI	CH-HR CH-PI

mined in BM group (8.47 kg) and LI group (8.11 kg). Numerous authors (Frellich et al., 1992; Štráfelda, 1992; Teslík et al., 1994 and others) demonstrate positive effect of intensive fattening of Hereford crosses to higher slaughter weight on expressive fatness.

As for weight of right half-carcass, right fore and right hind quarters, a similar tendency was found by variance analysis. Values determined in CH, C<sub>1</sub>, BA, and BM groups were significantly higher ( $P \leq 0.05 - P \leq 0.001$ ) than values found in HR and PI groups.

Tab. V presents results of technological analysis of right half-carcass in absolute values. Significant differences were found in all controlled parameters; therefore the mentioned parameters were classified also in relative values (Tab. VI).

The highest values of total meat weight, grade I meat weight, and grade II meat weight were recorded in BA group (130.88 kg, 52.20 kg, 78.59 kg, respectively), weight of the right half-carcass was lower by 2.02 kg than the highest mean weight of half-carcass (CH group). The 2nd lowest weight of separable fat (5.72 kg) was recorded in BA group.

The lowest absolute value of total meat yield was determined in PI group and HR group (115.85 kg), the mentioned groups were characterized by the lowest weights of grade II meat (69.15 kg and 71.84 kg, resp.); the lowest weight of grade I meat (44.01 kg) was found in HR group.

In total meat production, values of BA, CH, and BM groups were higher than the value found in the control

group (127.37 kg). This value is significantly lower ( $-11.52$  kg,  $P \leq 0.01$ ) than the value of HR group only.

As for the absolute weight of bones, the highest value was recorded in the control C<sub>1</sub> group (33.36 kg), differences related to AA group ( $-2.85$  kg) and LI group ( $-1.92$  kg) were significant at  $P \leq 0.05$ , differences related to HR group ( $-3.49$  kg) and PI group ( $-5.28$  kg) were significant at  $P \leq 0.001$ . Differences in percentual bone yield were non-significant ( $P > 0.05$ ). Lower bone proportion in carcasses of crosses was not so expressive as that mentioned by Teslík et al. (1996) in CH and BM crosses as related to Czech Pied cattle. Franc et al. (1990), Ponižil (1993) and Nosál, Čuboň (1994) also report lower bone yield in the carcass of crosses (1.23–2.44%) as compared to control groups.

Significant differences ( $P \leq 0.05$ ,  $P \leq 0.01$ ) were found in the weight of separable fat between groups with the highest production (AA: 10.00 kg, CH: 9.06 kg, HR: 8.67 kg) and PI group (5.68 kg), BA group (5.72 kg) and LI group (6.70 kg).

The highest weight of separable fat in AA group is associated with early maturity of this breed – Franc et al. (1990), Teslík et al. (1989, 1994).

The largest MLLT area (79.48 cm<sup>2</sup>) in BM group is directly proportional to the highest weight of rib-meat (6.23 kg) found in this group. The smallest MLLT area and the lowest weight of rib-meat were recorded in AA crosses (55.58 cm<sup>2</sup> and 5.15 kg). In a study of Teslík et al. (1994) MLD area in AA crosses was lower by 1.48 cm<sup>2</sup> as compared to the Czech Pied cattle

V. Mean parameters of technological half-car carcass analysis determined by the least squares method for parental breeds

Item	Group								Significance		
	PI	HR	LI	AA	BA	BM	CH	C <sub>1</sub>	*	**	***
Weight of meat in total (kg)	115.85 ±4.97	115.85 ±3.23	125.69 ±3.65	119.71 ±4.47	130.88 ±3.75	127.65 ±4.98	128.31 ±2.51	127.37 ±2.90	BA-PI CH-PI	BA-HR CH-HR C <sub>1</sub> -HR	
Weight of grade I meat (kg)	46.70 ±1.94	44.01 ±1.26	50.77 ±1.43	44.46 ±1.75	52.29 ±1.47	50.83 ±1.95	50.37 ±0.98	49.65 ±1.13	BA-PI BM-AA	BM-HR CH-AA C <sub>1</sub> -AA LI-AA	BA-AA BA-HR CH-HR LI-HR C <sub>1</sub> -HR
Weight of rib-meat (kg)	5.36 ±0.29	5.17 ±0.19	6.13 ±0.21	5.15 ±0.26	6.11 ±0.22	6.23 ±0.29	6.16 ±0.15	5.78 ±0.17	BM-PI BA-AA CH-PI	BM-AA BM-HR BA-HR LI-AA CH-AA	LI-HR CH-HR
Weight of sirloin (kg)	2.01 ±0.10	1.82 ±0.06	2.10 ±0.07	1.93 ±0.09	2.21 ±0.07	2.05 ±0.10	2.12 ±0.05	2.04 ±0.06	BA-C <sub>1</sub>	BA-AA CH-HR LI-HR	CH-HR BA-HR
Weight of grade II meat (kg)	69.15 ±3.37	71.84 ±2.19	74.91 ±2.48	75.25 ±3.03	78.59 ±2.54	76.82 ±3.38	77.94 ±1.71	77.72 ±1.96	BA-HR BA-PI CH-HR CH-PI C <sub>1</sub> -HR C <sub>1</sub> -PI		
Weight of bones (kg)	28.08 ±1.20	29.87 ±0.79	31.44 ±0.88	30.51 ±1.08	32.26 ±0.91	30.98 ±1.21	33.24 ±0.61	33.36 ±0.70	CH-AA C <sub>1</sub> -AA C <sub>1</sub> -LI BA-HR LI-PI	CH-HR BA-PI	CH-PI C <sub>1</sub> -HR C <sub>1</sub> -PI
Weight of separable fat (kg)	5.68 ±1.16	8.67 ±0.76	6.70 ±0.85	10.00 ±1.05	5.72 ±0.88	6.75 ±1.17	9.06 ±0.59	7.64 ±0.68	AA-BM AA-LI AA-C <sub>1</sub> CH-PI CH-LI HR-PI	AA-BA AA-PI CH-BA HR-BA	
MLLT area (cm <sup>2</sup> )	65.17 ±58.33	64.72 ±32.55	70.38 ±36.34	55.58 ±44.64	78.06 ±41.18	79.48 ±53.16	73.97 ±26.72	61.85 ±29.85	BM-HR BM-PI CH-HR LI-AA LI-C <sub>1</sub> BA-HR	BM-C <sub>1</sub> CH-C <sub>1</sub> BA-C <sub>1</sub>	BM-AA CH-AA BA-AA

(74.00 cm<sup>2</sup> and 75.48 cm<sup>2</sup>, resp.). MLD value lower by 11.98 cm<sup>2</sup> as compared to our data is reported by Gerhady (1994) in Belgian Blue crosses.

The highest percentual total meat yield in half-car carcass (77.74%) was recorded in BA group; this corresponds to the highest weight of meat in this group (Tab. VI). Large differences as related to AA, HR, and CH groups (3.27%, 2.90%, 2.46%, resp.) were highly significant ( $P \leq 0.001$ ). The lowest yield (27.59%) of prime cuts including the lowest yield of rib-meat (3.21%) and the highest grade II meat yield (46.88%) were established in AA crosses. As for grade I meat : grade II meat ratio, the lowest value (0.59) was found in this group, too.

A similar trend is evident in HR crosses. Significantly lower yield of grade I meat and higher yield of grade II meat in AA crosses were demonstrated by Teslík et al. (1994), the total meat yield in half-car-

cass being, however, higher (82.13%). Meat yield in half-car carcass amounting to 75.4% in BA group (lower by 2.34% than our results) is mentioned by Páleník (1990).

The 2nd highest meat yield in half-car carcass (77.46%) and the highest grade I meat yield (31.11%) were recorded in PI group; these values were, however, associated with low absolute weights of meat in total and of grade I meat as compared to other groups.

Significant differences in total meat weight and in bone weight resulted in marked variance of meat : bone ratio. The optimum ratios were recorded in PI group (4.19) and in BM group (4.18). The lowest quantity of produced meat per 1 kg bones was determined in HR group (3.83 kg) and in control C<sub>1</sub> group (3.85 kg). Tendency to lower meat : bone ratio in half-car carcass of C<sub>1</sub> group results from the highest bone yield (in absolute as well as in relative values) found in this group.

## VI. Technological analysis of half-carass – mean yields determined by the least squares method for parental breeds

Item	Group								Significance		
	PI	HR	LI	AA	BA	BM	CH	CI	*	**	***
Total meat yield (%)	77.46 ±0.72	74.84 ±0.47	76.96 ±0.53	74.47 ±0.65	77.74 ±0.54	76.40 ±0.70	75.28 ±0.36	75.69 ±0.42	PI-CH LI-C <sub>1</sub>	BA-C <sub>1</sub> PI-AA PI-HR LI-AA LI-CH LI-HR	BA-AA BA-CH BA-HR
Grade I meat yield (%)	31.11 ±0.65	28.70 ±0.43	31.09 ±0.48	27.59 ±0.59	31.00 ±0.49	30.51 ±0.63	29.50 ±0.33	29.21 ±0.38	PI-CH PI-C <sub>1</sub> BA-CH BM-HR C <sub>1</sub> -AA	PI-HR CH-AA LI-CH BA-C <sub>1</sub>	PI-AA BA-AA BA-HR BM-AA LI-AA LI-HR LI-C <sub>1</sub>
Rib-meat yield (%)	3.36 ±0.13	3.39 ±0.08	3.76 ±0.09	3.21 ±0.11	3.58 ±0.10	3.60 ±0.12	3.55 ±0.06	3.41 ±0.07	PI-AA BA-AA BM-AA	LI-HR CH-AA	LI-AA LI-C <sub>1</sub>
Sirloin yield (%)	1.33 ±0.05	1.18 ±0.03	1.28 ±0.04	1.22 ±0.05	1.34 ±0.04	1.24 ±0.05	1.24 ±0.03	1.21 ±0.03	BA-AA BA-CH PI-HR PI-C <sub>1</sub> LI-HR	BA-HR BA-C <sub>1</sub>	
Grade II meat yield (%)	46.35 ±0.41	46.14 ±0.29	45.87 ±0.33	46.88 ±0.38	46.74 ±0.36	45.89 ±0.39	45.78 ±0.28	46.48 ±0.34			
Bone yield (%)	18.58 ±0.55	19.51 ±0.36	19.26 ±0.41	19.16 ±0.50	19.14 ±0.42	18.72 ±0.54	19.53 ±0.28	19.70 ±0.32			
Separable fat yield (%)	3.93 ±0.63	5.70 ±0.41	3.99 ±0.46	6.06 ±0.57	3.23 ±0.47	4.51 ±0.61	5.16 ±0.32	4.47 ±0.37	CH-LI AA-PI AA-C <sub>1</sub> HR-PI HR-C <sub>1</sub>	AA-LI HR-LI	AA-BA HR-BA CH-BA
Meat : bone ratio	4.19 ±0.13	3.83 ±0.09	4.00 ±0.10	3.94 ±0.12	4.09 ±0.10	4.18 ±0.13	3.88 ±0.07	3.85 ±0.08	BM-CH BM-HR BM-C <sub>1</sub> PI-CH PI-HR PI-C <sub>1</sub> BA-HR BA-C <sub>1</sub>		
Grade I meat : grade II meat ratio	0.68 ±0.03	0.60 ±0.02	0.69 ±0.02	0.59 ±0.03	0.70 ±0.02	0.67 ±0.03	0.66 ±0.02	0.65 ±0.02	LI-AA PI-AA PI-HR CH-AA CH-HR	BA-AA BA-HR LI-HR	

## REFERENCES

- BARTOŇ, L. – TESLÍK, V. – ŘEHÁK, D. – VOLEK, J.: An effect of crossing with French beef breeds on meat performance of bulls. In: Book of Abstr. 46th Ann. Meet. EAAP, Praha, Czech Republic, 4.–7. 9. 1995. Wageningen Press 1995: 183.
- BREWIS, T.: Aberdeen-Angus "Climbing back to popularity". *Aberdeen Angus Rev.*, 73, 1990: 53.
- BURDA, J. et al.: Masná užitkovost býčků českého strakatého a černostrakatého skotu při intenzivním výkrmu do 530 kg. [Final Report]. Praha-Uhřetěves, VÚŽV 1991.
- ČUBOŇ, J. – NOSÁL, V.: Porovnanie jatočnej hodnoty býkov užitkových krížencov slovenského strakatého dobytk

- s plemenom blonde d'aquitaine. *Ved. Práce VÚŽV Nitra*, 25, 1992: 85–92.
- ĐUREČKO, J. – PORHAJAŠOVÁ, R.: Porovnanie výkrmových a jatočných ukazatelov býkov zošľachtených slovenských strakatých kráv s býkom mäsového plemena Limousine. *Acta zootechn. Univ. agric. (Nitra)*, 45, 1989: 83–96.
- FRANC, Č. – BOUŠKA, J. – ŘEHÁK, D. – TESLÍK, V. – KLATOVSKÝ, V.: Jatečná hodnota býků českého strakatého a bezrohého herefordského skotu. *Živoč. Výt.*, 35, 1990: 963–970.
- FRELICH, J. – MARŠÁLEK, M. – VOŘÍŠKOVÁ, J. – HINTNAUS, L.: Výkrm jalovic – kříženek českého strakatého skotu s býky herefordského plemene. *Náš Chov (Praha)*, 52, 1992 (10): 440–441.

- GABRIŠ, J. – TIMKO, L. – DOBOŠ, M.: Vplyv plemena limousine na mäsovú úžitkovosť križencov so slovenským strakatým dobytkom. *Živoč. Vyr.*, 25, 1980: 403–410.
- GÁLIK, J.: Intenzifikácia produkcie hovädzieho mäsa použitím býkov mäsových plemien. [Research Report.] Nitra, VÚŽV 1983.
- GERHADY, H.: Untersuchung einer marktorientierten Rindfleischherzeugung auf der Basis von Schwarzbunten Jungbullen und Fleckvieh-, Limousin- und Weiss-blaue Belgier-Kreuzungen. *Züchtungskunde*, 66, 1994: 180–197.
- GERHADY, H. – KREUZER, M. – LANGHOLZ, H. J.: Untersuchungen zur Erzeugung von Qualitätsrindfleisch mit schwarzbunten Jungbullen in Mastverfahren mit unterschiedlicher Mastdauer und -intensität. *Züchtungskunde*, 67, 1995: 117–131.
- GOLDA, J. – VRCHLABSKÝ, J. – PONÍŽIL, A.: Jatečná hodnota býků po otcích plemen německé strakaté a montbeliarské. *Živoč. Vyr.*, 34, 1989: 577–586.
- GUHE, M. – PREISINGER, R. – AUGUSTINI, C. – HENNING, M. – KALM, E.: Genetische und produktionstechnische Analysen des Schlachtkörperwertes von Jungbullen. *Züchtungskunde*, 66, 1994: 180–197.
- HARDY, R. – FISHER, A. V.: A note on the performance of Belgian Blue and Charolais x Holstein-Friesian bulls finished on a fodder feed-based diet. *Ir. J. Agric. Food Res.*, 35, 1996: 49–53.
- HRUŠKA, K.: Použití piemontských býků k užitkovému křížení ve stádech mléčných plemen. *Náš Chov (Praha)*, 53, 1993: 125–127.
- KAUFMANN, G. – CHAVAZ, J.: Vergleich der Fleischleistung von Blonde d'Aquitaine und Simmentaler M-Gebrauchskreuzungen. 1. Teil: Mast- und Schlachtleistung. *Landwirtsch. Jb. Schweiz*, 8, 1989: 469–476.
- KEANE, M. G.: Effects of extensification on beef carcass composition and meat quality. In: *Book of Abstr. 46th Ann. Meet. EAAP, Praha, Czech Republic, 4.–7. 9. 1995.* Wageningen Press 1995: 189.
- KEMPSTER, A. J. – COOK, G. L. – SOUTHGATE, J. R.: Evaluation of British Friesian, Canadian Holstein and beef breed x British Friesian steers slaughtered over a commercial range of fatness from 16-month and 24-month beef production systems. 2. Carcass characteristics and rate and efficiency of lean gain. *Anim. Prod.*, 46, 1988: 365–378.
- KLANIC, Z. – GOLDA, J. – SUCHÁNEK, B. – KVAPILÍK, J.: Uplatnění masných plemen skotu v České republice. *Raportin, VÜCHS* 1993, 46 p.
- KÖGEL, J. – JILK, T. – DEMPFLER, L.: Gebrauchskreuzungsversuch beim Braunvieh. Ergebnisse der Bullen und Kalbinnenmast. *Tierzüchter*, 40, 1988: 205–211.
- KÖGEL, J. – MLLER, W. – DEMPFLER, L.: Aquitaine Blond x German Brown at the top. *Anim. Breed. Abstr.*, 57, 1989: 95.
- KÖGEL, J. – PICKL, M. – SPANN, B. – HELMINGER, J.: Superiority of crossbreed bulls French feed breeds x Bavarian Fleckvieh. In: *45th Ann. Meet. EAAP, Edinburgh, UK, 1994.*
- MALTERRE, C.: Production de viande de génisses. In: *Production de viande bovine. Paris, INRA, 1986: 201–246.*
- MORRIS, C. A. – BAKER, R. L. – CANTER, A. H. – HICKEY, S. M.: Evaluation of eleven cattle breeds for crossbred beef production: Carcass data from males slaughtered at two ages. *Anim. Prod.*, 50, 1990: 79–92.
- NOSÁL, V. – ČUBOŇ, J.: Produkcia mladého hovädzieho mäsa pri využití užitkového križenia s mäsovými plemenami. *Živoč. Vyr.*, 39, 1994: 467–474.
- NOSÁL, V. – ČUBOŇ, J. – KMETOVÁ, E.: Mäsová úžitkovosť býčkov a jalovic užitkových križencov zošľachtěného strakatého dobytká s plemenom limousine. *Výzk. Zprávy VÚŽV Nitra*, 24, 1991: 51–57.
- PÁLENÍK, V.: Mäsová užitkovosť hovädzieho dobytká v Slovenskej republike. In: *Produkce a kvalita hovädzieho mäsa v nových podmínkách, Tábor, 1990: 10–17.*
- PAŠEK, V.: Aberdeen-anguské plemeno. *Náš Chov (Praha)*, 53, 1993: 130–131.
- PEDERSEN, J. – LIBORIUSSEN, T. – CHRISTENSEN, L. G.: Danish crossbreeding experiments. In: *Research in cattle production. Danish status and perspectives.* Copenhagen, Landhusholdningselskabs Forlag 1987: 67–78.
- PONÍŽIL, A.: Kvalita jatečného tela býků kříženců s limousinským plemenem. *Výzk. Chovu Skotu*, 35, 1993: 1–7.
- PONÍŽIL, A. – VRCHLABSKÝ, J. – GOLDA, J.: Masná užitkovosť býků po otcích plemen charolais, limousin a české strakaté. *Živoč. Vyr.*, 32, 1987: 961–968.
- RANDÁK, J.: Chov masného skotu v Kanadě. *Náš Chov (Praha)*, 53, 1993 (3): 140–141.
- SCHWARK, H. J. – BOLZE, M. – SCHMALFUSS, R.: Höhere Lebendmasseproduktion und mehr Kälber für die Junggrindermast durch Fremdkälber in der Mutterkuh-haltung. *Tierzucht*, 43, 1989: 111–113.
- SUCHÁNEK, B. – VRCHLABSKÝ, J. – ŠTEFUNKA, F.: Jatečná hodnota býků českého strakatého skotu. *Živoč. Vyr.*, 35, 1990: 595–602.
- SZARKOWSKI, K. – KAMENICKI, H. – WOJCIK, J.: Comparison of slaughter value and meat quality of Black and White bulls and hybrids with Italian beef cattle in condition of extensive fattening. In: *Book of Abstr. 46th Ann. Meet. EAAP, Praha, Czech Republic, 4.–7. 9. 1995.* Wageningen Press 1995: 188.
- SZÜCS, E. – TOZSÉR, J. – NAGY, A. – KOVÁCS, A. et al.: Carcass value of pure-bred Hungarian Simmental and Hereford young fattening bulls in comparison with crossbreds of different gene ratios. In: *Book of Abstr. 46th Ann. Meet. EAAP, Praha, Czech Republic, 4.–7. 9. 1995.* Wageningen Press 1995: 228.
- ŠTRÁFELDA, J.: Křížení s masnými plemený skotu v dojnych stádech. *Náš Chov (Praha)*, 52, 1992: 253–254.
- ŠUBRT, J.: Vliv užitkového křížení s masnými plemený na skladbu jatečného těla býků a jalovic. *Živoč. Vyr.*, 39, 1994: 321–330.
- ŠUBRT, J. – CHROUSTOVÁ, O. – SCHMIDT, I.: Průběh růstu kříženek českého strakatého skotu po otcích plemen charolais a limousin. *Živoč. Vyr.*, 39, 1994: 937–948.
- TATUM, J. D. – GRONEWALD, K. W. – SEIDEMAN, S. C. – LAMM, W. D.: Composition and quality of beef from steers sired by Piemontese, Gelbvieh and Red Angus bulls. *J. Anim. Sci.*, 68, 1990: 1049–1060.

TESLÍK, V. – FRANC, Č. – PODĚBRADSKÝ, Z.: Masná užitkovost býčků a jaloviček C skotu odchovaných v chovu bez tržní produkce mléka. [Final Report.] Praha-Uhřetěves, VÚŽV 1980. 30 p.

TESLÍK, V. – BURDA, J. – URBAN, F.: Využití býků plemene flekvíh a hereford pro zlepšení masné užitkovosti českého strakatého skotu. [Final Report.] Praha-Uhřetěves, VÚŽV 1989.

TESLÍK, V. – URBAN, F. – BOUŠKA, J. – ŘEHÁK, D.: Masná užitkovost býků-kříženců plemen české strakaté a limousin. Živoč. Výr., 36, 1991: 141–151.

TESLÍK, V. – BOUŠKA, J. – BARTOŇ, L. – ŠTÍPKOVÁ, M.: Masná užitkovost kříženců  $F_1$  generace po býcích plemen aberdeen-angus a flekvíh. Živoč. Výr., 39, 1994: 193–205.

TESLÍK, V. – BURDA, J. – URBAN, F. – BARTOŇ, L. – ŘEHÁK, D.: Masná užitkovost býků českého strakatého a černostrakatého skotu při intenzivním výkrmu do hmotnosti 530 kg. Živoč. Výr., 40, 1995: 227–232.

TESLÍK, V. – HERRMANN, H. – BARTOŇ, L. – ZAHŘÁDKOVÁ, R. – VOLEK, J.: Šlechtění, technika chovu a produkce masa ve stádech masného skotu. [Final Report.] Praha-Uhřetěves, VÚŽV 1996. 31 p.

ŽUPKA, Z. – ŠUBRT, J.: Optimalizace porážkových hmotností býků různých genotypů. [Final Report.] Brno, VŠZ 1989.

Received for publication on June 25, 1997  
Accepted for publication on September 22, 1997

---

*Contact Address:*

Ing. Jarmila Voříšková, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/777 26 08, fax: 038/777 26 01, e-mail: vorisk@lynx.zf.jcu.cz

---

# INFLUENCE OF GENOTYPE ON MEAT YIELD ESTIMATION IN SWINE CARCASSES

## VLIV GENOTYPU NA ODHAD VÝTĚŽNOSTI MASA V JATEČNÝCH TRUPECH PRASAT

G. Kušec<sup>1</sup>, Gordana Kralik<sup>1</sup>, A. Petričević<sup>1</sup>, J. Živković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of J. J. Strossmayer, Faculty of Agriculture, Osijek, Croatia

<sup>2</sup>University in Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine, Zagreb, Croatia

**ABSTRACT:** Influence of genotype on estimation of meat yield in swine carcasses was researched in this paper. Four groups of pigs (15 males and 15 females,  $n = 30$  in each group) were included in the research. In each group there were pigs of different genotypes as follows: 1st group = (LW x GL) x GL; 2nd group = (LW x SL) x GL; 3rd group = (SL x LW) x LW and 4th group = pigs of unknown genotype. Pigs were slaughtered in several slaughterhouses in east Slavonia. Meat yield was determined by total dissection (TD), according to Weniger et al. (1963) and estimated by 3 different equations. First equation (PF) was taken from a current Croatian regulation and other two (MF2 and MF3) were obtained by researches of Kušec (1996). Equations MF2 and MF3 appeared to be more appropriate for lean meat estimation in all groups of pigs, except for the 3rd group, which had the lowest objectively determined (TD) meat yield. In this group equation PF predicted lean meat percentage better than the other two. According to average meat yield obtained by dissection (TD) and by equations MF2 and MF3, swine carcasses from the 1st group were classified in class E. Equation PF classified the same carcasses in class U. On the basis of average objectively determined (TD) and estimated meat yields (MF2 and MF3) swine carcasses from 2nd group were classified in class U, while equation PF classified them in class R. Swine carcasses from 3rd group were classified in class R on the basis of objective determination and estimation by equation PF, while equations MF2 and MF3 classified these carcasses in class U. Carcasses of 4th group of pigs were on the border between classes U and R according to total dissection (TD), while estimations by all three equations classified these carcasses in class R.

swine; carcass; meat yield; estimation; equations

**ABSTRAKT:** V práci jsme se zabývali vlivem genotypu na odhad výtěžnosti masa v jatečných trupech prasat. Výzkum zahrnoval čtyři skupiny prasat (15 sameců a 15 samic, pro každou skupinu  $n = 30$ ). V každé skupině byla prasata různých genotypů: 1. skupina = (BU x NL) x NL; 2. skupina = (BU x ŠL) x NL; 3. skupina = (ŠL x BU) x BU, 4. skupina = prasata neznámého genotypu. Prasata byla poražena na několika jatcích ve východní Slavonii. Výtěžnost masa byla stanovena kompletním jatečným rozбором (TD) podle autorů Weniger et al. (1963) a odhady byly provedeny pomocí tří rovnic. První rovnici (PF) jsme převzali ze současného chorvatského nařízení a druhé dvě (MF2 a MF3) byly získány na základě výzkumu, který prováděl Kušec (1996). Ukázalo se, že u všech skupin prasat jsou pro odhad podílu libových částí masa vhodnější rovnice MF2 a MF3, s výjimkou 3. skupiny, která měla nejnižší objektivně stanovenou (TD) výtěžnost masa. U této skupiny byla predikce podílu libového masa vhodnější pomocí rovnice PF než pomocí dvou zbývajících rovnic. Podle průměrné výtěžnosti masa, kterou jsme získali jatečným rozбором (TD) a pomocí rovnic MF2 a MF3, byly jatečné trupy prasat z 1. skupiny zařazeny do třídy E. Rovnice PF zařadila tyto jatečné trupy do třídy U. Na základě průměrné objektivně stanovené (TD) výtěžnosti masa a jejího odhadu (MF2 a MF3) byly jatečné trupy z 2. skupiny zařazeny do třídy U, zatímco rovnice PF zařadila do třídy R. Jatečné trupy prasat ze 3. skupiny byly na základě objektivního stanovení a odhadu pomocí rovnic PF zařazeny do třídy R, zatímco rovnice MF2 a MF3 zařadily tyto jatečné trupy do třídy U. Jatečné trupy ze 4. třídy prasat byly podle kompletního jatečného rozboru (TD) na hranici mezi třídou U a R, zatímco odhady pomocí všech tří rovnic je zařadily do třídy R.

prase; jatečný trup; výtěžnost masa; odhad; rovnice

### INTRODUCTION

Current Croatian regulations enact, besides instrumental, a manual method for estimation of muscle tissue percentage in swine carcasses. This method is

known as "Two Points" method or "TP" method (German "Zwei Punkte", "ZP"). Equation which should be used with this method is also prescribed. Petričević et al. (1993) found that the equation mentioned above obtained more reliable estimations of meat yield

in swine carcasses, compared to JUS method (used in the former Yugoslavia). However, research carried out on Slovenian swine populations showed that estimation of carcass meat yield by the same equation happened to be less accurate than those employing equations obtained by research of Kovač et al. (1995). Dimke et al. (1996) proposed two simplified methods of determining dissectional meatiness for Polish meat industry. Those methods employed multiple regression equations for prediction of lean meat content in swine carcasses. Demo (1994) tested original regression equation of PIGLOG 105 and ALOKA device for prediction of meat performance of pigs *in vivo*. He concluded that it would be necessary to construct regression equations for the weight categories or breeds which would improve the prediction level in relation to the actual meat amounts. Kušec (1996) presented four equations obtained on the basis of his own research. Only two of these equations satisfied statistical requirements established in EU regulations. These equations showed better accuracy in estimation and better selectivity in swine carcass classification according to SEUROP system than the equation prescribed by current regulations. Petričević et al. (1993) reported that classification of swine carcasses according to SEUROP system differed regarding the applied method for meat yield estimation. Namely, swine carcasses estimated by the former Yugoslav standard averagely belonged to class O; the same carcasses were classified in class R on the basis of estimation by "ZP" method. Anderson et al. (1995) reported that the Swedish carcass grading system generally underestimated carcasses from Hampshire crosses (genotype with larger and leaner hams) more than other breeds.

The objective of this paper is to find out what influence the genotype has on meat yield estimation in swine carcasses by an equation prescribed by Croatian regulation and by two equations mentioned above. It would be also interesting to find out how carcasses of different genotypes of pigs will be classified according to SEUROP system on the basis of total dissection and estimations by the mentioned equations.

## MATERIAL AND METHODS

Research was performed on 120 swine carcasses divided into four groups, 30 carcasses each, regarding the

genotype. First group consisted of F<sub>1</sub> generation of crossbred mothers (Large White and German Landrace) sired by German Landrace – (LW x GL) x GL; 2nd group, F<sub>1</sub> generation of crossbred sows (Large White and Swedish Landrace) sired by German Landrace – (LW x SL) x GL – and 3rd group, F<sub>1</sub> generation of crossbred mothers (Swedish Landrace and Large White) sired by Large White – (SL x LW) x LW. Fourth group contained pigs of unknown genotype, the appearance of which in Croatian slaughterhouses is not rare.

Pigs were slaughtered in several slaughterhouses in east Slavonia. Right sides of swine carcasses were dissected using a method proposed by Weniger et al. (1963), often called total dissection. Swine carcasses were cut in main parts (ham, loin, shoulder, belly-rib part and neck) which were separated onto muscle, fatty tissue with skin and bones and weighed individually. On the basis of these weights (kg) percentages of tissues in carcasses (%) were calculated. Meat yield determined as percentage of muscle tissue obtained by total dissection of the carcass was accepted as an objective indicator in further analyses and comparisons (TD).

Meat yield was estimated in swine carcasses from each group by three equations (Tab. I). The first (PF) is prescribed in current Croatian regulations and the other two equations (MF2 and MF3) were obtained by research of Kušec (1996). All used equations satisfied statistical standards established in EU countries. Necessary measures for obtaining the variables included in equations, according to "TP" method were: thickness of the fat – S (mm); measured caudally, on the spot where *m. gluteus medius* gets deepest in the fatty tissue and loin muscle (*m. longissimus dorsi*) thickness – M (mm) measured as the shortest distance between the cranial end of *m. gluteus medius* and dorsal spinal edge. Warm carcass weight (TM) was added as a new variable in order to improve the accuracy of the estimation in equation MF3. All measures were taken in all evaluated genotype groups in the same way ( $n = 30$ ).

Results of meat yield determination by dissection (TD) and by equations (PF, MF2 and MF3) were processed and compared. For each group of swine carcasses individually, differences and correlations between meat yields obtained by dissection and by equations were calculated. Swine carcasses from each group were classified in classes according to SEUROP

I. Equations for meat yield estimation in swine carcasses

Estimation	Equation
PF	$y = 47.978 + 26.0429 \frac{S}{M} + 4.5154\sqrt{M} - 2.5018 \log_{10} S - 8.4212\sqrt{S}$
MF2	$y = 13.4592 + 50.944 \frac{S}{M} + 7.17767\sqrt{M} + 45.1467 \log_{10} S - 20.682\sqrt{S}$
MF3	$y = 14.936 + 0.01647M + 48.62098 \frac{S}{M} + 6.924\sqrt{M} + 42.163 \log_{10} S - 19.823\sqrt{S}$

system on the basis of objectively determined (TD) and estimated meat yield (PF, MF2 and MF3) in order of comparison.

Statistical analysis of data was performed by Microsoft Excel 7.0 for Windows 95.

## RESULTS AND DISCUSSION

The means and standard deviations of measured quality indicators used as variables in prediction equations are shown in Tab. II for each group of pigs included in the research.

Results of objective determination (TD) and estimations of meat yield by equations (PF, MF2 and MF3) are presented as mean values for every group of pigs together with belonging standard deviations (Tab. III).

It is obvious from Tab. III that the smallest difference between objectively determined (TD) and estimated meat yield in swine carcasses from the 1st group was found for equations MF2 and MF3 (1.19%). Meat yield estimated by equation PF was 2.73% lower than objectively determined. Correlation between objectively determined (TD) and estimated meat yield was medium strong and positive ( $r = +0.50$ ) in the case of equations MF2 and MF3 and a bit weaker, also positive ( $r = +0.47\%$ ) in the case of equation PF.

The smallest digression from objectively determined meat yield (TD) in carcasses of pigs of 2nd group showed estimation by equation MF2 (0.38%), followed by equation MF3 (0.40%) and equation PF (2.02%). Correlation between objectively determined and estimated meat yield was strong and positive in all cases ( $r = 0.78$ ).

Meat yield in carcasses of pigs from the 3rd group, estimated by equation PF, was only 0.08% higher than the objectively determined meat yield (TD). Estimations by equations MF2 and MF3 were less accurate; meat yield obtained by these equations was 1.67% and

1.70% higher than the objectively determined one (TD). The strongest correlation between objectively determined and estimated meat yield was shown by equation PF ( $r = +0.63$ ). Slightly weaker correlation was found for equations MF2 and MF3 ( $r = +0.62$ ).

Average meat yield in carcasses of pigs from 4th group, estimated by equation PF was 1.83% under objectively determined meat yield (TD). Much better estimation was achieved using equations MF2 and MF3 which differed from objectively determined meat yield only 0.09% and 0.10%, respectively. All estimated meat yields (PF, MF2 and MF3) were in strong correlation with objectively determined meat yield ( $r = +0.71$ ).

The result of classification of the swine carcasses from the 1st group according to SEUROP system is presented in Fig. 1. It is observable that considered equations are not equally appropriate for meat yield estimation in swine carcasses from the 1st group. According to average objectively determined meat yield, these carcasses were classified in class E (55–60% muscle tissue). Swine carcasses estimated by equations MF2 and MF3 were classified in the same class. According to estimation by equation PF average meat yield in swine carcasses from this group belonged to class U (50–55% muscle tissue). Using this equation, swine carcasses characterised by high meat yield and small fat thickness ("TP" measure) as those from the 1st group (genotype /LW x GL/ x GL), could be classified in a wrong way.

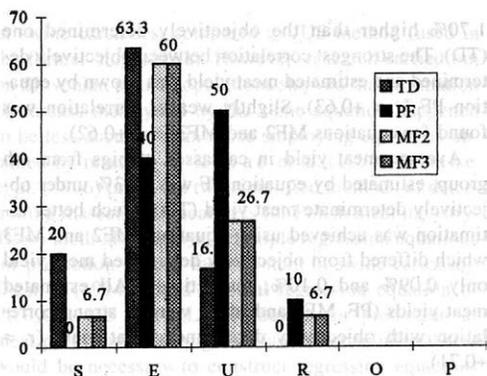
Data presented in Fig. 2 show that swine carcasses from 2nd group were classified more correctly by all equations used for estimation. However, on the basis of average objectively determined (TD) and estimated meat yield (MF2 and MF3) swine carcasses of this group were classified predominantly in class U. Carcasses from the same group, estimated by equation PF, were classified in class R. In research of Petrićević (1993), carcasses of pigs of the same genotype

### II. Means and standard deviations of the main quality indicators regarding the genotype

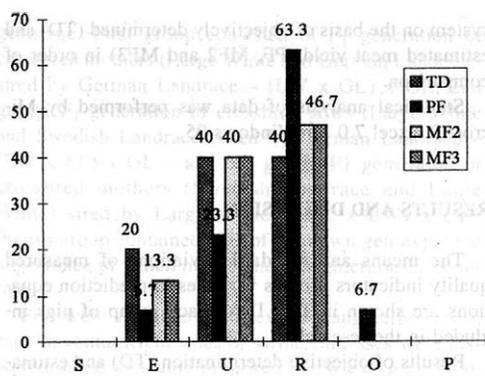
Meat yield	1st group		2nd group		3rd group		4th group	
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
Warm carcass weight (kg)	79.16	6.97	79.93	4.43	93.27	4.26	81.93	6.15
Backfat thickness (mm)	16.23	5.20	24.80	5.61	26.10	4.64	26.20	7.00
Loin muscle thickness (mm)	66.43	4.54	63.50	4.45	62.87	5.92	59.77	5.06

### III. Means and standard deviations of objectively determined and estimated meat yields in swine carcasses

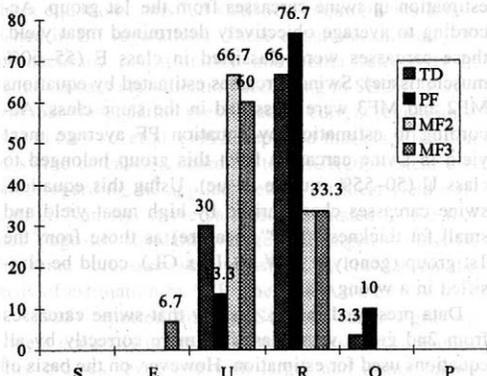
Meat yield	1st group		2nd group		3rd group		4th group	
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
TD	57.00	2.69	51.17	3.79	48.32	2.41	50.00	3.97
PF	54.27	3.40	49.15	3.23	48.24	2.10	48.15	3.06
MF2	55.81	3.09	50.79	3.01	49.99	2.16	49.91	3.00
MF3	55.81	3.10	50.76	3.01	50.01	2.15	49.90	3.00



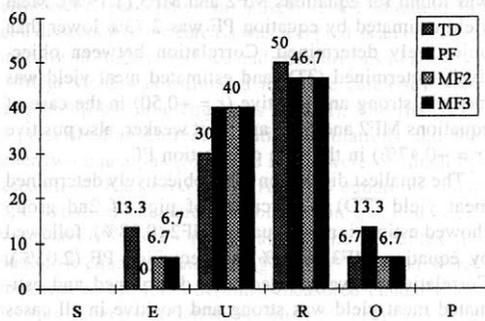
1. Distribution of swine carcasses from the 1st group in classes (SEUROP)



2. Distribution of swine carcasses from the 2nd group in classes (SEUROP)



3. Distribution of swine carcasses from the 3rd group in classes (SEUROP)



4. Distribution of swine carcasses from the 4th group in classes (SEUROP)

For Figs 1-4: x-axis - classes, y-axis - distribution (%)

and similar quality indicators were classified in class U, although estimated by the same equation. As there is a possibility of incorrect carcass classification in the case of equation PF, it can be considered that equations MF2 and MF3 would be of better use. This means that meat yield in swine carcasses with medium meatiness would be better estimated by these equations. In this case these were carcasses from crossbreds of genotype (LW x SL) x GL.

Classification of swine carcasses from 3rd group on the basis of objective determination (TD) and estimation of meat yield (PF, MF2 and MF3) is presented in Fig. 3. According to average objectively determined and meat yield estimated by equation PF, swine carcasses from 3rd group were classified in class R. According to meat yield estimated by other equations (MF2 and MF3) the same carcasses mostly belonged to class U. This practically means that equation PF, prescribed in the Croatian regulation, could be of use only in meat yield estimation of swine carcasses with lower

meatiness and thicker fat measured on loins. These characteristics had carcasses of pigs from 3rd group - genotype (SL x LW) x LW.

Carcasses of pigs from 4th group were, according to average objectively determined meat yield ( $\bar{x} = 50.00\%$  muscle tissue), on the edge of class U. According to average meat yield estimated by equations PF, MF2 and MF3 the same carcasses were classified in class R. Nevertheless, from the classification of these carcasses presented in Fig. 4 it is obvious that the most of the carcasses (50%) belonged to class R on the basis of objectively determined meat yield. The most of the carcasses (46.7%) classified on the basis of estimation by all three equations were in this class as well. On the basis of estimation by equation PF, however, carcasses of pigs from 4th group were classified incorrectly in classes E and O, compared to objectively determined meat yield. This indicates that equations MF2 and MF3 could be of use in meat yield estimation of swine carcasses with lower meatiness. In this case those were

pigs from the market, mostly of unknown genotype. Equation PF happened to be less suitable for meat yield estimation because its employment resulted in improper classification of swine carcasses.

## CONCLUSIONS

The results of this research lead to following results: The smallest digression from the objectively determined meat yield (TD) in the carcasses with high and medium meatiness (50% muscle tissue) was found for estimations by the following equations:

$$\text{MF2: } y = 13.4592 + 50.944 \frac{S}{M} + 7.17767\sqrt{M} + 45.1467 \log_{10} S - 20.682\sqrt{S}$$

$$\text{MF3: } y = 14.936 + 0.01647M + 48.62098 \frac{S}{M} + 6.924\sqrt{M} + 42.163 \log_{10} S - 19.823\sqrt{S}$$

This can be stated for the carcasses from 1st, 2nd and 4th group; i.e. for the following genotypes: (LW x GL) x GL, (LW x SL) x GL and unknown genotypes (from the market) which were classified more accurately in SEUROP classes by these equations.

The smallest digression from objectively determined meat yield in the swine carcasses characterised by lower meatiness (about 48%) was found for equation from the Croatian regulations:

$$\text{PF: } y = 47.978 + 26.0429 \frac{S}{M} + 4.5154\sqrt{M} - 2.5018 \log_{10} S - 8.4212\sqrt{S}$$

This could be stated for swine carcasses from the 3rd group; genotype (SL x LW) x LW which were better classified according to SEUROP system by this equation.

All these results indicate that genotype has influence on meat yield; and by this, on estimation of the meat yield in swine carcasses.

The results of the research indicate the need for a continuous checking of the equation prescribed by regulations. In that case, pig producers who use genotypes characterised by high meat yield would not suffer financial losses because of incorrect classification.

## REFERENCES

- ANDERSSON, A. – HANSSON, I. – LUNDSTRÖM, K. – KARLSSON, A.: Influence of sex and breed on the prediction of the official Swedish pig carcass grading. *Swed. J. Agric. Res.*, 25, 1995: 51–59.
- DEMO, P.: Evaluation of pig carcasses according to percentage of valuable lean cuts by means of regression equations. *Živoč. Vyr.*, 39, 1994: 629–642.
- DIMKE, W. – BORYS, A. – BORZUTA, K.: Simplified methods of determining dissectional meatiness. In: *Proc. 42nd Int. Congr. Meat Science and Technology*, Lillehammer, Norway, 1.–6. 9. 1996: 234–235.
- KOVAČ, M. – ŽGUR, S. – TAVČAR, J. – ŠEGULA, B.: Comparison of equations for carcass grading in swine. In: *Proc. 3rd Int. Symp. Animal Science Days*, Bled, Slovenija, September 26.–29. 1995: 143–148.
- KUŠEC, G.: Istraživanje prinosa mesa svinja različite genetske osnove. Magistarski rad. Veterinarski fakultet, Zagreb, 1996.
- PETRIČEVIĆ, A. – JOVANOVAČ, S. – JURIC, I. – BENČEVIĆ, K. – ŽIVKOVIĆ, J. – BORIC, A.: Reliability of application of German methods on evaluation of meat share in swine carcasses bred in the Republic of Croatia. In: *Proc. Scientific Days on Animal Husbandry*, Kaposvar, Hungary, September 1.–2, 1993: 59–65.
- PETRIČEVIĆ, A. – KRALIK, G. – GUTZMIRTL, D. – MALTAR, Z. – FAZEKAŠ, J. – KNAPIC, A.: Procjena mesnatosti i povezanost važnijih pokazatelja kakvoće svinjskih polovica. *Znanost i Praksa Poljopriv. i prehramb. Tehnol.*, 24, 1994: 67–74.
- WENIGER, H. J. – STEINHANF, D. – PAHL, G.: *Muscular Topography of Carcasses*. München, BLV Verlagsgesellschaft 1963.
- Verordnung (EWG) Nr 3220/84 des rates, zur Bestimmung des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für Schweineschlachtkörper. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* Nr. L 301/1–3. Brüssel, 1984.

Received for publication on April 7, 1997

Accepted for publication on September 22, 1997

---

### Contact Address:

Mr. Sc. Goran Kušec, University of J. J. Strossmayer, Faculty of Agriculture, Trg Sv. Trojstva 3, 310 00 Osijek, Croatia, tel.: +385/031/12 43 33, fax: +385/031/12 80 17, e-mail: Goran.Kusec@mia.os.carnet.hr

---

## ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna (ÚZLK)

Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38

---

Máte zájem o pravidelné sledování nejčerstvějších informací ze zahraničních odborných časopisů?

Tento požadavek Vám rádi splníme, objednáte-li si naši informační reprografickou službu „Obsahy zahraničních časopisů a články“ typu „Current Contents“.

Vyberete-li si z každoročně aktualizovaného **Seznamu časopisů objednaných do fondu ÚZLK** sledování nejzajímavějších časopisů z Vašeho oboru, zašleme Vám nejprve kopie obsahů nejčerstvějších čísel časopisů a na základě výběru kopie požadovaných článků.

Chtěli bychom Vás také upozornit na další reprografickou službu ÚZLK, a to na poskytování kopií článků z knih a časopisů, které jsou ve fondu ÚZLK. Požadavky na tyto kopie můžete uplatňovat v průběhu celého roku na formulářích „Objednávka reprografické práce“, které si můžete objednat v Technickém ústředí knihoven, Solniční 12, 601 74 Brno, pod katalog. č. TÚK 138-0.

Veškeré další informace a objednávky na reprografické služby včetně Vašich připomínek Vám poskytneme na adrese:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna – ÚZPI

Odd. reproslužeb

Slezská 7, 120 56 Praha 2

Poštovní schránka 39

Telefonické dotazy: 02/24 25 79 39, linka 329, 421 nebo 306

# VYUŽITIE KANČEKOV VYRADENÝCH Z INDIVIDUÁLNEHO TESTU NA JATOČNÉ ÚČELY

## USE OF YOUNG BOARS CULLED FROM INDIVIDUAL TESTS FOR SLAUGHTER CHARACTERISTICS

J. Poltársky<sup>1</sup>, P. Demo<sup>1</sup>, L. Macháčková<sup>2</sup>, A. Sirotkin<sup>1</sup>, J. Sokol<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

<sup>2</sup>Institute of Veterinary Hygiene and Ecology, Trnava, Slovak Republic

<sup>3</sup>State Veterinary Administration Authority of Slovak Republic, Bratislava, Slovak Republic

**ABSTRACT:** The objective was to determine reference values of 5 $\alpha$ -androstenone and skatole concentrations, of substances responsible for so called boar taint after fast fattening of boars, barrows and gilts. An intensive production system was implemented on a performance test station, using high productivity feed mixture and pens housing two animals each. A total of 53 boars, 28 barrows and 27 gilts were subjected to tests. Average slaughter weight in all groups was about 85 kg. The concentration of 5 $\alpha$ -androstenone was determined in blood serum in ng/l ml of serum, while skatole content was established in a fat sample in ng/l g of fat. A hard-phase radioimmunological assay was used for 5 $\alpha$ -androstenone detection, and a chromatographic method using calibration curve was applied to determine skatole. The values of 5 $\alpha$ -androstenone concentrations show high intra-group and inter-group variability. The respective values for boars, gilts and barrows were on average 415, 78.0 and 91.0 ng/l ml of serum. The concentration of skatole (3-methylindole) was significantly ( $P < 0.05$ ) higher in boars than in gilts and barrows (138.61 ng/l g of fat against 78.44 ng/g of fat in barrows and 75.97 ng/l g of fat in gilts). One standard deviation in boars (78.09) had the same value as an average concentration in gilts and barrows ( $s = 75.97$  and/or  $s = 78.44$ ). It means that the population comprises individuals with skatole concentration at the level of gilt and barrow average. These limit values are recommended for culling the boars from individual performance tests:

– skatole concentration maximally 200 ng/l g of fat

– maximum weight of 90 kg at the moment of culling from test

– oldest age at culling of 165 days.

It is not necessary to make a skatole test pursuant to EU Regulation 64/344/EC if the boar has been culled at the weight of 80 kg.

boars; boar taint; sex; 5 $\alpha$ -androstenone; skatole

**ABSTRAKT:** Po intenzívnom výkrme kancov sa sledoval výskyt kančieho pachu stanovením koncentrácie 5 $\alpha$ -androstenonu a skatolu. Ako pozorovacie skupiny sa použili prasničky a bravce. Výkrm kancov trval od hmotnosti 30 kg do hmotnosti 85 kg pri priemernom prírastku 859 g. Koncentrácia 5 $\alpha$ -androstenonu sa stanovila v krvnom sére a koncentrácia skatolu v slanine. Obidve substancie sa vyjadrovali v ng/l ml, resp. ng/l g tuku. Koncentrácia 5 $\alpha$ -androstenonu bola u kancov 415 ng/l ml séra, u bravcov 91 ng/l ml séra a u prasničiek 78 ng/l ml séra. Rozdiely boli štatisticky významné ( $P < 0,05$ ). Množstvo skatolu bolo stanovené u kancov v priemere na 138,61 ng/l g tuku, u bravcov 78,44 ng/l g tuku a u prasničiek 75,97 ng/l g tuku. Rozdiely boli štatisticky významné ( $P < 0,05$ ).

kančieky; kančí pach; pohlavie; 5 $\alpha$ -androstenon; skatol

### ÚVOD

Základným poslaním zošľachtovacieho procesu v chove ošpaných je zámerným výberom zaraďovať do plemenitby jedince vyznačujúce sa vysokým dedičným založením v ekonomicky významných vlastnostiach.

U kančiekov takýto predpoklad vytvára individuálny test vlastnej užitočnosti (ITVÚ) v hmotnosti od 30 do 100 kg, resp. od 30 kg do veku 160 dní. Nakoľko sa ITVÚ pokladá aj za skúšku konštitučnej vyspelosti, je

pre výber vyhovujúcich kančiekov potrebné mať dostatočne veľkú výberovú základňu (napr. 10 : 1).

Zavedením ITVÚ kančiekov by mohli šľachtiteľským chovom vzniknúť neplánované vysoké straty, spôsobené kastráciou a následným dokrmom. Preto je potrebné doriešiť realizáciu kančiekov vyradených v hmotnosti 80 až 90 kg a veku do 160 dní na jatočné účely bez ujmy na realizačnej cene. Príčinou súčasného stavu je tzv. kančí pach, ktorý spôsobuje zmenu chuťových vlastností mäsa a tuku.

Mechanizmus vzniku kančieho pachu a jeho eliminácia nie sú zatiaľ celkom objasnené. Hawe et al. (1989), Lundström et al. (1988), Vahlun (1990), Batterham et al. (1985) a Tyler et al. (1983) študovali vplyv výživy, hladiny dusíkatých látok a lyzínu a spôsobu ustajnenia na frekvenciu a intenzitu výskytu kančieho pachu.

Za hlavný komponent kančieho pachu považujú androstenon ( $5\alpha$ -androst-16-en-3-on) a skatol (3-metylundol).

Obsiahlu štúdiu o výkrme kančiek a kančom pachu mäsa a tuku vypracovali Ender et al. (1987). Uvádzajú, že na jeho zistenie jestvujú dve možnosti: senzorická metóda, ktorá vyjadruje subjektívny názor posudzovateľa, a biochemická metóda, založená na objektívne merateľnom hodnotení.

Barťošová et al. (1980) zistili kančí pach u 66 % kančiek, 16,7 % vzoriek bolo dubióznych a 16,7 % negatívnych. Naproti tomu Emmervall (1976 – cit. Črep, 1981) uvádza, že z 500 testovaných kančiek vykázalo zreteľný pach iba 1,5 % jedincov (výrazný pach 7 %, mierny 12 %, nezreteľný 44 % a žiadny 37 %).

Podrobnejšie sa využitím kančiek pre jatočné účely zaoberalo v roku 1990 výročné zasadnutie Európskej zootechnickej federácie v Španielsku. Riešili sa tu otázky identifikácie kančieho pachu organoleptickým hodnotením, fyziologickými skúškami a aj činiteľmi vplyvujúcimi na jeho výskyt počas výkrmu.

Konštatovalo sa, že porážanie kančiek pre produkciu mäsa v jednotlivých štátoch narastá. Napr. v Španielsku, Anglicku a v Írsku je cca 90 % jatočných ošpaných samčieho pohlavia nekastrovaných. Od decembra 1989 sa aj v Dánsku a Holandsku podstatne zvýšila produkcia kančiek na jatočné účely. Aj tu sa konštatovalo, že základným komponentom kančieho pachu je  $5\alpha$ -androstenon a skatol. Za najvhodnejšiu metódu jeho stanovenia sa považuje rádio/enzým immunoassay (ELISA) a kolorimetrická analýza. V Španielsku bola popísaná tiež metóda IRTA, ktorá spája obidve predchádzajúce metódy. Bolo konštatované, že podľa súčasných testov konzumentov v Anglicku nie sú negatívne reakcie na vlastnosti kančieho mäsa.

V Španielsku boli zaznamenané pripomienky k údennej chrbtovine a krkovičke, ale nie k šunkám. Na základe uvedeného rokovania sa pripravuje vydanie medzinárodnej publikácie k objasneniu  $5\alpha$ -androstenonu a skatolu pri manifestácii kančieho pachu v mäse.

Za hlavný komponent kančieho pachu v mäse považujú aj Bonneau (1990) a Lundström et al. (1991) androstenon a skatol, ktorých hladinu podľa nich okrem genetických činiteľov významne ovplyvňujú aj exogénne faktory, predovšetkým hladina N-látok, prítomnosť prasníčiek, vek a hmotnosť.

## MATERIÁL A METÓDA

Intenzívny odchov kančiek od 30 do 90 kg sme realizovali v podmienkach testovacej stanice VÚŽV

Nitra pri ustajnení dvoch kančiek v koterci. V tejto hmotnosti sa kančiky aj porážali ( $\pm 1$  kg).

Do pokusov bolo zaradených celkom 108 ošpaných, z čoho bolo 53 kancov, 28 bravcov a 27 prasníčiek. Pokusný súbor bol zložený zo všetkých základných plemien chovaných na Slovensku. Pokus sa skončil pri hmotnosti zvierat cca 85 kg, kedy sa zvieratá odporazili.

Pri porážke sa odobralo 20 ml krvi, z ktorej sa odstredením získala plazma na stanovenie  $5\alpha$ -androstenonu.

**Pracovný postup stanovenia:** vo vzorke 0,1 ml opakovane tvrdofázovou rádioimunologickou metódou bez extrakcie, pomocou súpravy Coat-A-Count Direct Androstenedione fy. DPC (Los Angeles, USA).

Citlivosť metódy bola 0,04 ng/ml. Nešpecifická väzba s inými steroidmi bola 0–1,49 %. Rádioaktivita vzoriek sa merala 1 min pomocou gamma merača fy Canberra-Packard Slovensko, s. r. o. (Badin, Slovensko).

V deň porážky sa tiež odobrala cca 20g vzorka slaniny na stanovenie skatolu metódou podľa autorov Suortti a Lehtonen (1994).

Do centrifugačnej skúmavky sa navážilo 5 g pomletej slaniny a pridalo sa 10 ml acetonitrilu a 50  $\mu$ l 2-metylundolu s koncentráciou 10  $\mu$ g/ml. Skúmavka sa uzavrela a roztok sa zahrial na 70 °C vo vodnom kúpeli za súčasného trepania, pokiaľ sa tuk neroztopil.

Po rozpustení tuku sa obsah skúmavky ochladil, acetonitril sa oddelil a vzorka tuku sa reextrahovala. Acetonitrilové podiely sa spojili a ich objem sa doplnil na 20 ml.

K 4 ml tohto roztoku sa pridalo 1 ml deionizovanej vody, čím sa roztok zakalil.

Čistenie zakaleného roztoku sa robilo na SPE kolónkach takto:

- premytie kolónky 3 ml acetonitrilu a ľahké vysušenie;
- aplikácia 2 ml zakaleného roztoku, ktoré sa vypustia do odpadu;
- aplikácia zvyšku zakaleného roztoku a jeho zachytenie.

Zachytený roztok (2 ml) sa zriedil 2 ml deionizovanej vody a z tohto pripraveného roztoku sa dvakrát 100  $\mu$ l dávkovalo na chromatografickú kolónu.

Časy vylúhovania skatolu a 2-metylundolu sa testovali postupne vo vzorkách štandardov i extraktov forifikovaných vzoriek. Analýza vzoriek trvala 6 až 7 minút.

Výsledky analýzy sa vyhodnocovali metódou kalibračnej krivky s vnútorným štandardom, rozdiely sa vyhodnotili jednofaktorovou analýzou rozptylu.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Stanovením referenčných hodnôt zastúpenia  $5\alpha$ -androstenonu a skatolu – substancí podieľajúcich sa na vzniku tzv. kančieho pachu v rôznych tkanivách kančiek, sa zaoberalo v poslednom období mnoho auto-

## I. Hodnoty 5 $\alpha$ -androstenonu – 5 $\alpha$ -androstenone concentrations

Pohlavie <sup>1</sup>	Obsah v ng/l ml séra <sup>5</sup>	
	$\bar{x}$	rozpätie <sup>6</sup>
Kanččky <sup>2</sup>	415 <sup>b</sup>	319–724
Bravce <sup>3</sup>	91 <sup>a</sup>	32–183
Prasničky <sup>4</sup>	78 <sup>a</sup>	25–110

Rozdiely v priemerných hodnotách označené rozdielnymi písmenami sú štatisticky významné ( $P < 0,05$ ) – Various letters denote statistically significant differences in the concentrations ( $P < 0,05$ )

<sup>1</sup>sex, <sup>2</sup>boars, <sup>3</sup>barrows, <sup>4</sup>gilts, <sup>5</sup>content in ng/l ml of serum, <sup>6</sup>range

rov v rôznych krajinách. Je však veľmi ťažko získať výsledky, ktoré by pri určení týchto substancií pochádzali z toho istého tkaniva a na ich vyjadrenie by boli použité tie isté jednotky SI. Aj metódy stanovenia nie sú jednotné.

### Hladina 5 $\alpha$ -androstenonu

V našich pokusoch sme popísanou metódou stanovili hladinu 5 $\alpha$ -androstenonu u všetkých troch pohlaví (kance, bravce a prasničky).

Výsledky uvedené v tab. I poukazujú na veľké rozdiely a heterogenitu koncentrácie 5 $\alpha$ -androstenonu tak vo vnútri sledovaných skupín, ako aj medzi všetkými skupinami.

Nakoľko nie sú k dispozícii literárne pramene o referenčných hodnotách 5 $\alpha$ -androstenonu v krvnej plazme, je len veľmi ťažko určiť hraničné hodnoty pre naše podmienky. De s m o u l i n (1982) pripúšťa koncentráciu do 0,50  $\mu\text{g/g}$  tuku, Lundström et al. (1988) koncentráciu 0,50 až 1,0 ppm/g tuku.

Predpokladáme, že pre nami použitú metodiku by bolo možné stanoviť referenčnú hodnotu 5 $\alpha$ -androstenonu do 500 ng/ml plazmy. Nad túto hranicu sa zo sledovaných kančiek dostal len jeden (724 ng/l ml).

### Koncentrácia skatolu

Stanovenie koncentrácie skatolu v ng/g tuku sa popísanou metódou robilo vo vzorke slaniny (tab. II). Porovnanie nami zistených výsledkov s výsledkami iných autorov je omnoho jednoduchšie ako pri 5 $\alpha$ -androstenone, nakoľko všetky referenčné hodnoty sú uvádzané z tuku, a to buď v ng/g alebo v ppm/g tuku.

Výsledky ukázali, že v koncentrácií skatolu jestvujú štatisticky významné rozdiely medzi prasničkami, bravcami a kancami.

U kancov pri priemernej koncentrácii 138,61 ng/g tuku bola jedna smerodajná odchýlka vyššia ako priemerná koncentrácia u prasničiek a približne rovnaká ako u bravcov. Znamená to, že v sledovanom súbore rôznych plemien kancov sa nachádzajú jedince s koncentráciou skatolu na úrovni prasničiek a bravcov, čo znamená, že aj intenzita kančieho pachy je odlišná. Podľa našich výsledkov jestvuje cca 50 % kančiekov,

## II. Zistené hodnoty koncentrácie skatolu – Skatole concentrations

Pohlavie <sup>1</sup>	Obsah v ng/g tuku <sup>5</sup>		
	$\bar{x}$	$s_d$	rozpätie <sup>6</sup>
Kanččky <sup>2</sup>	138,61 <sup>b</sup>	78,09	38–320
Bravce <sup>3</sup>	78,44 <sup>a</sup>	14,50	28–164
Prasničky <sup>4</sup>	75,97 <sup>a</sup>	12,13	25–120

Rozdiely v priemerných hodnotách označené rozdielnymi písmenami sú štatisticky významné ( $P < 0,05$ ) – Various letters denote statistically significant differences in the concentrations ( $P < 0,05$ )

<sup>1</sup>sex, <sup>2</sup>boars, <sup>3</sup>barrows, <sup>4</sup>gilts, <sup>5</sup>content in ng/l ml of fat, <sup>6</sup>range

ktoré pri hmotnosti 85 až 90 kg a intenzívnom raste (vek do 160 dní) majú koncentráciu skatolu na úrovni bravcov.

Hraničné hodnoty koncentrácie skatolu stanovili Tuomola et al. (1996) na hodnoty 200 ng/g tuku. Tieto hodnoty sú vyššie, ako boli naše výsledky, keď vzorka sledovaných kančiekov v našich pokusoch mala priemernú koncentráciu 138,61 ng/g tuku, a podobne aj výsledky autorov Mortensen et al. (1986), Lundström et al. (1991) a Bonneau et al. (1992), ktorí síce udávajú koncentráciu skatolu v ppm/g tuku, avšak referenčné hodnoty od 0,20 do 0,25 ppm/g tuku sú vyššie ako výsledky zistené v našich pokusoch a ďalej sú zhodné s výsledkami autorov Tuomola et al. (1996).

Výsledky v koncentrácii skatolu zistené u našich plemien sa vyrovnávajú hodnotám udávaným v zahraničí, kde sa kance vyradené z individuálneho testu vlastnej úžitkovosti bežne odporádzajú ako jatočné osípané. Navyše sa v mnohých krajinách realizuje bežný výkrm kancov. Z toho vyplývajú aj závery, ktoré uvádza Willeke (1993), že podľa normy EU 64/433/EC nie je potrebné robiť kontrolu na skatol u kančiekov do hmotnosti 80 kg. U kančiekov o hmotnosti od 85 do 90 kg považuje za vhodné urobiť kontrolu na skatol.

### LITERATÚRA

- BARTOŠOVÁ, J. – KOUCKÝ, M. – SMITKA, J.: Výkrm kanečiek ve vztahu k ekonomice výroby libového masa. Živoč. Vyr., 25, 1980: 921–928.
- BATTERHAM, E. S. – GILES, L. R. – DETTMANN, E. B.: Amino acid and energy interactions in growing pigs. I. Effects of food intake, sex and live weight on the responses of growing pigs to lysine concentration. Anim. Prod., 40, 1985: 331–343.
- BONNEAU, M.: Sexual odours in pork from entire males. Compounds responsible for boar taint and physiological basis of androstenone production and storage in young entire male pigs. In: Workshop on the Production of Pork from Entire Males, Ottawa, Canada, 1990.
- BONNEAU, M. – LE DENMAT, M. – VAUDELET, J. C. – VELOSO NUNES, J. R. – MORTENSEN, A. B. – MORTENSEN, H. P.: Contributions of fat androstenone and ska-

- tole to boar taint: I. Sensory attributes of fat and pork meat. *Livestock Prod. Sci.*, 32, 1992: 63–80.
- ČREP, K.: Štúdium vplyvu chirurgickej kastrácie na proteínový a lipoproteínový metabolizmus v krvnom sére ošípaných. [Kandidátska dizertačná práca.] Košice, 1981. – Vysoká škola veterinárska.
- DESMOULIN, B. – BONNEAU, M. – FROUIN, A. – BILDARD, J. P.: *Livest. Prod. Sci.*, 9, 1982: 707–715.
- ENDER, K. – LIEBERENZ, M. – SIEGL, O. – STEINBERG, M.: Jungebermast und Ebergeruch. *Akademie der Landwirtsch. der DDR*, 25, 14, 1987.
- HAWE, S. M. – WALKER, N. – PORTER, M. – MOSS, B. W.: Preliminary observations on skatole production in pigs. *Anim. Prod.*, 48, 1989: 641.
- LUNDSTRÖM, K. – MALFORS, B.: Skatole levels as affected by inheritance and season. In: 39th Int. Congr. of Meat Science and Technology, Calgary, 1993.
- LUNDSTRÖM, K. et al.: Skatole, androstenone and taint in boars fed two different diets. *Livestock Prod. Sci.*, 78, 1988: 55–67.
- LUNDSTRÖM, K. et al.: Skatole levels in pigs selected on high and low protein diets. In: 37th Int. Congr. of Meat Science and Technology, Kulmbach, Germany, 1991: 1257–1260.
- LUNDSTRÖM, K. – MALMFORS, B. – MALMFORS, G. – STERN, S. – PETERSSON, M. et al.: Skatole, androstenone and taint in boars fed two different diets. *Livestock Prod. Sci.*, 78, 1988: 55–67.
- MORTENSEN, H. P. et al.: Consumer test of meat from entire males, in relation to skatole backfat. In: Proc. 32nd Eur. Meeting of Meat Research Workers, Ghent, 1986: 23–26.
- TUOMOLA, M. et al.: Determination of skatole and indole levels in pig serum, subcutaneous fat and submaxillary salivary glands. In: 42nd Congr. ICOMST, Norway, 1996: 290–291.
- TYLER, R. W. – LUCE, W. G. – JOHNSON, R. K. – MAXWELL, C. V. et al.: The effects of level of crude protein on performance of growing boars. *J. Anim. Sci.*, 57, 1983: 364–372.
- VAHLUN, S.: The Danish programme for producing entire male pigs. In: Workshop on the Prod. of Pork from Entire Males, Ottawa, Canada, June 5–6, 1990.
- WILLEKE, H.: Possibilities of breeding for low 5 $\alpha$ -androstenone content in pigs. *Pig News Inform.*, 14, 1993 (1).

Došlo 14. 4. 1997

Prijaté k publikovaniu 16. 9. 1997

---

**Kontaktná adresa:**

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

---

## THE $\kappa$ -CASEIN ALLELE *C* IN SOME CATTLE BREEDS IN THE CZECH REPUBLIC

$\kappa$ -KAZEINOVÁ ALELA *C* U NĚKTERÝCH PLEMEN SKOTU V ČESKÉ REPUBLICE

J. Čítek, V. Řehout, F. Hajič, M. Šoch, J. Mašková, K. Košťanec

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

**ABSTRACT:** The occurrence of  $\kappa$ -casein allele *C* was determined using PCR/RFLP method in cattle population in the Czech Republic. One heterozygous animal was found out of 34 in Czech Pied cattle (Simmenthal). In Black Pied cattle ( $n = 37$ ) and in Czech Red cattle ( $n = 33$ ) we did not find any allele *C*.

cattle; polymorphism;  $\kappa$ -casein; allele *C*

**ABSTRAKT:** Metodou polymerázové řetězové reakce (PCR) a polymorfismu délky restrikčních fragmentů (RFLP) byl sledován výskyt alely *C* na  $\kappa$ -kazeinovém lokusu u českého strakatého a černostrakatého skotu a u plemene česká červinka. DNA byla izolována z krve rychlou metodou (Kawasaki, 1990). V PCR byly použity primery 5 - CCATACCCATAT-TATGCAAAGCCAGC - 3 a 5 - TAATTAGCCCATTTCCGCTTCTCTGT - 3, koncentrace  $MgCl_2$  1,5 mM, teplota při annealingu 60 °C. Amplifikát 497 bp byl štěpen enzymem *Ta*I, frakce byly elektroforeticky děleny na 3% agarózovém gelu. PCR produkt alel *A*, *B* a *E* byl štěpen na fragmenty 377 a 120 bp, PCR produkt alely *C* nemá restrikční místo pro *Ta*I. Byl nalezen jeden heterozygotní jedinec u českého strakatého plemene ( $n = 34$ ). U černostrakatého plemene ( $n = 37$ ) a české červinky ( $n = 33$ ) nebyla alela *C* nalezena. Na základě předložených výsledků nelze činit definitivní závěry o frekvenci alely *C* v populaci skotu v ČR, byla však potvrzena její nízká frekvence udávaná v literatuře.

skot; polymorfismus;  $\kappa$ -kazein; alela *C*

Alleles *A*, *B*, *C*, *D* and *E* alternate on the  $\kappa$ -casein locus. Many authors describe the identification and frequencies of alleles *A* and *B* especially due to the relationship to technological properties (Panické et al., 1996; Lien, Rogne, 1993; Havlíček et al., 1996; Nebola et al., 1996). The alleles *C* and *E* were identified relatively not long ago (Seibert et al., 1987; Erhardt, 1989), their frequencies are outstanding lower than alleles *A* and *B*, and vary depending on the breed. It is not known whether the allele *C* influences the technological properties of milk. Lately, the alleles *F*, *G* and *H* were described (Prinzenberg et al., 1996; Erhardt, 1996; Zakharov et al., 1996).

The allele *C* differs in amino acid 97. The alleles *A*, *B* and *E* have arginine at this site, while allele *C* histidin. This allows the differentiation at the gene level, because the codon for arginine contains a cleavage site A/CGT for *Mae*II which is not present in the sequence of allele *C* (Schlee, Rottmann, 1992).

Baranyi et al. (1993) stated the frequency of allele *C* in Hungarian Pied cattle 0.03, they did not find

the homozygote *CC* nor the allele *C* in Hungarian Grey cattle. Schlee et al. (1992) reported in the end of 1980s in Bavarian Pied cattle (Fleckvieh) the frequency 0.02. Ortner et al. (1995) found in Pied cattle the frequency 0.017, and, in Brown cattle, 0.009.

We stated the occurrence of allele *C* on the  $\kappa$ -casein locus using the PCR (Polymerase Chain Reaction) method followed by RFLP (Restriction Fragments Length Polymorphism).

DNA was isolated from blood using the quick method (Kawasaki, 1990). 500  $\mu$ l of TE was added to 100  $\mu$ l of blood, afterwards thorough countercurrent distribution was centrifuged and supernatant was removed. This process was repeated twice. 200  $\mu$ l of lysis solution and 12  $\mu$ l of proteinase K were added to the pellet of isolated leucocytes. After incubation at a temperature of 50 °C, the aforementioned DNA was used for the polymerase chain reaction, before proteinase K was inactivated by warming it up to 94 °C for 5 minutes.

Polymerase chain reaction was continued using the following conditions: 10  $\mu$ l of DNA liquid, 100  $\mu$ M of

Genotype	Relative	Theoretical	Genotype	Relative	Theoretical
AA	0.206	0.235	BE	0.059	0.063
AB	0.441	0.413	BC	0	0.013
AC	0.029	0.015	CC	0	0.0002
AE	0.088	0.072	CE	0	0.002
BB	0.176	0.181	EE	0	0.005

each dNTP, 1.5 mM of MgCl<sub>2</sub>, 1 x PCR buffer, 10 pMol of each primer 5 - CCATACCCATATTATGCAAAGCCAGC - 3 and 5 - TAATTAGCCATTTCGCCTTCTGT - 3, 1 U Taq polymerase, sterile water ad 50 µl, 94 °C 60 seconds, 60 °C 60 seconds, 72 °C 75 seconds, 35 cycles (Schlee, Rottmann, 1992; Schlee et al., 1992). In PCR was synthesized amplifikat 497 bp. The PCR product was digested by enzyme TaI. During analysis of the Restriction Fragment Length Polymorphism, it had the following reaction mixture composition: 15 µl PCR product, 1 x buffer, 5 U of appertained enzyme, ad 20 µl of sterile water. Incubation was continued at 65 °C under mineral oil for 3 hrs. Afterwards, the fraction was split electrophoretically to 3% of agarose gel with ethidium bromide.

The PCR product of allele A, B and E was split into fragments 377 and 120 bp. The PCR product of allele C showed the band of length 497 bp.

The investigation was carried out in the Czech Pied cattle (Simmenthal), Black Pied cattle and Czech Red cattle. The aim was to add some information to the previous investigation concerning the κ-casein locus in the breeds mentioned (Čítek, Antes, 1996; Čítek et al., 1997).

We found one heterozygote AC out of 34 in Czech Pied cattle, the relative allele frequencies were A 0.485; B 0.426; C 0.015; E 0.074. The relative and theoretical genotype frequencies (Tab. I) did not differ statistically,  $\chi^2 = 4.269$ .

In Black Pied cattle ( $n = 37$ ) and Czech Red cattle ( $n = 33$ ), respectively, we did not find any allele C, the frequencies of alleles were like in Čítek, Antes (1996) and Čítek et al. (1997). The comparison of absence of allele C in Czech Red cattle to the previous data is difficult because this endangered breed was not in focus of investigators. The absence in Black Pied cattle is in accordance with Pazdera et al. (1995), they did not find the allele C in Holstein cattle likewise Baranyi et al. (1993) in Hungarian Grey cattle. They call attention to the fact that the absence of rare alleles may be due to the number of animals examined. We cannot draw any conclusions on the basis of our results because the number of animals in separate breeds under investigation was relatively low. This was due mainly to the high expenses for this research. Nevertheless, finding of one allele in 104 animals stated the low frequency given in literature.

## REFERENCES

- BARANYI, M. – BOESZE, Z. – BUCHBERGER, J. – KRAUSE, I.: Genetic polymorphism of milk proteins in Hungarian Spotted and Hungarian Grey cattle: A possible new genetic variant of β-lactoglobulin. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993: 630–636.
- ČÍTEK, J. – ANTES, R.: Detekce alel A a B na κ-kaseinovém lokusu u plemene česká červinka. *Živoč. Vyr.*, 41, 1996: 49–51.
- ČÍTEK, J. – ŘEHOUT, V. – HAJIČ, F. – KOŠVANEC, K. – ŠOCH, M.: Genetic polymorphism of kappa-casein locus in Czech Pied and Black Pied cattle. *Živoč. Vyr.*, 42, 1997: 1–4.
- ERHARDT, G.: κ-caseins in bovine milk. Evidence of a further allele (κ-Cn E) in different breeds. *J. Anim. Breed. Genet.*, 106, 1989: 225–231.
- ERHARDT, G.: Detection of a new κ-CN variant in milk of Pinzgauer cattle. *Anim. Genet.*, 27, 1996: 105–107.
- HAVLÍČEK, Z. – HARTMAN, I. – SÁBLÍKOVÁ, L.: Genetické varianty mléčných proteinů a sýrařské vlastnosti mléka. In: XVII. Genetické dny, Brno, MZLU, 1996: 117.
- KAWASAKI, E. S.: Sample preparation from blood, cells, and other fluids. In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. New York, Academic Press 1990: 146–152.
- LIEN, S. – ROGNE, S.: Bovine casein haplotypes: number, frequencies and applicability as genetic markers. *Anim. Genet.*, 24, 1993: 373–376.
- NEBOLA, M. – DVOŘÁK, J. – SZULC, T.: Polymorfismus genu pro kappa-kasein u plemen skotu chovaných v České republice a Polsku. *Živoč. Vyr.*, 41, 1996: 429–431.
- ORTNER, M. – ESSL, A. – SOELKNER, J.: Zur züchterischen Bedeutung verschiedener Milchprotein-Genotypen beim Rind. *Züchtungskunde*, 67, 1995: 353–367.
- PANICKE, L. – FREYER, G. – ERHARDT, G.: Effekte der Milchproteinpolymorphismen auf die Leistung. In: Kolloquium Milchprotein und Proteinansatz, Graal-Müritz, FBN Dummerstorf, Universität Rostock, 1996: 20.
- PAZDERA, J. – FUTEROVÁ, J. – HRUBAN, V. – KOPEČNÝ, J. – URBAN, F.: Genotyping of κ-casein and β-lactoglobulin of mothers of bulls selected for the Holstein Cattle Breeding Programme in the Czech Republic in the year 1994. *Živoč. Vyr.*, 40, 1995: 485–488.
- PRINZENBERG, E. M. – HEINDLEDER, S. – RUOTTINEN, O. – ERHARDT, G.: Genotyping of six bovine kappa-casein alleles including the two new alleles F and G. In: Book Abstr. XXVth Int. Conf. on Animal Genetics, Tours, France, 1996: 39.

SEIBERT, B. – ERHARDT, G. – SENFT, B.: Detection of a new  $\kappa$ -casein variant in cow's milk. *Anim. Genet.*, 18, 1987: 269–272.

SCHLEE, P. – ROTTMANN, O.: Identification of bovine  $\kappa$ -casein C using the polymerase chain reaction. *J. Anim. Breed. Genet.*, 109, 1992: 153–155.

SCHLEE, P. – ROTTMANN, O. – BUCHBERGER, J. – GRAML, R. – AUMANN, J. – BINSER, R. – PIRCHNER, F.: Die Milchproteingene des Fleckviehbulle "Haxl" und dessen Einfluss auf die Allelfrequenzen. *Züchtungskunde*, 64, 1992: 312–322.

ZAKHAROV, I. A. – SULIMOVA, G. E. – UDINA, I. G. – BANNIKOVA, L. V. – BADAGUEVA, Y. N.: The study of the polymorphism of casein genes in some Russian cattle breeds and related species of Bovinae. In: *Book Abstr. XXVth Int. Conf. on Animal Genetics, Tours, France, 1996*: 42.

Received for publication on May 27, 1997

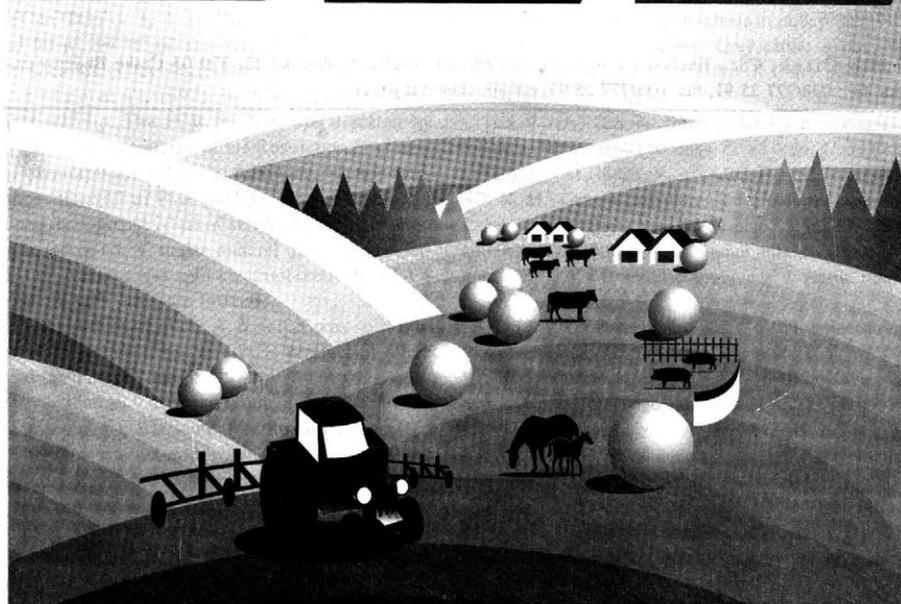
Accepted for publication on September 16, 1997

---

*Contact Address:*

Ing. Jindřich Čítek, CSc., Jihočeská Univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/777 25 91, fax: 038/777 25 93, e-mail: citek@zf.jcu.cz

---



**5. mezinárodní  
veletrh  
zemědělské  
techniky**

**4. mezinárodní veletrh  
veterinární  
techniky  
a hospodářských  
zvířat**

**5. mezinárodní  
lesnický  
veletrh**

**EXPOZICE ŽIVÝCH ZVÍŘAT 7.-9.4.**

**BRNO 5.-9.4.1998**



**Brněnské veletrhy  
a výstavy a.s.**