

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Czech Journal of
ANIMAL SCIENCE

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

9

VOLUME 45
PRAGUE
SEPTEMBER 2000
ISSN 1212-1819

CZECH JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

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

Międzynarodny czasopiśmi naukowy wydawany z powołania Ministerstwa rolnictwa i leśnictwa Czechosłowacji i pod patronatem Akademii nauk Czechosłowacji

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

Chairman – Předseda

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

Members – Členové

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

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

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

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

Doc. Ing. Július Chudý, CSc. (Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra, SR)

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

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

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

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

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

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

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

Dr. Yves Nys (Station de Recherches Avicoles, Centre de Tours, Nouzilly, France)

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

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

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

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

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

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

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year). Volume 45 appearing in 2000.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Zdeňka Radošová, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: + 420 2 24 25 34 89, fax: + 420 2 22 51 40 03, e-mail: edit@uzpi.cz.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic. Subscription price for 2000 is 195 USD (Europe) and 214 USD (overseas).

Actual information are available at URL address: <http://www.uzpi.cz>

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

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

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12× ročně), ročník 45 vychází v roce 2000.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou kopiích je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Zdeňka Radošová, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: + 420 2 24 25 34 89, fax: + 420 2 22 51 40 03, e-mail: edit@uzpi.cz.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 2000 je 816 Kč.

Aktuální informace najdete na URL adrese: <http://www.uzpi.cz>

EFFECT OF THE ENVIRONMENTAL TEMPERATURE AND AIR MOISTURE ON SOME REPRODUCTIVE PARAMETERS IN FOALING MARES

VLIV TEPLoty A VLHKOSTI VZDUCHU NA REPRODUKČNÍ PARAMETRY OHŘEBENÝCH KLISEN

D. Zeller

Brno Zoological Gardens, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: During the five years of our investigations (1991–1995) 304 foaling Thoroughbred mares were observed. Average number of days from parturition to the onset of the first post-partum oestrus was 13.54 ± 0.71 days. This interval significantly differed between the years and above all between the months. The mean interval in the coldest year 1991 (19.50 ± 2.02) was significantly longer than intervals in the other years. The mean interval in January (24.5 ± 1.85) was significantly longer than the other intervals. The interval was closely related to the mean environmental temperature in the post-partum period ($r = -0.17$) and to the average air moisture after birth ($r = 0.18$). Average length of service period (SP) during the five years was 43.12 ± 1.92 days. The length of SP did not differ significantly between the years, but significant variances were observed between the months. The clear and strong tendency to shorten the length of SP during the year was revealed. Service period was very closely related to the average environmental temperature ($r = -0.26$) and also to the average air moisture ($r = 0.27$) in the puerperium.

Keywords: mare; puerperium; oestrus; service period; temperature; air moisture

ABSTRAKT: Během let 1991–1995 jsme sledovali 304 ohřebených plnokrevných klisen. Průměrný počet dní od porodu do nástupu prvního postpartálního estru v průběhu zkoumaného období byl $13,54 \pm 0,71$ dní. Délka tohoto intervalu se významně lišila mezi jednotlivými sezonami, ale především mezi měsíci. Hodnota z nejstudenějšího roku 1991 ($19,50 \pm 2,02$ dní) byla vysoce významně vyšší než hodnoty z ostatních let, které se lišily pouze nevýznamně. Hodnota z ledna ($24,5 \pm 1,85$ dní) byla vysoce významně vyšší než hodnoty z ostatních měsíců, mezi nimiž byly již rozdíly neprůkazné. Při použití lineární regresní analýzy bylo zjištěno, že průměrná teplota vzduchu a relativní vzdušná vlhkost v puerperiu vysoce významně ovlivňují délku tohoto intervalu. Pro uvedené vlivy byly vypočteny tyto koeficienty korelace: průměrná teplota $r = -0,17$; relativní vzdušná vlhkost $r = 0,18$. Průměrná délka servis periody (SP) uvedeného souboru klisen v průběhu let 1991–1995 byla $43,12 \pm 1,92$ dní. Délka SP nevykázala statisticky významné variance mezi jednotlivými sezonami, ale mezi měsíci byly zjištěny vysoce signifikantní rozdíly. Byla objevena jasná a silná, statisticky významná tendence ke zkracování SP v průběhu sezony. Pomocí lineární regresní analýzy byl stanoven statisticky velmi významný vliv průměrné teploty vzduchu ($r = -0,26$) a relativní vzdušné vlhkosti ($r = 0,27$) v poporodním období na délku servis periody plnokrevných klisen.

Klíčová slova: klisna; puerperium; estrus; servis perioda; teplota; vlhkost vzduchu

INTRODUCTION

Horses were not apparently among the first animals to be domesticated by man and thus have been subjected to the pressures and conditions of domestication for a relatively shorter time. This is why we can see the strong response of horses to environmental influences (Sharp, 1980).

The principal environmental factors in the control of reproduction in seasonal breeding species are a photoperiod, nutrition and temperature. Early studies in horses demonstrated the strong influence of photoperiod on the timing of ovulation. It was concluded from these studies that the light and the photoperiod is the most im-

portant and the strongest factor influencing the reproduction in mares.

The environmental temperature is considered to be the second most important bioclimatic factor influencing some reproductive parameters (Sharp, 1980; Allen, 1987; Guerin and Wang, 1994). This is why we concentrated first of all on this factor.

Kulcsar *et al.* (1989) reported that the mares foaling in the mid-winter months (January, February) only exceptionally returned to oestrus within 7–10 days after parturition. The mean interval to first oestrus (44 days) was significantly longer than for the mares that foaled in March (19 days) and April (13 days).

Ginther *et al.* (1993) mention that parturition during the winter stimulated ovulation only in 50% of the mares. Parturition did not stimulate ovulation in mares foaling during the anovulatory season. A similar conclusion was drawn for Thoroughbreds by Loy (1980). Only 33% of mares foaling in January and February had postpartum intervals of 10 days or less. These intervals were significantly longer than intervals in the following months. The intervals were significantly influenced by the date of the delivery.

The findings of Caldas *et al.* (1994) demonstrated that mares exhibited differences in the timing of the first postpartum oestrus, the duration of the first p.p. oestrus and the timing of the first p.p. ovulation according to the month of the breeding season in which foaling occurs. At the beginning of the breeding season oestrus cycles were long and anovulatory.

Koskinen (1991) found that the time from parturition to first ovulation was shorter in summer (8.8 ± 2.2 days) than in spring (13.0 ± 3.1 days). Intervals of 10 days or less were seen only in 15.4% of cases of foaling before 1st June but in 68.7% of the cases of foaling after 1st June. A shift to shorter intervals between parturition and first ovulation was evident as the season advanced. Larger variability of the interval was revealed at the beginning of the season.

Suzuki *et al.* (1994) observed that foal heat occurred 7–12 days after parturition only in 64% of the mares.

Dowsett *et al.* (1993) declared that oestrus duration was longer during winter than during summer. Approximately 30% of oestrus periods were anovulatory. Most of these occurred in winter.

Chvátal (1992) reported that 77% of Thoroughbred mares started the first postpartum oestrus by day 20 after birth. Average interval from birth to the start of oestrus was 14.10 days (range 5–92 days!). The length of this interval was significantly influenced by the breeding season. The longest interval was recorded in January (26.17 days) and the shortest interval in June (7.50 days). The largest variability of the interval was found in January and February.

MATERIAL AND METHODS

Animals

Our investigation was carried out on the Napajedla stud-farm, where the Thoroughbred horses were bred during the years 1991–1995. The location of the stud-farm is at latitude of approximately 49°N. The long-term average annual temperature was 9°C.

The stud-farm houses over 200 horses including approximately 120–130 breeding mares every year. We observed 304 foaling mares during the whole period of our investigation. The average age of the mares was 9.81 (4–19) years. All mares in the study were kept in non-heated and well aired stables and received only prime

nutritional management and health care. All pregnant and foaling mares were under the natural photoperiod which is the same in the different years. The prefoaling and foaling mares were stabled about one week before the delivery and two days after the parturition inside the foaling boxes which were non-heated and lightened permanently by the light of low intensity.

We have used the breeding records of this stud-farm, our own records and the official meteorological temperature and air moisture records to be able to determine the mentioned influences.

Reproduction records

Onset of the first postpartum fertile oestrus was determined by the teasing of mares by the stallion from the sixth day of postpartum period and by ultrasound monitoring (developing preovulatory follicle).

The last mating date was considered to be the date of conception.

Meteorological records

They were derived from the nearest official meteorological recording station. Mean daily temperature and air moisture during the last week (7 days) prior to the onset of oestrus were then calculated for all mares.

The outside temperature and air moisture were used according to the findings of some authors (Guerin and Wang, 1994) that also stabled mares are influenced by the changes of outside, environmental bioclimatic factors. The statistically significant positive correlation was revealed between temperature and air moisture changes in the non-heated and well aired stables and the outside temperature and air moisture changes.

Statistical methods

The mares were divided according to the month of delivery into five groups for each year (January–May). Thus 25 groups of mares were created and compared mutually. By this way we were able to compare the mares foaling during the same period in the different years.

Analysis of variance was used to reveal variations in the mentioned factors. The relationships between the environmental temperature and air moisture and reproduction parameters were investigated by regression analysis (Snedecor and Cochran, 1969).

RESULTS AND DISCUSSION

Oestrus: First postpartum oestrus started during the mentioned period on average 13.50 ± 0.71 days after birth. Significant variations between the years and mainly between months were found. This interval was longest in the coldest year 1991 (19.50 ± 2.02), the second longest in the second coldest year 1993 (14.17 ± 1.68 days)

and the shortest in the warmest year 1995 (9.87 ± 1.22). The number of days from birth to the start of oestrus was significantly higher for mares delivering in January (24.5 ± 1.85) than in other months. The shortest interval was observed in April (8.14 ± 0.77 days) and May (9.90 ± 1.33 days).

A tendency to shorten this interval during the breeding season was confirmed also by the other authors (Caldas *et al.*, 1994; Chvátal, 1992; Dowsett *et al.*, 1993; Kulcsar *et al.*, 1989). Ginther *et al.* (1993) and Koskinen (1991) found that the diameter of the largest follicle in parturient mares on the day of parturition did not increase over months. It means that the suppressive effect of pregnancy totally counteracted the stimulatory effect of season. A shorter time from parturition to the start of oestrus at the end of season is explained by the faster growth rate of preovulatory follicle as the season advances. Better bioclimatic conditions (more light, higher environmental temperature, and so on) during later months of the season cause this faster growth rate. The most important and determining period is the puerperium. That is why we concentrated first of all on this period.

The interval from birth to the start of the first postpartum oestrus was closely related to the average environmental temperature in the post-partum period ($r = -0.17$) and to the average air moisture after birth ($r = 0.18$). The influence of environmental temperature and air moisture on the onset of the first post-partum oestrus was statistically highly significant.

The regression lines in Figures 1 and 2 are determined by these regression equations:

$$\text{Fig. 1: } y = 15.33 - 0.2747x (\text{temperature})$$

We can compare the differences between regression line and the true (real) values curve of the interval from birth to the start of oestrus in dependence on changes of the environmental temperature during the puerperium (Fig. 1). We can see higher variability of the real values in the area of low temperature (first of all in January and February). This high variability at the beginning of the breeding season was confirmed also by Caldas (1994), Chvátal (1992), Koskinen (1991), Kulcsar *et al.* (1989), Loy (1980).

$$\text{Fig. 2: } y = -8.206 + 0.2542x (\text{air moisture})$$

The calculated theoretical regression line is compared with the true (real) values curve of the same interval in dependence on changes of the air moisture (Fig. 2). We can note the highest variability in the area of high air moisture about 90% and more (first of all at the beginning of the breeding season).

Service period: The length of this period was on average 43.12 ± 1.92 days during the five years of our investigation. We can note a possible dependence of this interval on environmental temperature changes. The longest SP was observed in the coldest years 1991 and 1993 but this interval did not differ significantly between the years. On the contrary, highly significant variances

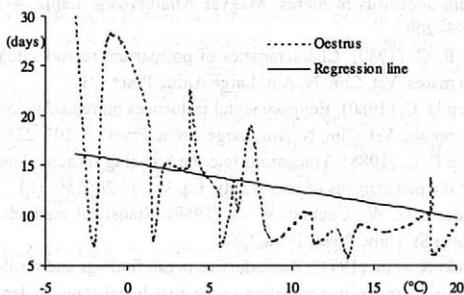


Fig. 1. Effect of average environmental temperature changes on oestrus start

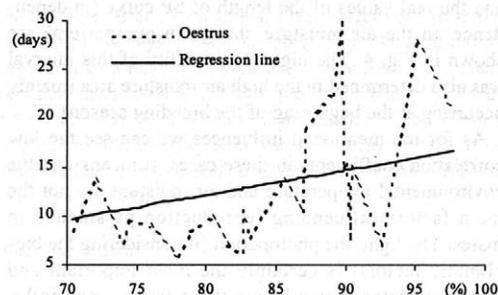


Fig. 2. Effect of air moisture changes on oestrus start

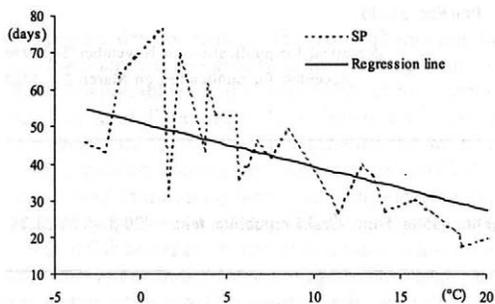


Fig. 3. Effect of environmental temperature changes on SP

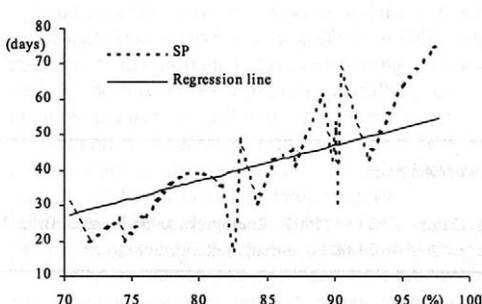


Fig. 4. Effect of air moisture changes on SP

were observed between the months. The clear and strong, statistically significant tendency to shorten the length of SP during the year was revealed. The length of this interval for mares delivering in January was 59.46 ± 4.70 ; (February 44.43 ± 3.85 ; March 43.27 ± 3.59 ; April 32.67 ± 3.44 ; May 20.45 ± 2.39).

The findings of Kulcsar *et al.* (1989) concerning Thoroughbred mares on Hungarian stud-farms are very similar and confirm a clear tendency to shorten this interval during the breeding season. The length of SP in mares that foaled in January was 57 days and in mares that foaled in March and April 32 days.

Service period was very closely related to the average environmental temperature ($r = -0.26$) and also to the average air moisture ($r = 0.27$) in the puerperium. This reproductive parameter was most influenced by the bioclimatic factors.

The regression lines in the figures are determined by these regression equations:

$$\text{Fig. 3: } y = 50.81 - 1.185x (\text{temperature})$$

We can compare the calculated theoretical regression line for the dependence of the length of SP on the environmental temperature changes in puerperium with the real values of the length of SP curve (Fig. 3). The largest variability of the real values may be seen in the low temperature area (first of all January and February)

$$\text{Fig. 4: } y = -42.99 + 1.0066x (\text{air moisture})$$

The differences between the theoretical regression line and the real values of the length of SP curve (in dependence on the air moisture change in puerperium) are shown in Fig. 4. The highest variability of this interval was also determined in the high air moisture area (mainly occurring at the beginning of the breeding season).

As for the mentioned influences we can see the low correlation coefficients in these cases. It means that the environmental temperature and air moisture are not the main factors influencing reproduction parameters in mares. The light, the photoperiod (if considering the bioclimatic factors) is certainly the most important and strongest factor. Nevertheless these factors may influence and modify the reproduction as confirmed.

REFERENCES

- Allen W. R. (1987): Endogenous hormonal control of the mares oestrus cycle. The mare and the foal. Sydney, Australia: 2–13.
- Caldas M. C. S. *et al.* (1994): Chronobiological characterization of the first oestrus cycle in mares during the postpartum period. *Theriogenology*, 42: 803–813.
- Chvátal O. (1992): Charakter a dynamika změn v orgánech a na pohlavním ústrojí klisen v průběhu puerperia. [PhD Dissertation.] Brno.
- Dowset K. F., *et al.* (1993): Seasonal variation in the estrous cycle of mares in the subtropics. *Theriogenology*, 39: 631–653.
- Ginther O. K., Baucus K. L., Bergfelt D. R. (1993): Follicular and FSH responses to parturition during the anovulatory season in mares. *Theriogenology*, 41: 613–627.
- Guerin M. V., Wang X. J. (1994): Environmental temperature has an influence on timing of the first ovulation of seasonal estrus in the mare. *Theriogenology*, 42: 1053–1060.
- Koskinen E. (1991a): Post-partum ovarian activity in mares with special reference to seasonal effects. *Acta Vet. Scand.*, 32: 313–318.
- Koskinen E. (1991b): Reproductive performance in mares in Finland – a study of seasonality, ovulation and postovulatory breeding. [Academic Dissertation.] Ypaja, Finland.
- Koskinen E., Katila T. (1987): Uterine involution, ovarian activity and fertility in postpartum mare. *J. Repr. Fert. (Suppl.)*, 37.
- Kulcsar M. *et al.* (1989): The pathophysiology of postpartum anoestrus in mares. *Magyar Allatorvosok Lapja*, 44: 205–209.
- Loy R. G. (1980): Characteristics of postpartum reproduction in mares. *Vet. Clin. N. Am. Large Anim. Pract.*, 19.
- Sharp D. C. (1980): Environmental influences on reproduction in horses. *Vet. Clin. N. Am. Large Anim. Pract.*, 2: 207–223.
- Sharp D. C. (1988): Transitions into the breeding season: clues to the mechanisms of seasonality. *Eq. Vet. J.*, 20: 159–161.
- Snedecor G. W., Cochran W. G. (1969): Statistical methods. Iowa St. Univ. Press, Iowa, USA.
- Suzuki K. *et al.* (1994): Reproductive organ findings and fertility in mares from parturition to the first luteal stage. *J. Jap. Vet. Med. Assoc.*, 47: 241–245.
- Zent W. W. (1989): The philosophy and practice of breeding mares on foal heat. In: *Proc. Ann. Conv. Am. Assoc. Equine Practice*: 31–36.

Received for publication on November 24, 1999

Accepted for publication on March 20, 2000

Contact Address:

Ing. Daniel Zeller, PhD., Zoologická zahrada města Brna, U zoo 46, 635 00 Brno, Česká republika, tel.: + 420 5 46 63 23 26, fax: + 420 5 46 21 00 00, e-mail: zeller@zoo.brno.cz

CHANGES IN OXYGEN CONSUMPTION AND AMMONIA OUTPUT IN YOUNG SIBERIAN STURGEON (*ACIPENSER BAERI* BRANDT)

ZMĚNY SPOTŘEBY KYSLÍKU A MNOŽSTVÍ VYLOUČENÉHO AMONIAKU U MLADÉHO JESETERA SIBIŘSKÉHO (*ACIPENSER BAERI* BRANDT)

M. Szczepkowski¹, R. Kolman², B. Szczepowska¹

¹ *Inland Fisheries Institute, Experimental Hatchery "Dgał", Pieczarki, Poland*

² *Inland Fisheries Institute, Olsztyn-Kortowo, Poland*

ABSTRACT: Studies on changes in oxygen consumption and ammonia output were carried out during Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) fry rearing in a water recirculation system. Fish weight increased from 0.8 to about 450 g. It was found that fed fish usually showed two peaks of oxygen consumption and ammonia output within a day. Maximal levels of these parameters were usually observed in the afternoon, between 17.00 and 18.30 hours, and by night, between 23.00 and 3.30 hours. Starving fish, on the other hand, showed increased oxygen consumption (from 5.9 to 37.5%) and more intensive ammonia output (from 1.5 to 26.5 times higher) by night. As the fish grew, mean oxygen consumption by the fry decreased, from 756.2 to 154.2 mg.kg⁻¹.h⁻¹, and so did the intensity of ammonia output, from 67.7 to 1.7 mg.kg⁻¹.h⁻¹. Mean oxygen consumption by starving fish was lower by 40–60% compared to fed fish, and ammonia excretion by 60–80%.

Keywords: fed fish; starving fish; day; night; oxygen; ammonia; levels

ABSTRAKT: Během odchovu plůdku jesetera sibiřského (*Acipenser baeri* Brandt) v nádržích s recirkulací vody jsme sledovali spotřebu kyslíku a množství vyloučeného amoniaku. Hmotnost ryb se zvýšila z 0,8 na 450 g. U ryb, které dostávaly krmivo, jsme v průběhu dne zjistili obvykle dva vrcholy spotřeby kyslíku a množství vyloučeného amoniaku. Maximální hladiny byly obvykle zaznamenány mezi 17.00 a 18.30 h a během noci mezi 23.00 a 3.30 h. Naproti tomu hladovějící ryby vykazovaly během noci zvýšenou spotřebu kyslíku (o 5,9 až 37,5 %) a intenzivnější vylučování amoniaku (1,5 až 26,5krát). Během růstu ryb klesla u plůdku průměrná spotřeba kyslíku z 756,2 na 154,2 mg/kg/h, snížila se i intenzita vylučování amoniaku z 67,7 na 1,7 mg/kg/h. Průměrná spotřeba kyslíku u hladovějících ryb byla nižší o 40–60% ve srovnání s rybami, které dostávaly krmivo, a množství vyloučeného amoniaku bylo nižší o 60–80%.

Klíčová slova: ryby krmené; ryby hladovějící; den; noc; kyslík; amoniak; hodnota

INTRODUCTION

Dynamic development of sturgeon culture calls for sufficient amount and quality of the stocking material, this being possible only if effective production technologies are used. Experiments have shown so far that the best results are obtained when rearing the fish in tanks, in a recirculation water system (Kolman *et al.*, 1997; Kolman, 1998). From among many factors influencing sturgeon rearing, special attention should be paid to the effect of fish on the environment of a closed water recirculation system, most of all on oxygen consumption and production of metabolic products, namely of the most dangerous one ammonia. Knowledge of their levels and

dynamics along with fish growth enables to make an optimal selection of water treatment devices used in the recirculation system as well as to establish suitable stocking rates at the particular stages of rearing. Literature data on these parameters of sturgeon culture are fragmentary and usually deal with selected problems, such as feed composition or the effect of various factors on fish metabolism (Afonich and Sokolova, 1984; Dąbrowski *et al.*, 1987; Gershanovich and Pototsky, 1993).

The aim of the study was to determine changes in oxygen consumption and ammonia output during sturgeon fry rearing in tanks in a closed water recirculation system. The material consisted of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt), the most interesting sturgeon

species as regards its values as a cultured fish species (Rochard *et al.* 1990; Reichle *et al.*, 1991; Willot *et al.*, 1993; Kolman, 1998).

MATERIAL AND METHODS

Studies were carried out during the three-year tank rearing of young Siberian sturgeon (0+) in a recirculation system with built-in water treatment devices. Twenty-four 24-hour measurement cycles were performed, when oxygen content and ammonia levels were determined at water inflow to and outflow from the tanks, every 1.5 hours. Oxygen concentrations were measured with an oxygen analyser Hanna Instruments 9143. The ammonia content was determined by the Nessler method. To determine changes which took place in water with no fish, the same measurements were performed in a control tank into which no fish were stocked. The fish were given commercial trout feed for 24 hours daily. The feed was supplied with conveyor feeders. Daily feed doses were determined from the average fish mass, according to a feeding diagram (Kolman, 1998). Mean fish weight was calculated after each measurement series. Water temperature was 20 °C throughout the rearing period, and temperature variations in the particular cycles did not exceed ± 0.3 °C. Oxygen content at water outflow from the tanks was over 5 mg.dm⁻². Natural light-cycle was used during the experiment. The daytime was from sunrise to sunset and the night was from sunset to sunrise. Stocking densities ranged from 0.25 to 10.8 kg.m⁻².

Oxygen consumption was calculated from the differences between oxygen contents in the fish tank and the control one with no fish, using the following equations:

$$K_F = (O_{Fin} - O_{Fout}) \times P_F$$

$$K_C = (O_{Cin} - O_{Cout}) \times P_C$$

where: K_F, K_C – total oxygen consumption in tanks with fish and in the control one (mg.h⁻¹)

O_{Fin}, O_{Fout} – oxygen content at water inflow to the tanks (mg.dm⁻³)

O_{Cin}, O_{Cout} – oxygen content at water outflow from the tanks (mg.dm⁻³)

P_F, P_C – water flow rate in the tanks (dm³.h⁻¹)

The difference in oxygen use between fish tank and control tank was taken as oxygen consumption by the fish (K). This value was corrected by fish weight to obtain relative oxygen use (Z).

Mean ammonia production was calculated in the same way:

$$PA_F = (A_{Fin} - A_{Fout}) \times P_F$$

$$PA_C = (A_{Cin} - A_{Cout}) \times P_C$$

where: PA_F, PA_C – total production of ammonia in fish tank and in control tank (mg.h⁻¹)

A_{Fin}, A_{Cin} – amount of ammonia at water inflow to the tanks (mg.dm⁻³)

A_{Fout}, A_{Cout} – amount of ammonia at water outflow from the tanks (mg.dm⁻³)

P_F, P_C – water flow rate in the tanks (dm³.h⁻¹)

Amount of ammonia produced by the fish (PA) is the difference between ammonia levels in the fish tank and the control tank. This was recalculated to relative ammonia production (WA) taking into account fish weight.

Totally 13 groups of fish given food were examined, having the following mean weights – 0.8, 1.2, 3.4, 5.9, 11.9, 21.8, 30.1, 73.4, 104.4, 167.2, 222.4, 341.6 and 449 g, and 11 groups of starving fish (the starving time was 24 hours) (1.0, 4.2, 9.2, 18.8, 30.4, 59.6, 97.6, 148.3, 205.6, 276.3, 303.1 g). This enabled mathematical modelling of oxygen consumption and ammonia output during fish growth. Daily changes in these parameters were also analysed.

RESULTS

Daily changes in oxygen consumption by fish given food usually showed two peaks (Fig. 1). The first peak occurred in the afternoon, the second, usually the highest, by night or early in the morning. Maximal oxygen consumption was higher than the mean daily value by 5.9 to 37.5%. Sometimes, especially in smaller fish, the third peak was observed in morning hours. Hours of peak oxygen consumption by young Siberian sturgeon changed with fish growth. At the beginning the afternoon peak was usually observed at 17.00–18.30 hours, the night one between 23.00 and 3.30 hours. The night maximum shifted in larger fish to morning hours (5.00–6.30 h), and daily variations in oxygen consumption were more smooth than in smaller fish (Table 1).

Daily cycles of ammonia output in fed fish were generally similar to the changes in oxygen consumption (Figs. 1.b, 1.e–1.j), but deviations were sometimes observed (Figs. 1.1 and 1.10). Moreover, ammonia output was much more dynamic. Daily maximum of oxygen consumption was from 1.12 (167.2 g fry) to 2.69 times higher (0.8 g fish) than its minimum, while this range was wider in the case of ammonia, from 1.55 (21.8 g fish) to as many as 26.5 times (167.2 g fish).

Fry starved for 24 hours also showed increased oxygen consumption by night (Figs. 2), exceeding daily levels by up to 20% (18.8 g fry). Also, similarly like in the case of fed fish, the difference between day and night decreased as the fish grew (in 148.3 and 205.6 g fry daily oxygen consumption became even a little higher than the night one (by 5%) (Table 2). Daily minima in starved fish were usually observed in afternoon hours, between 14.00 and 18.30 h. They were lower than the mean levels by 25.5%.

Output of ammonia by starved fish is characterised by considerable daily variations throughout the whole experiment (maximal values exceeded minimal ones from 2.56 to 56.4 times), with a noticeable decreasing trend; values at the end of each cycle (48 hours after last feeding) were lower than the initial ones (24 hours after feed-

Table 1. Oxygen consumption in fed young Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt)

Fish weight [g]	Mean daily oxygen consumption [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Maximum [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Minimum [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Mean oxygen consumption by night [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Mean oxygen consumption at daytime [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Consumption by night/at daytime [-]
0.8	709.1 ± 195.3	968.8	359.9	826.1	638.9	1.29
1.2	756.2 ± 183.9	971.8	430.6	791.4	735.1	1.08
3.4	508.6 ± 93.1	677.9	317.5	541.0	489.1	1.11
5.9	598.6 ± 109.4	778.4	378.9	641.8	578.9	1.11
11.9	660.9 ± 64.0	764.1	574.3	693.7	646.0	1.07
21.8	465.3 ± 46.1	537.9	384.8	470.0	462.5	1.02
30.1	403.7 ± 75.8	555.4	279.0	429.7	391.8	1.1
73.4	279.7 ± 50.1	345.0	176.1	305.6	264.2	1.16
104.4	227.9 ± 15.0	252.5	207.4	222.1	233.7	0.95
167.2	186.7 ± 6.4	197.9	177.6	184.2	189.5	0.97
222.4	154.2 ± 12.0	171.7	128.5	153.5	155.2	0.99
341.8	173.2 ± 7.6	184.5	155.6	175.1	170.8	1.03
449.0	177.7 ± 7.8	191.7	165.3	178.1	176.9	1.01

ing) by 69.7% on average. The range of changes in oxygen consumption was much smaller (maximum exceeded minimum from 1.33 to 3.47 times), and its level at the end of each cycle was lower than the initial one by 19.7% on average.

Mean daily oxygen consumption decreased with fish age, from 756.2 to 154.2 mg.kg⁻¹.h⁻¹, and ammonia output – from 67.7 to 1.7 mg.kg⁻¹.h⁻¹ (Tables 1 and 3). Changes in these parameters were described by the following equations :

$$ZT = -229.91 \cdot \log(m_{\text{avg}}) + 740.77, R^2 = 0.90, SE = 71.27$$

$$WA = -24.77 \cdot \log(m_{\text{avg}}) + 63.82, R^2 = 0.88; SE = 8.31$$

where: m_{avg} – mean fish weight (g)

Mean oxygen use by starved fish ranged from 89.2 to 438.2 mg.kg⁻¹.h⁻¹ (Table 2) and was 40–60% lower than

that of fed fish. Ammonia output of starved fish was from 0.7 to 26.4 mg.kg⁻¹.h⁻¹, 60–80% lower than that of fed fish (Table 4). The relationship between oxygen consumption and ammonia output was described by the following regressions:

$$ZT = -142.56 \cdot \log(m_{\text{avg}}) + 442.9, R^2 = 0.99, SE = 12.37$$

$$WA = -4.76 \cdot \log(m_{\text{avg}}) + 9.71/(m_{\text{avg}}) + 12.23; R^2 = 0.99, SE = 0.58$$

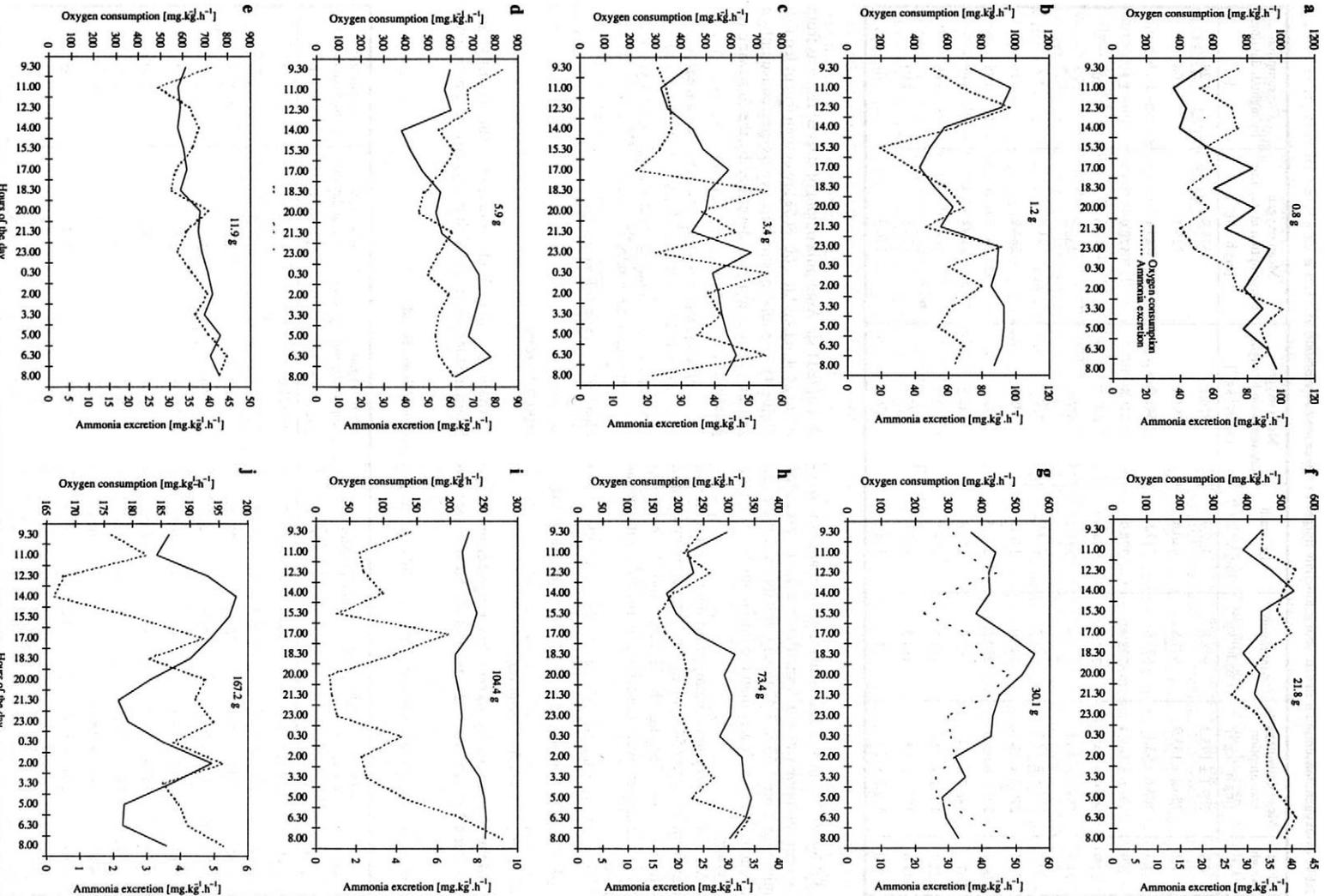
where: m_{avg} – mean fish weight (g)

DISCUSSION

Analysis of the effects of daily metabolism of young Siberian sturgeon revealed that oxygen consumption was

Table 2. Oxygen consumption in starving young Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt)

Fish weight [g]	Mean daily oxygen consumption [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Maximum [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Minimum [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Mean oxygen consumption by night [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Mean oxygen consumption at daytime [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Consumption by night/at daytime [-]
1.0	438.2 ± 49.4	520.8	357.7	471.6	418.2	1.13
4.2	362.4 ± 69.7	484.9	248.9	368.2	359.8	1.02
9.2	321.6 ± 27.6	362.3	271.5	344.9	310.9	1.11
18.8	238.3 ± 45.8	308.0	140.4	265.9	221.8	1.20
30.4	248.4 ± 64.0	364.2	104.9	267.8	239.7	1.12
59.6	187.4 ± 33.2	242.3	138.2	205.0	176.7	1.16
97.6	147.5 ± 27.9	187.2	110.1	151.7	143.2	1.06
148.3	139.7 ± 18.4	177.4	109.1	136.3	143.1	0.95
205.6	110.8 ± 8.0	124.2	97.6	108.2	114.2	0.95
276.3	89.2 ± 11.8	109.7	66.4	88.3	90.5	0.98
303.1	98.7 ± 10.0	119.2	82.2	99.3	97.8	1.02



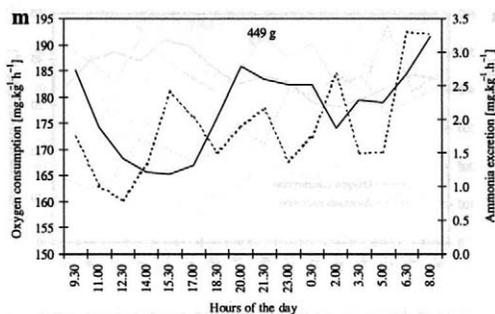
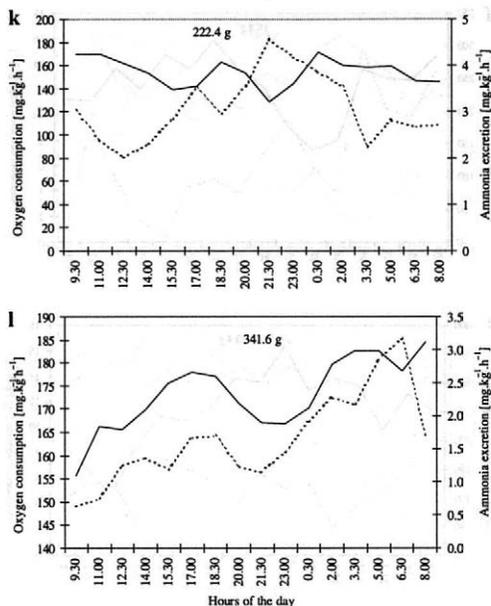


Fig. 1. Daily changes in oxygen consumption and ammonia output in fed young Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) of different weight

Table 3. Ammonia output in fed young Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt)

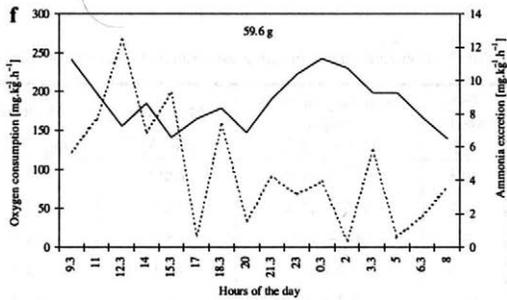
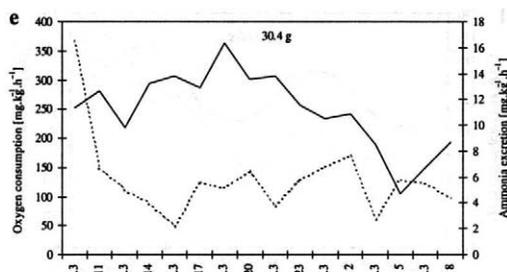
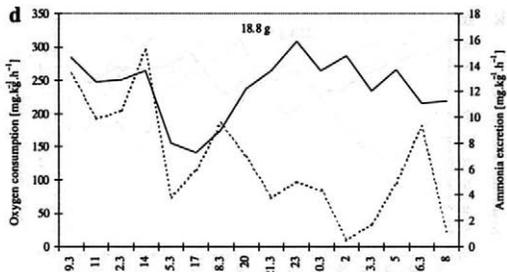
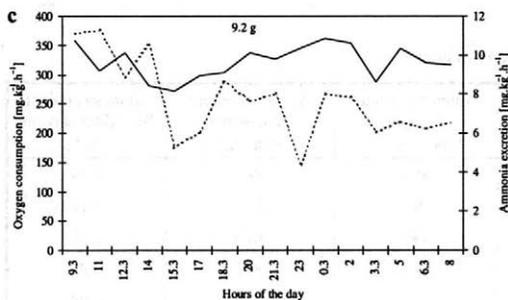
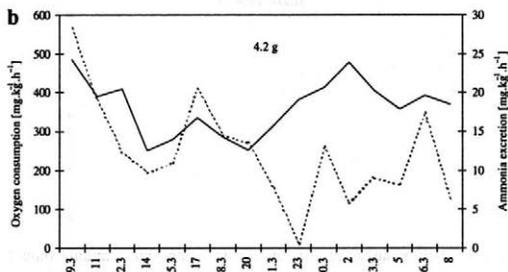
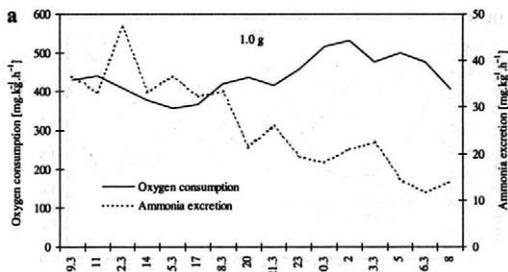
Fish weight [g]	Mean daily ammonia output [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Maximum [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Minimum [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Ammonia output by night [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Ammonia output at daytime [mg.h ⁻¹ .kg ⁻¹]	Ammonia output by night/at daytime [-]
0.8	67.7 ± 17.1	100.1	40.1	65.0	69.3	0.94
1.2	61.7 ± 18.3	96.3	19.3	68.1	58.0	1.17
3.4	34.3 ± 12.6	55.4	16.7	39.9	30.9	1.29
5.9	58.2 ± 8.8	82.6	45.6	53.8	60.2	0.89
11.9	36.3 ± 4.4	44.3	27.0	36.1	36.3	0.99
21.8	35.3 ± 3.8	40.9	26.3	32.1	37.2	0.86
30.1	34.7 ± 7.5	48.0	22.5	36.4	34.0	1.07
73.4	23.0 ± 4.5	34.1	15.9	22.6	23.3	0.97
104.4	3.5 ± 2.4	9.2	0.7	2.5	4.6	0.53
167.2	3.5 ± 1.5	5.3	0.2	4.2	2.8	1.49
222.4	3.1 ± 0.7	4.6	2.0	3.5	2.6	1.35
341.8	1.7 ± 0.7	3.2	0.6	1.8	1.4	1.28
449.0	1.9 ± 0.7	3.3	0.8	2.0	1.6	1.23

higher by night, both in fed fish and those starved for 24 hours. This suggests that the sturgeon is more active by night than at daytime. The range of daily variations of oxygen consumption was reversibly proportional to fish size; 0.8g fed fish showed 29% higher nocturnal oxygen consumption compared with the daily one, while in the case of 100 g fish the two levels were practically equal (Tables 1 and 2).

Daily changes in metabolic activity were observed in sturgeons also by other authors. Afonich and Sokolova (1984) studied the Russian sturgeon (*Acipenser guelden-*

staedti) fry (of mean weight from 0.3 to 7.9 g) reared in ponds and reported three periods of increased oxygen consumption: 23.00–1.00 hours, 7.00 to 9.00 hours and 12.00–14.00 h. According to the authors, these changes resulted from a daily feeding pattern of sturgeon fry, related to migration patterns of food organisms. Nocturnal oxygen consumption of Russian sturgeon exceeded the daily levels by 20 to 60%.

In artificial conditions fish metabolism patterns are strongly influenced by the feeding regimes. When food was given in portions, oxygen consumption by Siberian



sturgeon increased considerably a few hours after feeding. Occurrence of this maximum depended on the type of food (Dąbrowski *et al.*, 1987). Similar relationships

were observed as regards ammonia output; its increase took place 3 hours after feeding irrespective of fish size (Jatteau, 1997). In our study the feeding method had no

Table 4. Ammonia output in starving young Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt)

Fish weight [g]	Mean daily ammonia output [$\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$]	Maximum [$\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$]	Minimum [$\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$]	Ammonia output by night [$\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$]	Ammonia output at daytime [$\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$]	Ammonia output by night/at daytime [-]
1.0	26.4 ± 9.8	47.3	11.8	21.4	29.3	0.73
4.2	12.3 ± 6.5	28.2	0.5	8.1	14.2	0.57
9.2	7.7 ± 2.0	11.3	4.4	7.2	7.9	0.91
18.8	6.6 ± 4.2	15.2	0.5	3.7	8.3	0.44
30.4	5.9 ± 3.1	16.5	2.1	6.1	5.8	1.05
59.6	4.7 ± 3.3	12.4	0.4	3.2	5.6	0.57
97.6	2.3 ± 1.4	4.7	0.6	1.5	3.0	0.49
148.3	2.0 ± 0.7	3.2	0.9	1.7	2.4	0.72
205.6	0.8 ± 0.6	2.0	0.1	0.9	0.8	1.14
276.3	0.8 ± 0.5	1.9	0.2	0.5	1.1	0.52
303.1	0.7 ± 0.3	1.4	0.1	0.6	0.7	0.81

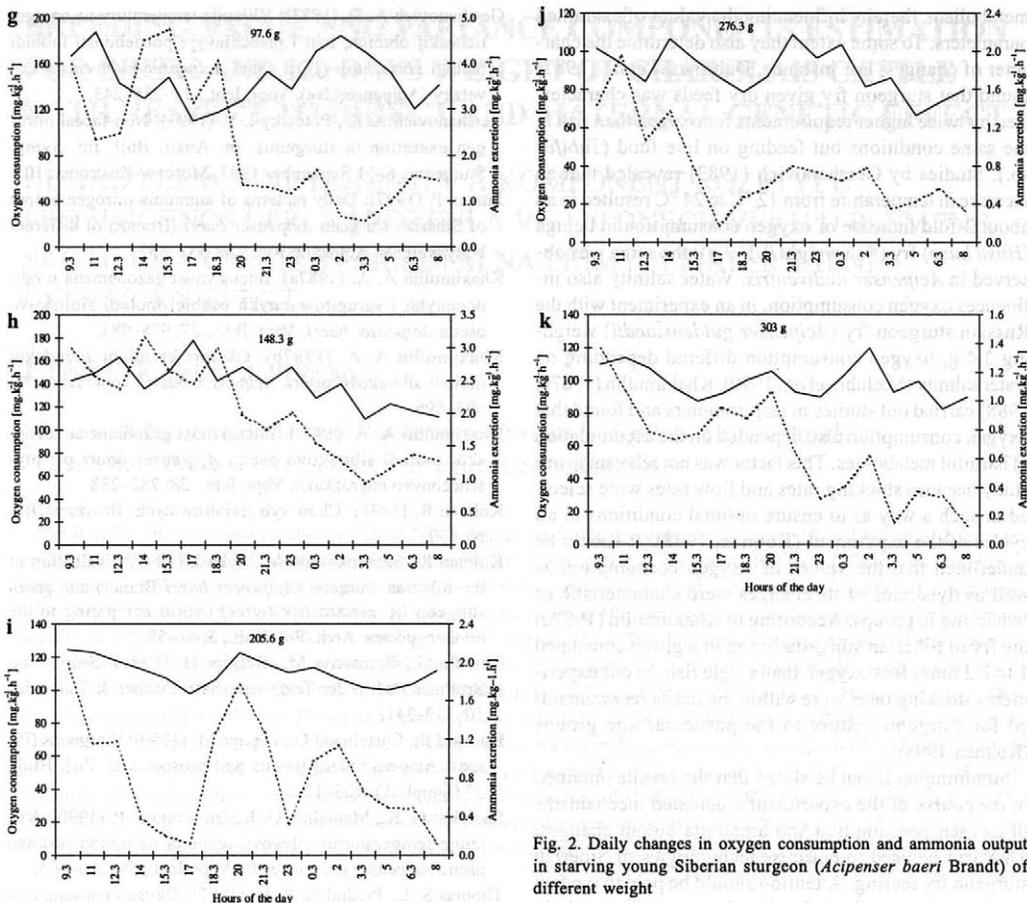


Fig. 2. Daily changes in oxygen consumption and ammonia output in starving young Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) of different weight

significant effect on oxygen consumption and ammonia output because food was supplied continuously at the same rate throughout the rearing period.

Fish starving was proved to significantly influence fry metabolism. Starved fish showed lower oxygen consumption and lower ammonia output, the latter parameter being more influenced than the former. Amounts of excreted ammonia were lower at the end of each measurement cycle (i.e., after 48h starving) than at its beginning (24 hours of starving), by 69.7% on average, while oxygen consumption was only 19.7% at the end of each cycle compared to its beginning. If these results are compared to those obtained for fed fish, it can be readily seen that the effect of starving on oxygen consumption was very noticeable during the first 24 hours of starving, and then it decreased. On the other hand, ammonia output decreased at more or less the same rate during the 48 hours of starving, reaching about 20% of the value found for fed fish. This suggests that fish metabolism continued at the expense of reserve substances accumulated in fish organisms.

Average daily oxygen consumption and ammonia output were inversely proportional to fish size. Dynamics of

changes in these two parameters decreased with fish growth; during fish growth from 1 g to 100 g oxygen consumption decreased by some 60% (in fed as well as starved fish), and ammonia output dropped by about 75% in fed fish and 85% in starved fish. In the case of fish between 100 and 200 g oxygen consumption decreased by 25%, and in fish from 200 to 300 g by 20%, while the respective values for ammonia output were 50 and 60%. Similar changes in ammonia output by Siberian sturgeon were observed by Jatteau (1997) for fish of body weight 40–1700 g, and by Gershanovich and Pototsky (1993) for fish 0.1 to 40 g. Studies performed on white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) in the course of fish culture showed that oxygen consumption changed within the range from 70 to 330 $\text{mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ for fish from 90 to 3 800 g (Thomas and Piedrahita, 1997) while ammonia output from 1.5 to 27.6 $\text{mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (Thomas and Piedrahita, 1998).

Direct comparison of the results characterising oxygen consumption and ammonia output by sturgeon fry to the results of other authors is practically impossible due to differences in culture conditions such as: temperature, feeding method, quality and quantity of feeds, stocking rates, etc. These factors can significantly influence fish

metabolism, thereby influencing the values of examined parameters. To some extent they also determine the character of changes. For instance, Dąbrowski *et al.* (1987) found that sturgeon fry given dry feeds was characterised by twice higher requirements for oxygen than fish in the same conditions but feeding on live food (*Tubifex* sp.). Studies by Gershanovich (1983) revealed that an increase in temperature from 12 °C to 24 °C resulted in an about 2-fold increase of oxygen consumption in beluga (*Huso huso*) fry (fish weight 0.1–7 g); the same was observed in *Acipenser nudiventris*. Water salinity also influences oxygen consumption; in an experiment with the Russian sturgeon fry (*Acipenser guldenstaedti*) weighing 3.4 g, oxygen consumption differed depending on water salinity (Sheluhin *et al.*, 1990). Khakimullin (1987b, 1988) carried out studies in respirometers and found that oxygen consumption also depended on the accumulation of harmful metabolites. This factor was not relevant in our study because stocking rates and flow rates were selected in such a way as to ensure optimal conditions in all cycles of the experiment (Kolman, 1998). It should be underlined that the values of oxygen consumption as well as dynamics of its changes were characteristic of fish living in groups. According to Khakimullin (1987a) the fry of Siberian sturgeon living in a group consumed 1 to 2.2 times less oxygen than single fish. In our experiments stocking rates were within the limits recommended for sturgeon culture in the particular age groups (Kolman, 1998).

Summing up it can be stated that the results obtained in the course of the experiment elucidated mechanisms of oxygen consumption and ammonia output changes. They can be used to optimise technologies of Siberian sturgeon fry rearing. Attention should be paid to the fact that a feeding method should take into account daily changes in metabolic activity of early fry. This would enable better utilisation of the fish growth potential and result in a relative decrease of feed use. Finally, the results are useful in planning sturgeon fry rearing designs.

REFERENCES

- Afonich R. V., Sokolova A. V. (1984): Sutochnyje ritmy potreblenija kisloroda molodju osetra. Moskwa, VNIRO: 82–88.
- Dąbrowski K., Kaushik S. J., Fauconneau B. (1987): Rearing of sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) Larvae. III. Nitrogen and energy metabolism and amino acid absorption. *Aquaculture*, 65: 31–41.
- Gershanovich A. D. (1983): Vlijanije temperatury na energeticheskij obmien, rost i pishchievyje potrebnosti molodi bielugi *Huso huso* (L.) i shipa *Acipenser nudiventris* Lovetzky (Acipenseridae). *Vopr. Icht.*, 23: 238–243.
- Gershanovich A. D., Pototsky I. V. (1993): Non-faecal nitrogen excretion in sturgeons. In: *Abstr. Bull. Int. Symp. Sturgeons*, 6–11 September 1993, Moscow-Kostroma: 10.
- Jatteau P. (1997): Daily patterns of ammonia nitrogen output of Siberian sturgeon *Acipenser baeri* (Brandt) of different body weights. *Aquacult. Res.*, 28: 551–557.
- Khakimullin A. A. (1987a): Intensivnost gazoobmena u odnochnykh i sgrupirovannykh osobiej molodi sibirskovo osetra *Acipenser baeri*. *Vopr. Icht.*, 27: 978–983.
- Khakimullin A. A. (1987b): Oksipreferendum zavodskoj molodi sibirskovo osetra *Acipenser baeri*. *Vopr. Icht.*, 27: 693–696.
- Khakimullin A. A. (1988): Intensivnost gazoobmena zavodskoj molodi sibirskovo osetra *Acipenser baeri* pri myshechnykh nagruzkakh. *Vopr. Icht.*, 28: 282–288.
- Kolman R. (1998): Chów ryb jesiotrowatych. *Brozura IRS*, Nr 177.
- Kolman R., Szczepkowski M., Pyka J. (1997): Evaluation of the Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) and green sturgeon (*A. medirostris* Ayres) hybrid comparing to the mother species. *Arch. Pol. Fish.*, 5: 51–58.
- Reichle G., Bercsenyi M., Bergler H. (1991): Störe – im Bruthaus und in der Teichwirtschaft. *Fischer & Teichwirt*, 10: 339–341.
- Rochard E., Castelnaud G., Lepage M. (1990): Sturgeons (Pisces: Acipenseridae) threats and prospects. *J. Fish Biol.*, 37 (Suppl. A): 123–132.
- Sheluhin G. K., Memallov G. F., Gieraskin P. P. (1990): Vlijanije temperaturno-solevovo rezhima na molod'ruskovo osetra *Acipenser guldenstaedti*. *Vopr. Icht.*, 30: 296–304.
- Thomas S. L., Piedrahita R. H. (1997): Oxygen consumption rates of white sturgeon under commercial culture conditions. *Aquacult. Eng.*, 16: 227–237.
- Thomas S. L., Piedrahita R. H. (1998): Apparent ammonia-nitrogen production rates of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) in commercial aquaculture systems. *Aquacult. Eng.*, 17: 45–55.
- Willot P., Bronzi P., Arlati G. (1993): A very brief survey of status and prospects of freshwater sturgeon farming in Europe. In: *Workshop on Aquaculture of Freshwater Species*. Europ. Aquaculture Soc. Spec. Publ. No. 20, Gent Belgium: 32–36.

Received for publication on November 26, 1999
Accepted for publication on May 17, 2000

Contact Address:

Dr. Mirosław Szczepkowski, Inland Fisheries Institute, Experimental Hatching "Dgal", 11-610 Pieczarki, Poland

BREEDING VALUE AND VARIANCE COMPONENTS ESTIMATION FOR BIRTH AND 120 DAYS WEIGHT OF CHAROLAIS CATTLE WITH RESPECT TO DIRECT AND MATERNAL GENETIC EFFECT

ODHAD PLEMENNÉ HODNOTY A KOMPONENT ROZPTYLU PRO HMOTNOST PŘI NAROZENÍ A VE 120 DNECH VĚKU U PLEMENE SKOTU CHAROLAIS S OHLEDEM NA PŘÍMÝ A MATERNÁLNÍ GENETICKÝ EFEKT

J. Příbyl¹, K. Šeba², J. Příbylová¹

¹ *Research Institute of Animal Production, Prague-Uhřetěves, Czech Republic*

² *Czech Beef Breeders Association, Prague, Czech Republic*

ABSTRACT: The complete database of Charolais breed in the Czech Republic in the years 1992–1997 (4 362 records of production with pedigree information) with birth weight (BW) and weight at the age of 120 days (GW) is evaluated by the animal model. Effects of a herd-year-season (HYS), age of mother, sex of calf, breed composition (if crossbred), direct genetic effect (DGE), maternal effect (ME), and dam permanent environment (MPE) are considered in the evaluation. HYS is the most significant factor, which covers 64% of variability for BW, and 47% for GW. All systematic environmental effects cover 72% of variability for BW and 52% for GW. Residual variability for BW in dependence on the selected model, is approximately 7 kg and its ratios to other random effects 0.4 (HYS – if random), 10 (MPE), 2 (ME), 1 (DGE) and –5 (covariance ME × DGE). Corresponding data for (GW) are 270 kg and ratios 1 (HYS), 3.5 (MPE), 3 (ME), 2 (DGE) and –6 (ME × DGE). The standard deviation for BW for observations (records) is 6.64 kg, random residuum from the selected animal model 2.12, DGE 0.68, ME 0.55 and MPE 0.66 kg. The respective values of the same parameters for GW are 28.80, 11.70, 3.95, 2.98 and 3.75 kg. The reliability of breeding values corresponds on average with these values: 0.31 (DGE of BW), 0.20 (ME of BW), 0.34 (DGE of GW) and 0.19 (ME of GW). Correlations between the estimated constants for BW and GW are $r = 0.33$ for DGE, 0.18 for ME, 0.21 for the MPE, and 0.20 for the residual effect of the model. Correlation of corresponding records of body weights is $r = 0.22$.

Keywords: beef cattle; breeding value; maternal effect; variance components

ABSTRAKT: U plemene masného skotu charolais v České republice byla hodnocena kompletní databáze (4 362 údajů z období let 1992 až 1997). Pomocí metody animal model byla vyhodnocena hmotnost telat při narození (BW) a ve věku 120 dnů (GW) a metodou REML byly stanoveny komponenty rozptylu. Do modelu vyhodnocení byly zahrnuty: společný efekt chov × rok × období (HYS), věk matky (VE), pohlaví telete v kombinaci s výskytem dvojčat (PO), plemenná příslušnost telete (křížence) (PL), přímý genetický efekt – plemenná hodnota pro růstovou schopnost (DGE), maternální efekt – plemenná hodnota projevu matky na růstu telat (ME) a trvalé prostředí matky (MPE). Pro jednotlivé efekty bylo posouzeno jak se podílí na celkové proměnlivosti. Komponenty rozptylu byly stanoveny na celém původním souboru a na souboru upraveném (E) tak, aby každá matka měla více jak jednoho potomka. Úpravou souboru došlo k jeho snížení přibližně na 40 % původního rozsahu. V jednotlivých způsobech vyhodnocení byl použit model pro jednu vlastnost (ST) nebo multitrait model pro obě sledované vlastnosti (MT). Alternativně byl efekt HYS zvolen jako náhodný nebo pevný (F). HYS je nejvýznamnější faktor, který pokrývá u sledovaného souboru 64 % proměnlivosti hmotnosti při narození a 47 % proměnlivosti hmotnosti ve věku 120 dnů. Všechny systematické efekty společně pokrývají 72 % proměnlivosti hmotnosti při narození a 52 % proměnlivosti hmotnosti ve věku 120 dnů. Proměnlivost zbytkového efektu (e) závisí na zvoleném modelu a zahrnutých systematických efektech. Při úplném animal modelu činila přibližně 7 kg pro hmotnost při narození. Proměnlivost (e) k proměnlivosti ostatních náhodných efektů je v poměru 0,4 (HYS – jestliže byl použit jako náhodný efekt), 10 (MPE), 2 (ME), 1 (DGE) a –5 pro kovarianci mezi (ME) × (DGE). Odpovídající údaje u GW jsou 270 kg, a poměry 1 (HYS), 3,5 (MPE), 3 (ME), 2 (DGE) a –6 (ME) × (DGE). Směrodatná odchylka naměřených údajů je 6,64 kg pro BW. Směrodatné odchylky hodnot odhadnutých pomocí animal modelu jsou 2,12 kg pro náhodný zbytkový efekt, 0,68 pro (DGE), 0,55 pro (ME) a 0,66 pro (MPE). Odpovídající údaje pro hmotnost ve věku 120 dnů jsou 28,8, 11,70, 3,95, 2,98 a 3,75 kg. Z těchto údajů vyplývající spolehlivost odhadu plemen-

Supported by the Ministry of Agriculture of Czech Republic (Project of the National Agency for Agricultural Research No. EP0960006245).

ných hodnot v průměru odpovídá $r^2 = 0,31$ pro (DGE) u BW, 0,20 pro (ME) u BW, 0,34 (DGE) u GW a 0,19 (ME) u GW. Korelace mezi odhadnutými veličinami pro BW a GW jsou $r = 0,33$ u (DGE), 0,18 u (ME), 0,21 u (MPE) a 0,20 pro (e). Odpovídající korelace naměřených údajů je $r = 0,22$. Odhad těchto korelací významně závisí na zvoleném modelu a úpravě datového souboru. Podobně proměnlivost vypočtených náhodných efektů závisí na vstupních údajích a použitím statistickým modelu, jehož volba je značně subjektivní. Z výpočtů vyplývá nutnost opakovaných stanovení genetických parametrů, které jsou vstupními údaji při odhadu plemenné hodnoty, v závislosti na měnícím se souboru a způsobech chovu. Při odhadu plemenné hodnoty je nutné věnovat v modelu pozornost především systematickým faktorům prostředí, které ovlivňují největší část proměnlivosti.

Klíčová slova: masný skot; plemenná hodnota; maternální efekt; komponenty rozptylu

INTRODUCTION

Beef cattle management is a new branch in the Czech Republic. Nucleus herds of beef breeds have been based on imports of animals in the last ten years and products of absorptive crossing with dairy breeds. The age structure of the herds is not balanced because the number of animals is increasing.

A number of breeds have reached the number of breeding dams which are sufficient for the efficient domestic selection program. Therefore it is necessary to select suitable estimation procedures of breeding value with consideration of maternal effect and systematic influences of the herd environment.

Maternal effect has an important role, and therefore it is necessary to consider it in the estimation of breeding value for growth traits (Jurado *et al.*, 1987) and fertility (Polášek *et al.*, 1992; Thaller and Aumann, 1996).

Direct and maternal effects were determined for the weight of beef cattle calves by Robinson (1996), who compared several models for the evaluation. He took into consideration fixed effects – number of calves (one-calf deliveries, twins), year, sex, group of contemporaries, dam's age, the age of the calf at weighing and random effects – direct genetic, maternal and permanent environment of the dam. Similar procedure was used by Groeneveld *et al.* (1997). He considered fixed effects – herd \times year \times season, sex, age of dam, the age of the calves at weighing and the same three random effects as the previous author. For requirement of breeding value estimation the genetic parameters are needed. Both mentioned authors estimated components of variance and mutual covariant structure between the observed characters and effects. For the estimation of genetic parameters, Janns *et al.* (1994) used a procedure of the Gibbs Sampling Method in this context. A review of the methods for determination of variance components is presented by Hoffer (1998). In connection with linear models he engaged in Anova method, Minque, ML, Bayesian estimation, Method R, and above all REML. The estimation of genetic parameters for growth, specially of beef cows, was studied with the method of random regression by Meyer (1999). In beef cattle with natural service, certain inaccuracy may occur in the records of parents. Lee and Pollak (1997) were concerned with the impact of incorrect animal registration on the herd \times sire

interaction and the covariance between direct and maternal effects. Twelve models for the evaluation of data with maternal effect were compared by Hagger (1998) in the data set of meat production of sheep. Besides the above mentioned effects (in other sources of authors), he takes into consideration also the effect of the litter size. For the selection of the most suitable model, he employs the maximum likelihood function (AIC – information criterion) corrected in accordance with the number of independently estimated parameters (Akaike, 1977). Multi-breed genetic evaluation was used by Sullivan *et al.* (1999). Schoeman and Jordaan (1999) and Elzo and Wakeman (1998) were working on the problem of estimation of variance components in this connection. Szabo *et al.* (1999) mentioned the heterosis effect which reached 5.5 to 7.8%.

The calf body weight in the early stage influences a subsequent growth, which is applicable during selection (Arthur *et al.*, 1997; Parnell *et al.*, 1997 and MacNeil *et al.*, 1998).

The object of the study is to determine the level of fixed effects which influence the weight of calves at birth (BW) and at the age of 120 days (GW), and breeding value, and variance component estimation for direct genetic and maternal effects in beef cattle.

MATERIAL AND METHODS

The database of Charolais breed in the Czech Republic operated by the Czech Beef Breeders Association is evaluated. The present data contain 4 362 calves born from 1992 to 1997, progeny of 3 434 dams and 687 sires including a smaller number of crossbreeds which are divided on the basis of the gene proportion into four groups. Crossbreeds are included by breeders association in the population of Charolais breed and are important as contemporaries within the same herds. Purebred Charolais represent 82.6%, crossbreeds over 3/4 of Charolais represent 5.8%, and crossbreeds from 1/2 to 3/4 represent 11.6% from the total population. Going out from the structure of data, nonadditive gene effects were not included in the model of evaluation. A total of 8 644 individuals including ancestors with unknown production was recorded. Separate seasons were formed for each herd on the basis of the number of calves born in single months. The total number is 644 herd \times year \times seasons

(on average 6.77 calves which make contemporaries within one HYS). Dams are divided into seven groups based on the number of calving. Calves are divided into eight groups according to sex and litter size. The average weight at birth is 39.8 kg and the standard deviation is 6.64 kg and at the age of 120 days it is 168 kg with the standard deviation 28.8 kg.

The assessment of the importance of effects was conducted by means of simple models with fixed effects according to their combination (GLM/SAS procedure 1996).

The variance components were determined by REML by help of the VCE programme (Groeneveld, 1998).

The breeding value estimation was done separately for each character by means of the AM method, programme JAA20 (Misztal, 1993), modified to include maternal effect.

The measured data were evaluated according to this model equation:

$$Y_{ijklmnop} = HYS_i + VE_j + PO_k + PL_l + DGE_m + ME_n + MPE_o + e_{ijklmnop}$$

where: $Y_{ijklmnop}$ – measured trait (weight at birth – BW and at 120 days – GW)

HYS_i – joint influence of herd × year × season – random effect with the ratio of residual variance to variance between the levels of the effect $k = 1$ (644)

VE_j – the dam's age according to the number of calving (7)

PO_k – sex of the calf (8)

PL_l – breed of the calf (4)

DGE_m – individual – random effect with the relationship matrix and the variance ratio $k = 3$ – breeding value for direct genetic effect (8 644)

ME_n – dam – random effect with relationship matrix and the variance ratio $k = 3$ – breeding value for maternal effect (8 644)

MPE_o – permanent environment of the dam – random effect with the variance ratio $k = 3$ (3 434)

$e_{ijklmnop}$ – uncontrollable residual random effect

The whole system includes 21 385 equations.

RESULTS AND DISCUSSION

In selection of a suitable model for the evaluation, the importance of single effects, degrees of freedom and proportion of the explained variability should be taken into consideration.

Table 1 shows variability in consideration of single effects and statistical significance of the models (the models are statistically significant in all observed cases).

If no effects are considered, standard deviation of the weight at birth is 6.64 kg and at 120 days 28.8 kg. If only the fixed effect of the herd is taken into consideration, the standard deviation falls to 4.97 kg for the weight at birth. The mentioned effect explained 48% of variability and the statistical model is significant with the value $F = 11.52$.

In case only the year effect was considered, the standard deviation decreased to 5.95 kg and was explained by a 20% variability – less than in the previous case. However the statistical model is significant with the value $F = 77.57$, i.e., much higher than in the previous case although this effect less clarifies the measured data. The third effect in succession – calendar month of the calf's birth shows only 5% of the explained variability, but the model is significant with the value $F = 21.81$.

Statistical significance of the fixed effects is in agreement with results of Říha *et al.* (1999) and Stádník *et al.* (1999).

In parallel consideration of all the three independent effects, the standard deviation falls to 4.81 kg and 52% of variability was explained (a little bit more than in consideration of the separate effect of the herd only). In mutual influence of the same effects, the standard deviation further falls to 4.21 kg and 73% variability was explained.

Suitable model for similar data evaluation was discussed by Hagger (1998). Except effects used in this model he referred to the interaction of sire with herd. Its

Table 1. Explained variability and statistical significance of the model in including of single effects

Included effects	Weight at birth			Weight at 120 days		
	<i>s</i>	R^2	<i>F</i>	<i>s</i>	R^2	<i>F</i>
–	6.64	–	–	28.8	–	–
Herd	4.97	0.48	11.52	25.6	0.27	4.58
Year	5.95	0.20	77.57	28.3	0.03	10.70
Month	6.47	0.05	21.81	28.4	0.03	10.63
Sex (PO)	6.49	0.05	30.52	28.3	0.04	22.63
Age of dam (VE)	6.43	0.06	48.67	28.1	0.04	34.06
Breed (PL)	6.12	0.15	39.78	28.7	0.00	4.13
Herd + Year + Month	4.81	0.52	12.27	24.8	0.32	5.27
Herd × Year × Month	4.21	0.73	5.58	21.1	0.64	3.63
HYS	4.34	0.64	10.07	22.6	0.47	5.20
HYS + VE + PO + PL	3.82	0.72	14.40	21.7	0.52	6.02

s – standard deviation in kg after correction to considered effects

R^2 – proportion of the explained variability – coefficient of the model determination

F – *F* model value (statistically significant values in all models)

inclusion changed the proportion of estimated variance components.

From the practical viewpoint, in the evaluation it is not possible to use the herd \times year \times month model because in some months the calves had no contemporaries. For that reason there were formed seasons within each herd with identical conditions, if possible, but with a higher number of contemporaries. Mutual influence of the effects herd \times year \times season (HYS) consequently results in lower explained variability (64% compared with 73% in the previous case) and standard deviation of 4.34 kg.

Consideration of all fixed effects resulted in a 72% explained variability and the standard deviation falls to 3.82 kg. In a simplified way it means that systematic effects of the environment influence variability of the calf weight at birth from 72% and in their consideration, the standard deviation is decreased from 6.64 kg to 3.82 kg, i.e., 58% of its original value.

Gregory *et al.* (1991) found in their experiment concerning comparison of beef breeds the residual standard deviation for the birth weight 4.4 kg for females and statistical significance of the year effect from birth to the age of one year. Říha *et al.* (1999) presented for Angus cattle in the Czech Republic standard deviation 3.3 kg, with coefficient of variation 10.05%.

As for the weight of calves at 120 days, the results are similar except but explained variability and statistical significance are lower. The breed, which in birth weight explained 15% of variability, did not practically influence variability at the age of 120 days although this effect is statistically significant. All systematic effects of the environment explain comprehensively 52% of variability and the standard deviation falls to 21.7 kg, i.e., 75% of the original value. Říha *et al.* (1999) for Angus cattle presented standard deviation 28.7 kg for overall data.

For breeding value estimation by means of a mixed model (animal model) we considered the HYS effect as random with variance ratio of residuum to variance between the classes of the given effect $k = 1$. For genetic effects, both direct and maternal, the same heritability was implanted *a priori* to the animal model equation. For individuals, dams and permanent environment, we introduce therefore into the calculation the value of the variance ratio $k = 3$, which corresponds to $h^2 = 0.14$ and $\text{rep} = 0.33$.

After correction to all fixed and random effects in the model for birth weight, standard deviation fell to 2.12 kg i.e., 32% of its original value. For the weight at 120 days, it falls to 11.7 kg i.e., 41% of its original value. The given values can be considered as a degree of the influence of the "random environment". In comparison with these values (Table 2), the standard deviation of breeding values for direct effect is 0.68 kg, for maternal effect 0.55 kg and for permanent environment 0.66 kg for at birth weight. For the weight at 120 days, the standard deviations of breeding values and permanent environment are 3.95 kg, 2.98 kg and 3.75 kg.

Table 2. Standard deviations of the estimated values by means of the AM method

Effects	Weight at birth	Weight at 120 days
Records	6.64	28.80
e	2.12	11.70
Breeding value direct effect	0.68	3.95
Breeding value maternal effect	0.55	2.98
Permanent environment	0.66	3.75

With regard to variability of breeding values and genetic variability introduced into the calculation

$$\left(k = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2} = 3 \right)$$

it can be expected that the breeding values are estimated on average with reliability

$$r^2 = \frac{\sigma_{BY}^2}{\sigma_g^2} = \frac{0.68^2 \cdot 3}{2.12^2} = 0.31$$

for the direct effect and reliability $r^2 = 0.20$ for the maternal effect at birth weight. In the weight at 120 days, the given reliabilities are on average $r^2 = 0.34$ and $r^2 = 0.19$.

The estimation of variance components is conducted in the whole data set and in the set after editing (E), which was done so that at least two observations remained for each dam, sire and in each HYS. In consequence of the growing size of the population, there is a considerable number of cows with only one progeny in the original data set. The editing data for a more balanced experiment reduced the number of individuals in the data set approximately to 40% of the original number. The evaluation was done separately for each trait (ST) or as (MT) (together BW and GW). The HYS effect was alternatively selected as fixed (F) or random. The results for BW are given in Table 3.

As it follows from the results, there are different estimations dependent on the selected model and arrangement of the data set. After editing the estimated genetic variability was decreased and the residual variability was increased. Selection of the ST/MT model did not practically influence the results. Selection of HYS as fixed effect (F) rather increased residual and decreased genetic variability. The covariance between direct and maternal effect at a variant ST and MT corresponds with the genetic correlation $r_{G(D \times M)} = -0.88$ which is a considerable overvaluation. It results in compensation of variability of included effects. After the rearrangement of the data set, so that each dam has more than one offspring, corresponding genetic correlation shifts to -0.46 , and in the case of using HYS as the fixed effect to -0.34 . The ratios are more important than the size of the components of variance. For practical use, we consider feasible to use the variance ratios (residual variance/variance of

Table 3. Variance components for birth weight

	ST	MT	MT-E	MT-E/F	Recommended ratio
<i>e</i>	5 kg	5.1	9.5	10.5	-
HYS	18.9	18.8	18.0	-	0.4
MPE	0.7	0.6	0.0	0.1	10.0
ME	4.8	4.9	2.7	1.8	2.0
DGE	13.2	13.0	7.6	5.8	1.0
Cov ME × DGE	-7.0	-7.0	-2.1	-1.1	-5.0
$r_{G(D \times M)}$	-0.88	-0.88	-0.46	-0.34	-0.28

Table 4. Variance components for the weight at 120 days

	ST	MT	MT-E	MT-E/F	Recommended ratio
<i>e</i>	238 kg	243	310	334	-
HYS	264	265	231	-	1.0
MPE	73	71	80	54	3.5
ME	102	100	20	23	3.0
DGE	260	251	129	87	2.0
Cov ME × DGE	-159	-153	-46	-20	-6.0
$r_{G(D \times M)}$	-0.98	-0.97	-0.91	-0.45	-0.41

the given component), shown in the last column of the Table 3. The ratio presented for covariance corresponds to the correlation $r_{G(D \times M)} = -0.28$.

Lower variance components were estimated by Diop *et al.* (1999) for Gobra cattle, with heritability 8% for direct and 3% for maternal effects, and genetic correlation of direct and maternal effects $r = -0.17$. Higher genetic component of variability was found by Dodenhoff *et al.* (1998) for Hereford cattle, with level about 45% in dependence on the used mathematical model. Similarly like our results, the influence of the maternal effect was about 1/3 of the direct one, and maternal permanent environment was practically negligible. Robinson (1996) estimated for Angus cattle a component for direct genetic effect 34.2%, for maternal effect 8.1% and for maternal permanent environment 4.1% in the model without covariance of direct and maternal effect. But the values 47.2, 17.7, and 6.6% in the case with covariance of direct with maternal effects (genetic correlation within direct and maternal effect $r = -0.61$). Groeneveld *et al.* (1997) calculated for South African Charolais breed, according to a model equation similar to ours, the variability for birth weight 9.43 kg for residuum, 7.35 kg for HYS, 7.18 kg for direct genetic, 5.77 kg for maternal effects, with genetic correlation between direct and maternal effects $r = -0.37$. MacNeil *et al.* (1998) for the Hereford cattle found the residual variability 11.72 kg, direct genetic 6.00, maternal 3.30 and negligible component of covariance between direct and maternal effects.

Corresponding data for GW are given in Table 4. The results are similar like in Table 3 with the difference that correlations between direct and maternal effects are even more overvalued.

Řiha *et al.* (1999) found for birth and 120 days weight a higher proportion of variance for the sire and a much

lower proportion for systematic environmental effects, but with simpler model in comparison to our model.

The other authors did not usually analyse weight at 120 days, but weaning weight around the age of 200 days. Estimated parameters are not directly comparable for this reason. But tendency and proportions of different components are in agreement with our results (Groeneveld *et al.*, 1997; Robinson, 1996).

For the breeding value estimation and selection for the complex of traits, the genetic correlations between traits are necessary. Correlations between estimates of values for birth weight and weight at the age of 120 days were determined (Table 5). In the first column the correlations are determined on the basis of estimated constants (ST). It is possible to consider them for approximate values of genetic parameters. In the other columns (MT calculations), the correlations are determined on the basis of variance and covariance components obtained by the method REML. The values in the different columns considerably differ. It documents that selection of the statistical model (which is always rather subjective) and arrangement of the data set before evaluation considerably influence the results. Extreme values for correlations of MPE are probably of the very

Table 5. Correlations between the estimated values for birth weight and weight at 120 days

	ST	MT	MT-E	MT-E/F
<i>e</i>	0.20	-0.14	-0.03	0.01
MPE	0.21	0.25	0.07	1.00
ME	0.18	0.58	0.62	-0.75
DGE	0.33	0.61	0.84	0.96
Data	0.22	-	-	-

small value of this variance component for birth weight (Table 3) in the case of the edited data set (E). Extreme figures are also for correlations of the maternal effect.

The phenotype correlation between birth weight and weight at 120 days for Angus cattle was found by Říha *et al.* (1999) $r = 0.15$. Arthur *et al.* (1997) found in the experimental data on Angus cattle the genetic correlation around 0.66 between birth and yearling weight.

The obtained results show the importance of repeated estimation of genetic parameters actually with changes in data set (enlargement of the population) and changes in the structure of herds.

CONCLUSION

1. Major part of variability of body weight is influenced by a systematic effects of the environment – HYS is the strongest effect.
2. Estimations of variance components depend on editing of data file.
3. The data structure allows to estimate breeding values for direct effect with reliability 31–34% and for maternal effect with reliability 19–20% in the average.
4. Ratios of variability are given in Tables 3 and 4 for routine breeding value estimation.

REFERENCES

Akaike K. (1977): On entropy maximization principle. In: P. R. Krishnaiah (Ed.): Applications of Statistics. North-Holland Publishing Co., Amsterdam. The Netherlands.

Arthur P. F., Parnell P. F., Richardson E. C. (1997): Correlated responses in calf body weight and size to divergent selection for yearling growth rate in Angus cattle. *Liv. Prod. Sci.*, 49: 305–312.

Diop M., Dodenhoff J., Vleck L. D. van (1999): Estimates of direct, maternal and grandmaternal genetic effects for growth traits in Gobra cattle. *Genet. Mol. Biol.*, 22: 363–367.

Dodenhoff J., VanVleck L. D., Kachman S. D., Koch R. M. (1998): Parameter estimates for direct, maternal and grandmaternal genetic effects for birth weight and weaning weight in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, 76: 2521–2527.

Elzo M. A., Wakeman D. L. (1998): Covariance components and prediction for additive and nonadditive preweaning growth genetic effects in an Angus-Brahman multibreed herd. *J. Anim. Sci.*, 76: 1290–1302.

Gregory K. E., Cundiff L. V., Koch R. M. (1991): Breed effect and heterosis in advanced generation of composite populations for growth traits in both sexes of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 69: 3202–3212.

Groeneveld E. (1998): VCE4 User's Guide and Reference Manual Version 1.2. Germany, FAL Mariensee.

Groeneveld E., Moster B., Rust T. (1997): The covariance structure of growth traits in the South African Charolais beef population. In: 48th Ann. Meet. EAAP. 25.–28.8. 1997, Vienna, Austria.

Hagger C. (1998): Litter permanent environmental, ram-flock, and genetic effects on early weight gain of lambs. *J. Anim. Sci.*, 76: 452–457.

Hoffer A. (1998): Variance component estimation in animal breeding: a review. *J. Anim. Breed. Genet.*, 115: 247–265.

Janns L. L. G., Van Arendonk J. A. M., Van der Waaij E. H., Visscher A. H. (1994): Estimation of genetic parameters using gibbs sampling with an application to direct and maternal genetic variance for weaning weight in sheep. In: 45th Ann. Meet. EAAP, 5.–8.9. 1994, Scotland, Edinburgh.

Jurado J. J., Alenda R., Alonso A., Sanchez A. (1987): Genetic evaluation by the "animal model". II. Estimation of additive and maternal effects in Merino sheep. In: 38th Ann. Meet. EAAP, 28. 8.–1.9. 1987, Portugal, Lisboa.

Lee C., Pollak E. J. (1997): Influence of sire misidentification on sire \times year interaction variance and direct maternal genetic covariance for weaning weight in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 75: 2858–2863.

MacNeil M. D., Urlick J. J., Snelling W. M. (1998): Comparison of selection by independent culling levels for below-average birth weight and high yearling weight with mass selection for high yearling weight in Line 1 Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, 76: 458–467.

Meyer K. (1999): Estimation of genetic and phenotypic covariance functions for postweaning growth and mature weight of beef cows. *J. Anim. Breed. Genet.*, 116: 181–205.

Misztal I. (1993): JAA – Mixed Model Program using Iteration on Data with Support for Animal Model. Urbana, USA, Univ. Illinois.

Parnell P. F., Arthur P. F., Barlow R. (1997): Direct response to divergent selection for yearling growth rate in Angus Cattle. *Liv. Prod. Sci.*, 49: 297–304.

Poláček M., Čermák V., Vondrášek L., Beber K. (1992): Odhad plemenné hodnoty býků na vlastní oplodňovací schopnost a plodnost dcer. [Závěrečná zpráva.] Rapotín, VÚCHS.

Robinson D. L. (1996): Estimation and interpretation of direct and maternal genetic parameters for weights of Australian Angus cattle. *Liv. Prod. Sci.*, 45: 1–11.

Říha J., Jakubec V., Golda J. (1999): Analysis of factors affecting preweaning traits of Angus calves in the Czech Republic. *Sci. Agric. Bohem.*, 30: 301–313.

SAS Software (1996): Release 6.12. SAS Institute Inc.

Schoeman S. J., Jordaan G. F. (1999): Direct and maternal (co)variances in multitrait analysis in a multibreed beef herd. In: 50th Ann. Meet. EAAP. 22.–26.8. 1999, Zurich, Switzerland.

Stádník L., Louda F., Dvořák P., Šeba K., Řehounek V. (1999): The results of breeding measures within the population of Charolais cattle in the Czech Republic in 1991–1997. *Czech J. Anim. Sci.*, 44: 389–396.

Sullivan P. G., Wilton J. W., Miller S. P., Banks L. R. (1999): Genetic trends and breed overlap derived from multi-breed genetic evaluation of beef cattle for growth traits. *J. Anim. Sci.*, 77: 2019–2027.

Szabo F., Dohy J., Szentpáli K., Tari J. (1999): Breed differences, heterosis and maternal effect on weaning weight of beef calves. In: 50th Ann. Meet. EAAP. 22.–26.8. 1999, Zurich, Switzerland.

Thaller G., Aumann J. (1996): Genetic evaluation of male and female fertility. In: Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle. 21.– 23.1. 1996, Gembloux, Belgium (Interbull Bulletin No. 12: 59–64. SLU, Sweden, Uppsala).

Received for publication on March 1, 2000

Accepted for publication on May 17, 2000

Contact Address:

Ing. Jana Příbylová, CSc., Výzkumný ústav živočišné výroby, 104 01 Praha-Uhřetěves, P. O. BOX 1, Česká republika, tel.: + 420 2 67 71 07 15, fax: + 420 2 67 71 14 48, e-mail: pribylova@vuzv.cz

Česká potravinová legislativa

Soubor české potravinové legislativy ve znění změnových právních předpisů s případnými komentáři, průběžně aktualizovaný v závislosti na vydávání novel nebo nových předpisů, soustředěný v jednom svazku (jako veškerá relevantní legislativa) včetně souvisejících zákonů a prováděcích vyhlášek i s jejich změnami.

Materiál je vydáván formou volných listů formátu A5, které se zakládají do pořadače a v případě změn se vyměňují příslušné listy.

První část obsahuje konsolidované znění tří následujících prováděcích vyhlášek k zákonu o potravinách, jejichž novely byly vydány v březnu 2000:

- 220/1998 o posuzování shody – s komentářem*
- 326/1997 o zmrazených potravinách*
- 335/1997 o nealkoholických a alkoholických nápojích*

Druhá část obsahuje 6 komoditních vyhlášek novelizovaných v dubnu 2000:

- 327/1997 o mase, rybách, vejcích a výrobcích z nich*
- 328/1997 o mléce a výrobcích*
- 330/1997 o kávě a čaji*
- 332/1997 o ovoci, zelenině, bramborách a houbách a výrobcích z nich*
- 333/1997 o mlýnských, pekařských a cukrářských výrobcích a těstovinách*
- 334/1997 o cukru, medu, cukrovinkách, kakau a čokoládě*

Ve třetí části se předpokládá konsolidované znění zákona 110/1997 Sb., jehož novela se v nejbližší době očekává, v dalších doplňcích budou zpracovány komentáře, ostatní již dříve novelizované potravinové předpisy a předpisy s potravinami související a předpisy, které budou postupně novelizovány.

Cena první části v rozsahu 90 stran 130 Kč

Cena druhé části v rozsahu 190 stran 180 Kč

Cena pořadače (není podmínkou objednávky) 85 Kč

Materiál je možné si objednat na adrese:

Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7, 120 56 Praha 2
kontaktní osoba: Ing. Suková
tel.: 02/24 25 79 39 l. 223, fax: 02/22 51 40 03
e-mail: vyziva@uzpi.cz
<http://www.uzpi.cz>

POROVNANIE MÄSOVEJ ÚŽITKOVOSTI BÝČKOV SLOVENSKEHO STRAKATÉHO PLEMENA, HNEDEHO (BRAUNVIEH), PINZGAUSKÉHO A JEHO KRÍŽENCOV S PIEMONTESE

COMPARISON OF MEAT YIELD IN YOUNG BULLS OF SLOVAK PIED BREED, BRAUNVIEH, PINZGAU AND ITS CROSSES WITH PIEMONTESE

J. Kica¹, J. Huba¹, P. Polák¹, T. Sakowski²

¹ *Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic*

² *Institut Genetiki i Hodowli Zwierzat PAN, Jastrebic, Poland*

ABSTRACT: We assessed the meat yield in young bulls of breeds kept in submontane and mountain regions of Slovakia; it was determined in intensive breeding conditions. We compare the meat yield in young bulls of Slovak Pied breed (S), Slovak Pinzgau breed (P), Braunvieh (B) and crosses of improved Pinzgau cattle (P × R) with the Piemontese meat breed (PPI). The experiment was a long-term one, lasting from 150 to approx. 455 ± 5 days of age. Young bulls of S breed achieved the highest live weight 588.44 kg at the end of the experiment, at average daily live weight gains 1 392 kg. Young bulls of B breed weighed 538.91 kg at the end of the experiment, with live weight gains 1 276 g. In group P the live weight at the end of the experiment was 498.13 kg and in group PPI it was 489.46 kg, at live weight gains 1 223 and 1 218 g. We found the highest net energy of fattening per 1 kg gain in the groups P 20.38 and PPI 20.16 MJ. This consumption was only 16.48 in group S, and 18.78 MJ in group B. The highest net dressing percentage (64.04%) was found in PPI crosses, insignificantly lower one in B (62.39%), significantly lower one in S (61.24%) $P < 0.05$, and highly significantly lower one in P (60.56%) $P < 0.01$. The lowest fat deposition was found in PPI crosses, in which we found the proportion of visceral fat 2.78% out of live weight before killing and 8.09% separable fat out of the carcass side. Highly significantly higher ($P < 0.01$) fat deposition was found in young bulls B (3.58%) and S (3.70% out of live weight before killing). Similarly, we found higher deposition of separable fat in young bulls B (13.24%) and S (14.69%) during the technological dressing. Higher deposition of visceral and separable fat in carcass sides of young bulls B and S was caused by higher weight at slaughter and higher growth intensity. We found higher proportion of meat (78.16%), proportion of 1st quality meat (43.29%) and the lowest proportion of bones (15.34%) in carcass sides of PPI crosses at technological dissection compared with bulls of other breeds.

Keywords: fattening of bulls; growth intensity; nutrient consumption; dressing percentage; fat content; meat content; bone content

ABSTRAKT: V práci vyhodnocujeme mäsovú úžitkovosť býčkov plemien chovaných v podhorských a horských regiónoch Slovenska zistenú pri intenzívnych podmienkach chovu. Porovnávali sme mäsovú úžitkovosť býčkov plemien slovenské strakaté (S), slovenské pinzgauské (P), braunvieh (B) a krížencov zošľachteného pinzgauského dobytku (P × R) s mäsovým plemenom piemontese (PPI). Pokus bol dlhodobý a trval od veku 150 dní do cca 455 dní. Najvyššiu živú hmotnosť na konci pokusu dosiahli býčky plemena S (588,44 kg) pri priemerných denných prírastkoch živej hmotnosti 1 392 g. Býčky plemena B mali na konci pokusu hmotnosť 538,91 kg a prírastky živej hmotnosti 1 276 g. V skupine P bola živá hmotnosť na konci pokusu 498,13 kg a v skupine PPI 489,46 kg pri prírastkoch živej hmotnosti 1 223 a 1 218 g. Spotreba NEV na 1 kg prírastku bez spotreby na záchovu bola v skupine P 20,38 a v skupine PPI 20,16 MJ, v skupine S iba 16,48 a 18,78 MJ v skupine B. Najvyššiu čistú výťažnosť – 64,04 % – sme zistili u krížencov PPI, nepreukazne nižšiu u skupiny B – 62,39 %, preukazne nižšiu ($P < 0,05$) u S – 61,24 % a vysoko preukazne nižšiu ($P < 0,01$) u P – 60,56 %. Najnižšie ukladanie tuku sme zistili pri krížencoch PPI, pri ktorých podiel vnútorného tuku bol 2,78 % zo živej hmotnosti pred zabitím a 8,09 % oddeliteľného tuku z jatočnej polovičky. Vysoko preukazne vyššie ($P < 0,01$) ukladanie vnútorného tuku sme zistili pri býčkoch plemien B a S – 3,58 a 3,70 % zo živej hmotnosti pred zabitím. Obdobne pri technologickej rozrábke bolo vyššie ukladanie oddeliteľného tuku pri býčkoch B (13,24 %) a S (14,69 %). Vyššie ukladanie vnútorného tuku a oddeliteľného tuku v jatočných polovičkách býčkov skupinách B a S bolo spôsobené vyššou porážkovou hmotnosťou a vyššou intenzitou rastu. Pri technologickej rozrábke jatočných polovic krížencov PPI sme zistili v porovnaní s býkmi ostatných plemien

vyšší podiel mäsa (78,16 %), podiel mäsa 1. triedy (43,29 %) a najnižší podiel kostí (15,34 %).

Kľúčové slová: výkrm býkov; intenzita rastu; spotreba živín; výťažnosť; obsah tuku; obsah mäsa; obsah kostí

ÚVOD

Chov hovädzieho dobytká v podhorských a horských regiónoch z hľadiska úžitkového zamerania stojí pred zložitým problémom. Na jednej strane je snaha dosahovať maximálnu produkciu, na strane druhej limitujúce faktory prírodného prostredia pre intenzívny ekonomický chov. Z hľadiska ekonomickej efektívnosti sú možné dve cesty. Chov špecializovaných plemien hovädzieho dobytká pre produkciu mäsa, resp. mlieka, alebo chov kombinovaného plemena s veľmi dobrými parametrami pre produkciu mlieka a mäsa. Cieľom príspevku bolo stanoviť mäsovú úžitkovosť býkov plemien chovaných v podhorských a horských regiónoch Slovenska. V pokuse sme zistovali mäsovú úžitkovosť býkov slovenského strakatého plemena (S), slovenského pinzgauského plemena (P), braunvieh (B) a krížencov F, generácie zošľachteného pinzgauského dobytká ($P \times R$) s mäsovým plemenom piemontese (PPI). Pri sledovaní mäsovej úžitkovosti našich kombinovaných plemien hovädzieho dobytká sa spravidla zisťujú veľmi dobré parametre mäsovej úžitkovosti. Antal a Hubinský (1992) konštatujú, že súčasná populácia slovenského pinzgauského dobytká predstavuje kombinovaný úžitkový typ s priemernou mäsovou úžitkovosťou. Pri pokusnom výkrme býkov tohto plemena zistili priemerné denné prírastky živej hmotnosti 952 g, jatočnú výťažnosť 56,5 % a podiel vnútorného tuku 2,96 % zo živej hmotnosti pred zabitím. Pri technologickej rozrábke jatočného tela autori zistili 65,5% podiel mäsa, 18,8% tuku a 15,9% podiel kostí. Antal (1991) v ďalšom pokuse zistil, že so zvýšením prírastku živej hmotnosti pri výkrme slovenského pinzgauského plemena z 1 000 na 1 400 g sa v jatočnom tele zvýšil obsah vnútorného tuku z 2,55 na 4,25 % zo živej hmotnosti pred zabitím a podiel oddeliteľného tuku v jatočnom tele pri technologickej rozrábke z 13,56 na 19,11 %. Zároveň sa znížil podiel svaloviny z 66,92 na 58,80 %. Prednosťou pinzgauského plemena je jeho prispôsobivosť drsným prírodným podmienkam a dobré zúžitkovanie objemových krmív (Nosál a Kica, 1980; Cibul'a *et al.*, 1987) a nízke ukladanie tuku (Chrenek a Benc, 1985a, b). Nízke ukladanie tuku zistili aj Pajtáš *et al.* (1973). Býky plemena piemontese sa v poslednom období využívajú na úžitkové kríženie pre zlepšenie mäsovej úžitkovosti najmä po zavedení kvotácie pri produkcii mlieka. Krížence po piemontese býkoch sú hodnotené veľmi vysoko v porovnaní s krížencami po ostatných býkoch špecializovaných mäsových plemien najmä z hľadiska ľahkých pôrodov a vynikajúcej kvality mäsa, ako o tom referujú Oostendorp a Hanekamp (1990). Piťha (1995) pri tomto plemene vyzdvihuje najmä jeho ranosť, vysokú konverziu objemových krmív a vysokú výťažnosť a kvalitu

mäsa. Kögel *et al.* (1989) v rámci výskumu hodnotili vhodnosť mäsových plemien fleckvieh, blonde d'Aquitaine, limousine a piemontese pre úžitkové kríženie s nemeckým hnedým plemenom. Výkrm skupín zvierat prebiehal pri intenzívnej výžive do veku 470 a 520 dní. Hmotnosť pred zabitím sa pohybovala pri rovnakom veku medzi 571 kg (limousine) až 636 kg (fleckvieh). Priemerné prírastky živej hmotnosti od 85 dní veku do zabitia dosiahli v skupine hnedého dobytká 1 209 g na kus a deň. Pri krížencoch s plemenami fleckvieh a blonde d'Aquitaine sa prírastky zvýšili o 63 a 29 g a pri krížencoch s plemenami piemontese a limousine sa naopak znížili o 36 a 78 g. Kögel *et al.* (1989a, b) zistili pri speňažovaní uvedených krížencov najvyšší zisk pri krížencoch s plemenom blonde d'Aquitaine, potom s plemenami fleckvieh a piemontese. Kögel *et al.* (1998) porovnávali mäsovú úžitkovosť býkov pinzgauského plemena s inými kombinovanými plemenami pri výkrme do veku 500 dní. U býkov pinzgauského plemena zistili najvyššiu živú hmotnosť pred zabitím 605 kg a simentálskeho plemena 601 kg. Býky plemena original braunvieh dosiahli preukazne nižšiu hmotnosť 533 kg. Býky pinzgauského plemena mali celoživotný prírastok živej hmotnosti 1 180 g, simentálskeho plemena 1 170 g originál braunvieh len 1 040 g. Býky pinzgauského plemena dosiahli zo všetkých porovnávaných plemien najnižšiu výťažnosť (57,1 %) a najvyšší obsah obličkového tuku. Býky plemena braunvieh mali jatočnú výťažnosť (58,8 %) takmer zhodnú so simentálskymi býkmi (58,9 %) pri najnižšom obsahu obličkového tuku (2,28 %). Najvyšší obsah tuku pri technologickej rozrábke autori zistili taktiež pri býkoch pinzgauského plemena (13,4 %) a najnižší pri býkoch plemien braunvieh (10 %) a simentálsky (12,4 %). Mäsovej úžitkovosti býkov slovenského strakatého plemena je venované mnoho prác, z posledných možno spomenúť práce autorov Kica *et al.* (1999), v ktorej sa porovnáva mäsová úžitkovosť samčieho potomstva po rôznych domácich a zahraničných plemenných býkoch.

MATERIÁL A METÓDA

Porovnávací pokusný výkrm s byčkami slovenského strakatého (S), braunvieh (B), slovenského pinzgauského plemena (P) a zošľachteného pinzgauského dobytká ($P \times R$) s mäsovým plemenom piemontese (PPI) sme uskutočnili v podmienkach účelového hospodárstva VÚŽV Nitra.

Býčky slovenského strakatého plemena a plemena braunvieh sme nakúpili vo veku 15 ± 5 dní a ostatných dvoch plemien vo veku 120 ± 5 dní z poľnohospodárskych podnikov. Každá skupina býčkov bola nakúpená

do pokusu minimálne z troch poľnohospodárskych podnikov s identifikovaným pôvodom. Pokusné býčky v skupinách boli potomkami minimálne po štyroch plemenných býkoch. Odchov teliat na účelovom hospodárstve a v poľnohospodárskych podnikoch bol robený cielene rovnako pri spotrebe 32 kg MKZ, 180 kg kŕmnej zmesi TKŠ a 190 kg sena do veku 120 dní.

Spôsob ustajnenia, odchovu, kŕmenia a ošetrovania od veku 120 ± 5 dní bol pri všetkých skupinách rovnaký až do kontrolného zabitia. Systém výživy bol založený na skrmovaní kukuričnej siláže s vyšším obsahom sušiny, s prídavkom lucernového sena a doplnkovej špeciálnej kŕmnej zmesi navrhutej pre stanice kontroly výkrmnosti a jatočnej hodnoty. Kŕmenie býčkov v pokuse bolo skupinové, dvakrát denne s navažovaním krmív pre každú skupinu zvlášť pred kŕmením a vážením nevyžratých zvyškov raz denne. Výživnú hodnotu krmív v pokuse sme počítali na základe chemických analýz vykonaných na ÚVZ VÚŽV. Vázenie býčkov v pokuse sme robili v mesačných intervaloch a po každom vážení sme upravovali kŕmne dávky (KD) podľa priemernej živej hmotnosti. Kŕmne dávky sme zostavovali pri využití programu Profi KD.

Produkčné účinnosti KD boli zostavené na prírastky od 1 300 do 1 700 g v závislosti od hmotnostnej kategórie. Po dosiahnutí 450 ± 5 dní veku boli býčky zabíjané na bitúnku VÚŽV. V porovnávacom pokuse vyhodnocujeme intenzitu rastu do veku 270 dní, 365 dní a počas celého obdobia výkrmu, spotrebu krmív a živín, ako aj koncentráciu živín v kŕmnych dávkach. Pri kontrolnom zabíí vyhodnocujeme hmotnosť jatočných polovičiek a hmotnosť jatočne opracovaného tela, jatočnú a čistú výťažnosť, obsah a podiel vnútorného loja a hmotnosť

a podiel jednotlivých tkanív pri jatočnej rozrábke pravej jatočnej polovičky. Výsledky boli vyhodnotené matematicko-štatistickými metódami pri testovaní rozdielov medzi nameranými hodnotami v jednotlivých skupinách pomocou *t*-testu s použitím programu Statgraphic.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Intenzita rastu

Priemerné živé hmotnosti býčkov na začiatku pokusu vo veku 150 dní, 9 a 12 mesiacov a na konci pokusu uvádzame v tab. 1, v ktorej zároveň uvádzame aj priemerný počet kŕmnych dní na konci výkrmu. Rozdiely v počte kŕmnych dní medzi skupinami boli štatisticky nepreukazné. Na začiatku pokusu vo veku 150 dní sme zistili najnižšiu živú hmotnosť pri krížencoch s plemenom piemontese, keď rozdiely so slovenským strakatým a braunvieh boli vysoko preukazné ($P < 0,01$). Obdobne aj býčky P plemena vo veku 150 dní dosiahli vysoko preukazne nižšiu hmotnosť ($P < 0,01$) ako býčky S plemena a preukazne nižšia ($P < 0,05$) ako býčky braunvieh. Býčky S plemena dosiahli do veku 150 dní prírastky živej hmotnosti 814 g, braunvieh 748 g, P 623 g a kríženci s piemontese 596 g. Na intenzitu rastu počas odchovu v skupinách býčkov P a úžitkových krížencov s piemontese mala nepriaznivý vplyv doprava v zimnom období ako aj menej intenzívny odchov v poľnohospodárskych podnikoch.

Priemerné hmotnosti býkov vo veku 270 a 365 dní boli najvyššie v skupine S plemena, nasledovala skupina B. Rozdiely medzi týmito skupinami sa prehlbovali a vo

Tab. 1. Priemerné živé hmotnosti býčkov počas výkrmu – Average live weights of young bulls during fattening

Živá hmotnosť ¹	n	Skupina ²				Testovanie rozdielov ³				
		S	B	PPI	P	S-B	S-PPI	S-P	B-PPI	B-P
		9	11	12	9					
Na začiatku pokusu ⁴	\bar{x}	157,44	146,18	119,38	123,38	–	38,06**	34,06**	26,8**	22,8*
	$s_{\bar{x}}$	14,40	25,06	17,18	12,36					
	v	9,21	16,88	14,39	10,02					
Vo veku 270 dní ⁵	\bar{x}	323,10	300,18	261,17	267,75	–	–	–	–	–
	$s_{\bar{x}}$	20,99	40,33	21,99	12,71					
	v	6,50	13,44	8,43	4,75					
Vo veku 365 dní ⁶	\bar{x}	460,89	422,82	381,92	379,13	38,07*	78,97**	81,76**	40,9*	43,69*
	$s_{\bar{x}}$	19,83	36,90	38,25	22,08					
	v	4,30	8,72	8,86	5,82					
Na konci pokusu ⁷	\bar{x}	588,44	538,91	489,46	498,13	49,53*	98,98**	90,31**	49,45*	40,78*
	$s_{\bar{x}}$	33,43	51,44	42,04	37,84					
	v	5,68	9,54	8,59	7,60					
Počet kŕmnych dní ⁸	\bar{x}	459,67	457,82	453,83	456,62	–	–	–	–	–
	$s_{\bar{x}}$	13,89	36,13	6,66	15,05					
	v	2,79	7,89	3,45	3,23					

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

¹live weight, ²group, ³test of differences, ⁴at the beginning of experiment, ⁵at 270 days of age, ⁶at 365 days of age, ⁷at the end of experiment, ⁸number of feeding days

veku 365 dní boli už preukazné ($P < 0,05$). Živé hmotnosti v skupinách býkov P a PPI boli vyrovnané a zaostávajúce v porovnaní s prvými dvoma skupinami sa zväčšovalo. Rozdiely v priemerných živých hmotnostiach v týchto dvoch skupinách boli vysoko preukazne nižšie ($P < 0,01$) ako v skupine S pri veku 270 aj 365 dní a preukazný ($P < 0,05$) v porovnaní so skupinou B. Najvyššiu živú hmotnosť na konci pokusu sme zistili v skupine býkov S plemena 588,44 kg, potom pri B plemene 538,91 kg. Najnižšiu živú hmotnosť na konci pokusu sme zistili pri krížencoch PPI – 489,46 kg a nepreukazne vyššiu – 498,13 kg v skupine P plemena. Rozdiely medzi skupinami S a B v priemernej živej hmotnosti na konci pokusu boli preukazné ($P < 0,05$), medzi skupinou S a skupinami P a PPI vysoko preukazné ($P < 0,01$) a medzi skupinou B a PPI preukazné ($P < 0,05$). Do veku 270 dní sme zistili najvyššie prírastky živej hmotnosti v skupine býkov S plemena (1 391 g), nepreukazne nižšie boli v skupine B (1 284 g) vysoko preukazne nižšie ($P < 0,01$) v skupine P (1 203 g) a v skupine krížencov s PPI (1 167 g). Rozdiel v prírastku živej hmotnosti do tohto veku medzi skupinou B a skupinami P a PPI bol preukazný ($P < 0,05$).

Prírastky živej hmotnosti do veku 365 dní mali rovnakú tendenciu ako do veku 270 dní, s rovnakými hodnotami pri preukaznosti rozdielov (tab. 2).

Priemerné prírastky živej hmotnosti za celé pokusné obdobie boli najvyššie v skupine S (1 392 ± 99 g) a ďalej v skupine B (1 276 ± 97 g). V skupine býkov P sme zistili priemerné prírastky 1 223 ± 99 g a v skupine PPI takmer rovnaké – 1218 ± 126 g.

Rozdiely v prírastkoch živej hmotnosti medzi skupinou S a BV boli preukazné ($P < 0,05$) a medzi S a P a PPI vysoko preukazné ($P < 0,01$). Rozdiely medzi skupinou B a P

a PPI boli preukazné ($P < 0,05$). Najvyššie netto prírastky (667 ± 620 g) sme zistili pri býkoch S plemena s najvyššou hmotnosťou pred zabitím. Býci plemena B v porovnaní s touto skupinou mali preukazne nižšie ($P < 0,05$) netto prírastky a skupiny PPI a P vysoko preukazne ($P < 0,01$) nižšie. Nami zistené výsledky v intenzite rastu pri skúmaných genotypoch korešponujú s výsledkami, ktoré uvádzajú Antal (1991), Kica *et al.* (1999) pri simentálskom plemene, Nosál¹ a Kica (1980) a Cibul'a *et al.* (1987) pri pinzgauskom plemene. Kögel *et al.* (1998a, b) zistili v porovnávacom výkrme býkov simentálskeho a pinzgauskeho plemena takmer rovnakú intenzitu rastu (1 170, resp. 1 180 g) a pri plemene braunvieh cca o 140 g nižšie celoživotné prírastky.

Spotreba krmív a živín

Pri priemernej spotrebe sušiny a živín sme na kŕmny deň pri jednotlivých genotypoch zistili minimálne rozdiely (tab. 3). Najnižšiu priemernú spotrebu sušiny na 100 kg živej hmotnosti (1,98 kg) sme zistili u býkov S skupiny pri najvyššej konečnej živej hmotnosti. V skupine B pri druhej najvyššej hmotnosti bola spotreba 2,15 kg na 100 kg živej hmotnosti. Vyššiu priemernú spotrebu sušiny na 100 kg hmotnosti sme zistili v skupinách P a PPI (2,30 a 2,34 kg). Príjem živín v jednotlivých skupinách na 1 KD mal inú tendenciu ako príjem sušiny na 100 kg živej hmotnosti a plne korešponoval so živou hmotnosťou na konci pokusu. Spotreba živín na 1 kg prírastku živej hmotnosti závisela od intenzity rastu počas pokusu. Najnižšiu spotrebu živín na 1 kg prírastku mali býky slovenskeho strakatého plemena a najvyššiu spotrebu sme

Tab. 2. Priemerné denné prírastky živej hmotnosti býčkov počas výkrmu – Average daily live weight gains in young bulls during fattening

Obdobie ¹	n	Skupina ²				Testovanie rozdielov ³				
		S	B	PPI	P	S-B	S-PPI	S-P	B-PPI	B-P
Počas odchovu ⁴	\bar{x}	814	748	623	596					
	$s_{\bar{x}}$	65	92	87	68					
	v	7,99	12,30	13,96	11,41					
Do veku 270 dní ⁵	\bar{x}	1 391	1 284	1 167	1 203	1 203	–	224**	188**	117*
	$s_{\bar{x}}$	97	242	201	81					
	v	6,98	18,88	17,25	6,70					
Do veku 365 dní ⁶	\bar{x}	1 411	1 287	1 214	1 190	–	197**	221**	73*	97*
	$s_{\bar{x}}$	54	161	162	80					
	v	3,83	12,48	13,39	6,72					
Do konca pokusu ⁷	\bar{x}	1 392	1 276	1 218	1 223	116+	174**	169**	58*	53*
	$s_{\bar{x}}$	99	97	126	99					
	v	7,50	7,66	9,99	8,09					
Netto prírastok ⁸	\bar{x}	667	635	622	570	–	45**	97**	65*	–
	$s_{\bar{x}}$	62	45	62	46					
	v	9,33	7,12	9,98	8,03					

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

¹period, ²group, ³test of differences, ⁴during raising, ⁵by 270 days of life, ⁶by 365 days of life, ⁷by the end of experiment, ⁸net gain

Tab. 3. Spotreba krmív a živín na KD a 1 kg prírustku živej hmotnosti – Consumption of feeds and nutrients per feed ration and 1 kg live weight gain

Ukazovateľ ¹	Skupina ²			
	S	B	PPI	p
Spotreba na KD³				
Kukuríčná siláž ⁴ (kg)	9,27	9,70	8,85	8,94
Lucernové seno ⁵ (kg)	1,66	1,65	1,63	1,45
Kŕmna zmes ⁶ (kg)	3,74	3,50	3,61	3,84
Spotreba živín⁷				
Sušina (kg)	7,39	7,37	7,13	7,16
na 100 kg ž.h ⁸ (kg)	1,98	2,15	2,34	2,30
NEV ⁹ (MJ)	47,80	47,30	45,90	46,60
PDI ¹⁰ (g)	611	601	590	599
N-látky ¹¹ (g)	935	920	903	916
Vláknina ¹² (kg)	1,34	1,34	1,29	1,25
Spotreba živín na 1 kg prírustku¹³				
Sušina (kg)	5,31	5,78	5,85	5,84
NEV (MJ)	34,34	37,13	37,68	38,10
PDI (g)	439	471	484	490
N-látky (g)	672	721	741	749
Vláknina (kg)	0,96	1,05	1,06	1,02
Spotreba na 1 kg prírustku bez záchovej potreby¹⁴				
NEV (MJ)	16,48	18,75	20,16	20,38
PDI (g)	241	281	290	293
N-látky (g)	371	413	446	450

¹parameter, ²group, ³consumption per feed ration, ⁴maize silage, ⁵lucerne hay, ⁶feed mixture, ⁷nutrient consumption, ⁸dry matter per 100 kg l.w., ⁹net energy of fattening, ¹⁰PDI, ¹¹crude protein, ¹²fibre, ¹³nutrient consumption per 1 kg gain, ¹⁴consumption per 1 kg gain without maintenance requirement

zistili v skupine pinzgauského plemena. Spotreba živín na 1 kg prírustku v skupinách braunvieh a krížencov s plemenom piemontese bola takmer rovnaká a ak zoberieme do úvahy hmotnosť na konci pokusu, bola spotreba priaznivejšia u plemena braunvieh. Čistá spotreba NEV na 1 kg prírustku bez potreby na záchov bola taktiež najnižšia v skupine S plemena – 16,48 MJ, pri B 18,75 MJ, pri krížencoch s PPI 20,16 MJ a najvyššia pri P – 20,38 MJ. Obdobnú tendenciu v jednotlivých skupinách sme zistili aj pri čistej spotrebe PDI a N-látok na 1 kg prírustku živej hmotnosti. Pri vysoko intenzívnej výžive v porovnávaní teste sme nezistili lepšie využitie objemových krmív pri býkoch P a krížencoch piemonteského plemena ako o tom referujú Nosál a Kica (1980), Cibula *et al.* (1987) a Piťha (1995).

Jatočná výťažnosť

Hmotnosť býkov pred zabitím, hmotnosť jatočne opracovaného tela, jatočnú a čistú výťažnosť uvádzame v tab. 4. Rozdiely v živej hmotnosti medzi skupinou býkov S a skupinou PPI (93,75 kg) a P (86,17 kg) boli vysoko preukazné ($P < 0,01$). Obdobne aj rozdiely v živej hmotnosti medzi skupinou býkov B a skupinou PPI (46,17 kg) a P (38,59 kg) boli preukazné ($P < 0,05$). Najvyššiu hmotnosť

jatočne opracovaného tela sme zistili v skupine S (315,00 kg), nasledovala skupina B (290,55 kg) a najnižšiu v skupine P (265,63 kg). V skupine PPI bola hmotnosť jatočne opracovaného tela 278,69 kg (vyššia ako v skupine P). Rozdiel hmotnosti jatočne opracovaného tela medzi skupinou S a B (24,45 kg) bol preukazný ($P < 0,05$), vysoko preukazný ($P < 0,01$) medzi S skupinou a PPI (36,31 kg) a S so skupinou P (49,37 kg).

Jatočná výťažnosť, ako vyplýva z tab. 4, bola pomerne vyrovnaná a rozdiely medzi skupinami boli štatisticky nepreukazné. Najvyššiu jatočnú výťažnosť sme zistili v skupine krížencov PPI.

Čistá výťažnosť bola najvyššia v skupine PPI (64,04 %), nasledovaná skupinou B (62,39 %). Preukazuje nižšiu výťažnosť ($P < 0,05$) v porovnaní so skupinou PPI sme zistili v skupine S a vysoko preukazne nižšiu ($P < 0,01$) v skupine P. Zo všetkých genotypov najvyššiu výťažnosť v našom pokuse mali krížence s piemontom, čím sme potvrdili výsledky, ktoré zistili Kögel *et al.* (1989), Oostendorp a Hanekamp (1990) a Piťha (1995).

Obsah črevného, bacherového, obličkového a celkového vnútorného tuku a ich podiel na živej hmotnosti pred zabitím uvádzame v tab. 5. Najvyššie množstvo črevného tuku sme zistili v skupine S (3,87 kg) pri najvyššej hmotnosti a intenzite rastu. Najvyšší podiel črevného tuku zo živej hmotnosti pred zabitím (0,72 %) bol zistený

Tab. 4. Hmotnosť jatočne opracovaného tela, jatočná a čistá výťažnosť – Average weight of dressed carcass, dressing and net percentage

Ukazovateľ ¹	n	Skupina ²			
		S	B	PPI	P
		9	11	12	9
Živá hmotnosť pred zabitím ³	\bar{x}	560,67	513,09	466,92	474,50
	s_x	31,84	49,16	40,19	36,08
	v	5,68	9,58	8,61	7,60
Hmotnosť jatočne opracovaného tela ⁴	\bar{x}	315,00	290,55	278,69	265,63
	s_x	17,65	30,69	28,00	20,35
	v	5,60	10,56	10,05	7,66
Jatočná výťažnosť ⁵	\bar{x}	56,91	56,60	57,33	55,98
	s_x	1,69	1,63	1,97	1,07
	v	2,97	2,88	3,43	1,91
Čistá výťažnosť ⁷	\bar{x}	61,24	62,39	64,04	60,56
	s_x	1,90	2,63	2,35	1,28
	v	3,10	4,21	3,67	2,11
Preukazné rozdiely ⁷	S-B	S-PPI	S-P	B-PPI	PPI-P
Živá hmotnosť pred zabitím ³	47,58*	93,75**	86,17**	46,17*	–
Hmotnosť jatočne opracovaného tela ⁴	24,45*	36,31**	49,37**	–	–
Čistá výťažnosť ⁶	–	2,80*	–	–	3,48**

¹parameter, ²group, ³pre-slaughter live weight, ⁴weight of dressed carcass, ⁵dressing percentage, ⁶net percentage, ⁷significant differences

Tab. 5. Obsah vnútorného tuku a jeho podiel zo živej hmotnosti pred zabitím – Content of inner fat and its proportion in live weight before slaughter

Vnútorný tuk ¹	n	Skupina ²							
		S		B		S-PPI		P	
		(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
		9		11		12		9	
Črevný ³	\bar{x}	3,87	0,69	3,66	0,72	2,90	0,62	2,87	0,65
	s_x	0,53	0,10	0,59	0,12	0,64	0,11	0,65	0,14
	v	13,8	14,3	16,0	16,2	22,2	18,4	22,5	22,1
Bachorový ⁴	\bar{x}	7,14	1,28	6,40	1,25	4,88	1,04	5,35	1,13
	s_x	1,18	0,25	2,02	0,41	1,59	0,31	1,09	0,20
	v	16,5	19,6	31,6	32,7	32,7	30,1	20,3	17,9
Obličkový ⁵	\bar{x}	9,61	1,72	8,24	1,61	5,12	1,10	6,86	1,44
	s_x	1,86	0,34	2,05	0,39	1,40	0,26	1,54	0,30
	v	9,3	19,6	24,9	24,1	27,4	23,3	22,5	20,4
Vnútorný spolu ⁶	\bar{x}	20,62	3,70	18,30	3,58	12,98	2,78	15,09	3,18
	s_x	3,13	0,62	3,81	0,75	3,65	0,68	2,77	0,51
	v	15,2	16,7	20,8	20,9	28,1	24,5	18,3	16,0
Preukazné rozdiely pri podieloch loja ⁷			S-PPI	S-P	B-PPI	P-PPI			
– črevného			–	–	0,10*	–			
– bachorového			0,24*	–	–	–			
– obličkohé			0,62**	0,28**	0,51**	–	0,34**		
– spolu celkového ⁸			0,92**	0,52**	0,80**	–	–		

¹inner fat, ²group, ³intestinal f., ⁴rumen f., ⁵kidney f., ⁶total inner fat, ⁷significant differences in proportions of fat, ⁸total

v skupine B. Rozdiel 0,10 % v tejto skupine a najnižším podielom v skupine PPI bol preukazný ($P < 0,01$). Najvyššie ukladanie bachorového tuku sme zistili v skupine

S (7,14 kg) a podielom na živej hmotnosti (1,28 %). Najnižšie ukladanie mala skupina PPI (4,88 kg a 1,04 %). Rozdiel v podielu bachorového tuku medzi skupinou S a PPI

Tab. 6. Technologická rozrábka jatočných polovic – Technological dissection of carcass sides

Ukazovateľ	n	Skupina ²				Testovanie rozdielov ³				
		S	B	PPI	P	S-B	S-PPI	S-P	B-PPI	B-P
		9	11	12	9					
Hmotnosť jatočnej polovice ⁴ (kg)	\bar{x}	155,23	143,52	136,62	131,04					
	s_x	13,86	15,21	14,38	10,21					
	v	8,93	10,60	10,53	7,79					
Hmotnosť mäsa ⁵ (kg)	\bar{x}	114,76	104,68	106,76	97,34	–	–	17,42**	–	–
	s_x	12,69	11,60	12,14	7,68					
	v	11,06	11,08	11,37	7,89					
Podiel mäsa ⁶ (%)	\bar{x}	73,93	72,94	78,16	74,28	–	4,23**	–	5,22**	1,34*
	s_x	1,98	1,02	1,41	1,65					
	v	2,68	1,4	1,81	2,22					
Mäso 1. triedy ⁷ (kg)	\bar{x}	63,08	58,43	59,13	51,43	–	–	11,65**	–	7,0**
	s_x	7,69	5,58	6,89	3,03					
	v	12,19	9,55	11,66	5,90					
Podiel mäsa 1. triedy ⁸ (%)	\bar{x}	40,63	40,71	43,29	39,25	–	2,66**	2,58**	1,46*	4,04**
	s_x	1,79	1,32	1,55	1,41					
	v	4,41	3,25	3,58	3,58					
Kosti ⁹ (kg)	\bar{x}	24,63	24,81	20,95	22,91	–	3,68**	–	3,86**	–
	s_x	2,67	2,62	1,96	1,73					
	v	10,85	10,55	9,35	7,56					
Podiel kosti ¹⁰ (%)	\bar{x}	15,86	17,29	15,34	17,48	1,43**	–	1,62**	1,95**	–
	s_x	0,79	1,09	1,27	0,73					
	v	4,97	6,32	8,26	4,18					
Šľachy a žily ¹¹ (kg)	\bar{x}	1,13	0,73	0,78	0,94	0,4**	0,35**	–	–	–
	s_x	0,35	0,14	0,16	0,21					
	v	31,22	19,31	19,95	22,22					
Podiel šliach a žil ¹² (%)	\bar{x}	0,73	0,51	0,57	0,72	0,22+	–	–	–	0,21**
	s_x	0,24	0,09	0,12	0,15					
	v	32,53	17,31	20,85	21,38					
Oddeliteľný tuk ¹³ (kg)	\bar{x}	14,69	13,24	8,09	9,86	–	6,6**	4,83**	5,15**	3,38**
	s_x	2,22	2,58	1,51	2,04					
	v	15,11	19,48	18,67	20,69					
Podiel oddeliteľného tuku ¹⁴ (%)	\bar{x}	9,46	9,22	5,93	7,52	–	3,53**	1,94**	3,29**	1,7*
	s_x	1,83	1,53	0,80	1,27					
	v	19,33	16,62	13,53	16,85					

¹group, ²test of differences, ³parameter, ⁴weight of carcass side, ⁵weight of meat, ⁶proportion of meat, ⁷1st class meat, ⁸proportion of 1st class meat, ⁹bones, ¹⁰proportion of bones, ¹¹tendons and veins, ¹²proportion of tendons and veins, ¹³separable fat, ¹⁴proportion of separable fat

bol štatisticky preukazný. Najväčšie rozdiely medzi jednotlivými skupinami býkov sme zistili pri ukladaní obličkového tuku, vysoko preukazne najnižšie ($P < 0,01$) pri krížencoch PPI. Zároveň sme zistili vysoko preukazne vyšší podiel ($P < 0,01$) v S skupine v porovnaní s býčkami skupiny P. Obsah celkového vnútorného tuku bol najvyšší v skupine býkov S (20,62 kg, t. j. 3,7 % zo živej hmotnosti pred zabitím), potom nasledovali býky skupiny B s obsahom 18,30 kg a podielom 3,58 %. Býky plemena P mali obsah vnútorného tuku 15,09 kg s podielom

3,18 %. Najnižší podiel sme zistili pri krížencoch PPI s obsahom 12,98 kg a podielom len 2,78 %. Rozdiel v obsahu a podielu vnútorného tuku bol v skupine krížencov PPI vysoko preukazný v porovnaní so skupinou S a B. V obsahu vnútorného tuku sme zistili vysoko preukazný rozdiel ($P < 0,01$) aj medzi skupinami S a P. Ako vyplýva z údajov uvedených v tab. 5, na obsah vnútorného tuku vplývala aj intenzita rastu živej hmotnosti a v konečnom dôsledku aj živá hmotnosť na konci pokusu. V pokuse pri býčoch pinzgauškého plemena a krížencoch s pie-

montským plemenom sme zhodne s Pajtášom *et al.* (1973), Timkom (1979), Piťhom (1995) a Kögelom *et al.* (1989) zistili nižšie ukladanie vnútorného tuku. U býčkov P plemena pri vyššej intenzite rastu zistil Antal (1994) aj vyššie ukladanie vnútorného tuku, čo sme v našom pokuse ani pri vysokej intenzite rastu nepozorovali.

Skladba jatočného tela

Výsledky technologickej rozrábky pravej jatočnej polovičky uvádzame v tab. 6. Celková hmotnosť mäsa z jatočnej polovičky bola najvyššia v skupine S 114,76 kg a najnižšia v súlade s hmotnosťou pred zabitím pri býkoch P plemena. Rozdiel medzi S a P 17,42 kg bol štatisticky preukazný ($P < 0,01$). Hmotnosť mäsa v skupinách B a PPI bola voči ostatným skupinám nepreukazná s opačnými hodnotami ako pri živej hmotnosti. Najvyšší podiel mäsa z jatočnej polovičky sme zistili pri krížencoch PPI, keď rozdiel bol vysoko preukazný ($P < 0,01$) v porovnaní so skupinami B, S a P. Zistili sme aj preukazný rozdiel ($P < 0,05$) medzi skupinou B a P. Hmotnosť mäsa 1. triedy bola najvyššia v skupine S a nepreukazne nižšia v skupinách PPI a B. Vysoko preukazne nižší rozdiel ($P < 0,01$) bol v skupine P v porovnaní so skupinami S, B a PPI. Výraznejšie rozdiely medzi skupinami sme zistili pri pomere mäsa 1. triedy. Najvyšší pomer z jatočnej polovičky bol v skupine krížencov PPI. Rozdiel medzi touto skupinou a skupinami P, B a S bol vysoko preukazný ($P < 0,01$) a rozdiel medzi skupinou B a P preukazný ($P < 0,05$).

Pri technologickej rozrábke jatočných polovičiek sme zistili najvyššie zastúpenie kostí v skupine býkov P a B (17,48 a 17,29 %). Vysoko preukazne nižší podiel kosti pri ($P < 0,01$) sme zistili v skupine S býkov a krížencov s plemenom PPI. Najnižší podiel kostí so šľachami bol v skupine s krížencami PPI, len 15,91 %.

Podiel oddeliteľného tuku v jatočnej polovičke bol najnižší pri krížencoch PPI, len 5,93 %. Priemerný obsah tuku v skupine P bol nepreukazne vyšší o 2,39 %. Vysoko preukazne vyšší podiel oddeliteľného tuku ($P < 0,01$) v jatočnej polovičke v porovnaní s krížencami PPI sme zistili v skupinách S a B, ale pri vyššej živej hmotnosti a vyššej intenzite rastu počas pokusu. Najvyšší podiel mäsa a mäsa 1. triedy a najnižší podiel kosti a oddeliteľného tuku sme zistili v skupine krížencov s plemenom PPI. Nami zistené výsledky pri technologickej rozrábke jatočných polovičiek sú v súlade s výsledkami, ktoré uverejnili Kögel *et al.* (1989, 1998), Oostendorp a Hanekamp (1990), Antal (1994), Piťha (1995), Kica *et al.* (1998).

LITERATÚRA

- Antal J. (1991): The effect of live weight growth intensity on the carcass value of bulls of the Slovak Pinzgau breed. *Sci. Agric. bohemoslov.*, 23: 199–207.
- Antal J., Hubinský V. (1992): Prvé výsledky šľachtenia slovenského pinzgauského plemena na mäsovú úžitkovosť. *Náš Chov*, 52: 203–204.
- Cibuľa M., Antal J., Benc F. (1987): Výkrmové a jatočné vlastnosti býkov slovenského pinzgauského plemena a ich krížencov F_{10} generácie s ayrshirským a červenostrakatým plemenom HF. Nitra.
- Kica J., Polák J., Huba J., Kmet' J., Sakowski T., Sloniewski K. (1999): Porovnanie mäsovej úžitkovosti býčkov slovenského strakatého dobytká po rôznych plemenníkoch. *Czech J. Anim. Sci.*, 44: 201–206.
- Chrenek, Benc, 1985a, b: **doplní autor**
- Kögel J., Müller W., Muggenhalter A., Demfle L. *et al.* (1989a): Untersuchungen zur Frage geeigneter Vatterassen für Gebrauchkreuzung beim Deutschen Braunvieh. 1. Mitteilung Bullenmast-, Mast- und Schlachtleistung. *Züchtungskunde*, 61: 210–222.
- Kögel J., Müller W., Dempfle L., Muggenhalter A. (1989b): Untersuchungen zur Frage geeigneter Vatterassen für Gebrauchtkörperwert und Mehrwert der Kreuzungskälber. 2. Mitteilung: Bullenmast-, Schlachtkörperwert und Mehrwert Kreuzungskälber. *Züchtungskunde*, 61: 223–235.
- Kögel J. (1998): Carcass and meat quality of the Pinzgauer Breed in comparison to other dual purpose breeds. *Int. Pinzgauer Cattle Breeders Assoc., Report Nr 2*.
- Nosál V., Kica J. (1980): Technika výkrmu býčkov slovenského pinzgauského plemena a krížencov F_1 generácie slovenského pinzgauského s mliekovými plemenami. Nitra.
- Oostendorp D., Hanekamp W. J. A. (1990): Utilization of Piemont sires for crossing with dairy herds in the Netherlands. *Veeproholland*, 6: 10–11.
- Piťha V. (1995): Piemontské plemeno (Piemontese). *Chov masných plemen skotu. Český svaz chovatelů masného skotu, Nakl. APROS*: 42–46.
- Pajtáš M., Fryštik F., Sommer A., Bucko R., Špiruda J. (1973): Úžitkové kríženie slovenského strakatého a pinzgauského dobytká so špecializovanými mäsovými plemenami. *Živoč. Výr.*, 7: 509–519.

Došlo 27. 10. 1999

Prijaté k publikovaniu 17. 5. 2000

Kontaktná adresa:

Ing. Ján Kica, CSc., Výskumný ústav živočišnej výroby, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovenská republika, tel.: + 421 87 654 63 58, fax: + 421 87 654 63 61, e-mail: slach@vuzv.sk

GROWTH AND CARCASS VALUE OF CASHMERE MALE AND FEMALE KIDS UNDER SEMI-INTENSIVE FATTENING

RŮST A JATEČNÁ HODNOTA U KAŠMÍRSKÝCH KOZLÍKŮ A KOZIČEK PŘI POLOINTENZIVNÍM VÝKRMU

J. Kuchtik, M. Hošek

Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: The growth intensity and carcass value of male and female kids of the Cashmere goat breed were evaluated under semi-intensive fattening on the Šošůvka farm. The average daily intake of male kids was 15.14 g PDI and 2.09 MJ NE for fattening (NEF) and of female kids 18.43 g PDI and 2.07 MJ NEF. The average live weight at the age of 81 days for the male and female kids was 13.49 and 10.50 kg ($P \leq 0.01$). The average daily gain in the interval between birth and 81 days of age for the whole group was 0.125 kg, i.e., 0.141 and 0.107 kg for the male and female kids, respectively ($P \leq 0.01$). The carcass yield of male kids was 46.71% and of female kids 48.63%. The colour of meat of all females and half of the male kids was dark. The proportion of leg and shoulder was insignificantly higher in the male kids. The difference between the sexes in the musculature (in the right shoulder) in terms of weight and percentage was not statistically significant. On the contrary, the differences between sexes in fat weight and percentage were $P \leq 0.01$ in favour of the female kids.

Keywords: Cashmere goats; male and female kids; growth intensity; carcass value

ABSTRAKT: Sledování růstové intenzity a jatečné hodnoty u kozlíků a koziček plemene Kašmírová koza při aplikaci polointenzivního výkrmu bylo realizováno v roce 1999 na farmě koz v Šošůvce. V rámci hodnocení růstu bylo do sledování zařazeno celkem 29 kůzlat – jedináček (16 kozlíků a 13 koziček). Kontrolní porážka byla realizována u šesti kozlíků a šesti koziček. Průměrný denní příjem u kozlíků vybraných ke kontrolní porážce byl 15,14 g PDI a 2,09 MJ NEV a 18,43 g PDI a 2,07 MJ NEV u koziček. Průměrná živá hmotnost při narození u celého sledovaného souboru byla 1,98 kg, u kozlíků 2,08 kg a u koziček 1,78 kg, když rozdíl mezi pohlavími byl statisticky vysoce průkazný ($P \leq 0,01$). Průměrná živá hmotnost ve 30 dnech věku byla u kozlíků 6,98 kg a u koziček 5,52 kg a rozdíl mezi oběma skupinami byl opětovně statisticky vysoce průkazný ($P \leq 0,01$). Průměrný přírůstek v intervalu od narození do 30 dnů věku, tedy za období které je možné charakterizovat jako období mléčné výživy, byl u kozlíků 0,163 kg a u koziček 0,125 kg při $P \leq 0,01$. Průměrná živá hmotnost v 81 dnech věku byla u kozlíků 13,49 kg a u koziček 10,50 kg, když rozdíl mezi oběma skupinami byl statisticky vysoce průkazný ($P \leq 0,01$). Průměrný denní přírůstek v intervalu od narození do 81 dnů věku byl za celý sledovaný soubor 0,125 kg, u kozlíků 0,141 kg a u koziček 0,107 kg. Průměrná živá hmotnost u kozlíků před kontrolní porážkou byla neprůkazně nižší (13,47 kg) oproti kozičkám (13,80 kg). Průměrný věk při porážce byl u kozlíků 81,5 dne a u koziček 141,17 dne. Z experimentálního zhodnocení protučnění a zbarvení masa jatečně opracovaných těl (JOT) vyplynulo, že všechny odporažené kusy měly třídu za protučnění 2 a všechny kozičky a polovina kozlíků barvu svaloviny jinou než světle růžovou (tmavou). Výtěžnost JOT u kozlíků byla 46,71 %, přičemž u koziček byla neprůkazně vyšší (48,63 %). Hmotnost ledvinky byla u obou pohlaví v podstatě totožná (0,06, resp. 0,07 kg), avšak průměrná hmotnost ledvinového tuku byla neprůkazně nižší u kozlíků (0,072 kg) oproti kozičkám (0,095 kg). Průměrná hmotnost kýty u kozlíků byla 2,015 kg a u koziček 2,023 kg. Průměrný podíl kýty a plece byl neprůkazně vyšší u kozlíků. V rámci hodnocení podílů jednotlivých tkání v pravé pleci nebyl stanoven u svaloviny, a to jak z pohledu hmotnostního, tak i procentického, statisticky průkazný rozdíl mezi skupinami. Naproti tomu u hmotnosti, resp. procentního zastoupení tuku v pravé pleci, byl mezi oběma skupinami v obou těchto ukazatelích stanoven statisticky vysoce průkazný rozdíl ($P \leq 0,01$), když vyšší hmotnost, resp. podíl byl stanoven u koziček (0,10 kg, resp. 14,68 %). Vyšší průměrný podíl kostí byl stanoven u kozlíků (23,72 %) a stanovený rozdíl oproti kozičkám byl statisticky průkazný ($P \leq 0,05$).

Klíčová slova: plemeno Kašmírová koza; kozlíci a kozičky; růstová intenzita; jatečné hodnoty

INTRODUCTION

The early 1990s saw a new trend in goat production in the Czech Republic, i.e., the breeding of goat wool breeds. These goats were kept to produce wool. This new trend was stimulated particularly by the relative shortage of this commodity both on the domestic and foreign market and also because the prices on the world market were favourable. In the following period, however, the commodity was not as successful on the market as it had been expected, particularly due to the fragmentation of production and the changing fashion trends. The final result was the liquidation of most of the flocks. Today there are only a few flocks of cashmere and angora goats. Based on qualified estimations of the Czech Association of Sheep and Goat Breeders, about 60–70 Cashmere goats are kept in the Czech Republic, particularly for meat production, to a certain extent also for pelt production. The production of cashmere goats is still promising in this country, particularly because the goats can be raised in the remote and less accessible regions (Bařina, 1994) where they can also effectively help to sustain the landscape. Another possibility, not yet fully implemented, is to process wool on the farms.

In general, the issue of meat efficiency of the goat wool breeds, especially in the past period, was handled only sporadically, in contrast to the production and quality of wool. The volume of information, especially on Cashmere goats, has increased considerably in this country in recent years i.e., from the papers of McGregor (1990), Snell (1996), Newman and Paterson (1996) and Misra *et al.* (1998). Daskiran and Ertugrul (1994) were involved in studies of the growth, to a certain extent also of the carcass quality, of other wool breeds of goats, specifically Angora kids, and Maghoub and Lodge (1996) studied the Omani Batina breed. Skřivanová *et al.* (1995) studied the effect of nutrition on growth, carcass quality and meat quality of kids of the domestic White Short-Woolled breed.

MATERIAL AND METHODS

The growth intensity and carcass value of male and female Cashmere kids were studied under semi-intensive fattening on the Šošůvka farm in 1999. This farm which holds 37 goats is a representative farm for Cashmere goats in the Czech Republic. The growth intensity was studied in 29 kids – singletons (16 males and 13 females) born between 1st and 7th January. The whole flock of Cashmere goats grazed outdoors until 25th November 1998 because climatic conditions were favourable. This was a much later date than in the previous years.

The kids stayed with their mothers all the time and their contact with mothers was not regulated in any way. The estimated daily consumption of mother's milk was sex-dependent and ranged between 0.50 and 1.00 li-

tre for the male kids (Table 1) and between 0.15 and 1.00 litre for the females (Table 2). The average estimated consumption of animals selected for control slaughter was 0.74 and 0.54 litres for the male and female kids, respectively, and this corresponds to the average consumption of 7.38 g PDI and 1.49 MJ NE for fattening (NEF) in the males and 5.41 g PDI and 1.09 MJ NEF in the females. At 31 days of age (5th week), on average, additional feeding was started, i. e., hay and concentrates consisting of 50% triticale, 35% spring barley, 10% oats and 5% field peas were included. The male kids selected for control slaughter ($n = 6$) consumed on average 0.05 kg of hay (i.e., 3.44 g PDI and 0.20 MJ NEF) and 0.054 kg of concentrates (i.e., 4.32 g PDI and 0.40 MJ NEF) per animal/day for the entire period of investigations. The average daily consumption of female kids selected for control slaughter ($n = 6$) was 0.065 kg of hay (i.e., 4.53 g PDI and 0.26 MJ NEF) and 0.081 kg of concentrates (i.e., 6.54 g PDI and 0.60 MJ NEF). The female kids were allowed to graze freely with their mothers the last 15 days and the uptake of about 1 kg of herbage per animal and day corresponded to 1.95 g PDI and 0.12 MJ NEF. The total average daily uptake by the males was 15.14 g PDI and 2.09 MJ NEF, and 18.43 g PDI and 2.07 MJ NEF by the females.

The kids were weighed regularly. All the males were transported to the slaughter house at an average age about 81 days; 6 kids of an average age 81.5 days were taken for control slaughter. Out of the total number of 13 female kids, 7 were sold to the slaughter house at an average age of 81 days. The other 6 female kids selected for control slaughter were left for further breeding. The females underwent control slaughter at the average age of 141.17 days. The cooled carcasses were then experimentally evaluated and classified according to their weight, meat colour and marbling within the category of lambs and kids weighing less than 13 kg (Pour *et al.*, 1998). Carcass dissection was reduced to find only the proportion of leg and shoulder, respecting the weight and carcass size. The individual tissues were analysed in the right shoulder. For the mathematical and statistical assessment we applied calculations of the basic variation statistical values and for testing the two means we used Student' *t*-test. The programme UNISTAT, version 4.53, was used.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 3 gives a survey of selected growth parameters for the whole group of animals ($n = 29$). The average live weight at birth of the whole group was 1.98 kg, i.e., male kids ($n = 16$) 2.08 kg and female kids ($n = 13$) 1.78 kg, the difference between the sexes was statistically highly significant ($P \leq 0.01$). The average weight of Cashmere male and female kids at birth mentioned in the present study was slightly lower than the weight reported by Newman and Paterson (1996) and Misra *et al.* (1998). The average live weight at 30 days of age was 6.98 and

Table 1. Consumption of feed in the male kids selected for control slaughter

Age (weeks)	Mother's milk (l) (estimated consumption)	Hay (kg)	Concentrate* (kg)
1	0.75	-	-
2-4	1	-	-
5	0.75	0.025	0.025
6	0.75	0.050	0.050
7-8	0.75	0.075	0.075
9-10	0.50	0.100	0.100
11-12	0.50	0.100	0.125
Total consumption per animal for the whole period (81.5 days)	60	4.075	4.365
Average daily consumption per animal/day	0.74	0.050	0.054
Average daily uptake per animal PDI (g)	7.38	3.44	4.32
Average daily uptake per animal NEF (MJ)	1.49	0.20	0.40

* Concentrate: 50% triticale, 35% spring barley, 10% oats and 5% field peas

5.52 kg for the male and female kids, respectively, the difference between the two groups was statistically highly significant ($P \leq 0.01$). The average daily gain from birth to 30 days of age, i.e., in the period which can be characterised as a period of purely milk nutrition, for the whole group was 0.145, i.e., 0.163 and 0.125 kg for the males and females, respectively, the difference being statistically highly significant ($P \leq 0.01$). The average live weight at 81 days of age in the males and females was 13.49 and 10.50 kg, respectively, the difference was statistically highly significant ($P \leq 0.01$). Snell (1996) found that the average live weight of Cashmere male kids at 100 days of age was 13.76 kg while Misra *et al.* (1998) reported that Changthangi pashmina male kids did not reach the average live weight of 13.60 kg until the average age of 9 months. The average daily gain from birth to 81 days of age in the whole group was 0.125 kg, i.e., 0.141 and 0.107 kg for the male and female

kids, respectively. These values are higher than those reported by Newman and Paterson (1996), who found that the average daily gain of Cashmere male kids in the period until weaning (before ca 79 days of age) and females (before 72 days of age) was 0.078 and 0.072 kg, respectively. On the contrary, El-Hag and El-Shargi (1996) found that the daily gain of the same breed was considerably higher than the daily weight gain determined in the present study, i.e., 0.182 kg. Maghoub and Lodge (1996) found that the average daily gain of the Omani Batina male and female kids reared to the average live weight of 28 kg was 0.118 kg and 0.087 kg, respectively.

The survey of some growth parameters (Table 4) of kids selected for control slaughter shows that the average daily gain of male kids ($n = 6$) between birth and 30 days of age is basically the same (0.164 kg) as the average daily gain found by the present authors in all males

Table 2. Consumption of feed in the female kids selected for control slaughter

Age (weeks)	Mother's milk (l) (estimated consumption)	Hay (kg)	Concentrate* (kg)	Grassland (estimated consumption)
1	0.75	-	-	-
2-4	1	-	-	-
5	0.75	0.025	0.025	-
6	0.75	0.050	0.050	-
7-8	0.75	0.075	0.075	-
9-10	0.50	0.100	0.100	-
11-12	0.50	0.100	0.125	-
13-18	0.30	0.100	0.125	-
19-21	0.15	0.050	0.100	1.00
Total consumption per animal for the whole period (141 days)	76.10	9.275	11.425	15.00
Average daily consumption per animal/day	0.54	0.065	0.081	0.106
Average daily uptake per animal PDI (g)	5.41	4.53	6.54	1.95
Average daily uptake per animal NEF (MJ)	1.09	0.26	0.60	0.12

* Concentrate: 50% triticale, 35% spring barley, 10% oats and 5% field peas

Table 3. Some growth characteristics of kids – the whole set tested

Characteristic	Average		Kids		t- test value
			Males (n = 16)	Females (n = 13)	
Live weight at birth (kg)	1.98	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	2.08 0.064	1.78 0.067	3.18**
Live weight at 30 days (kg)	6.33	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	6.98 0.106	5.52 0.269	5.43**
Live weight at 81 days (kg)	12.15	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	13.49 0.149	10.50 0.393	7.69**
Average daily gain from birth to 30 days (kg)	0.145	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	0.163 0.003	0.125 0.008	5.03**
Average daily gain from 30 to 81 days (kg)	0.114	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	0.127 0.003	0.097 0.004	5.97**
Average daily gain from birth to 81 days (kg)	0.125	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	0.141 0.002	0.107 0.005	7.75**

** $P \leq 0.01$

(0.163 kg). Also the average daily gain of the control-slaughtered males in the period between birth and slaughter was virtually the same (i.e., 0.137 kg) as the daily gain of the whole group of male kids in this interval (i.e., 0.141 kg). The average daily gain of female kids selected for control slaughter ($n = 6$) in the period between birth and 30 days of age was by 0.015 kg lower than in all female kids included in the investigations ($n = 13$), however, the average daily gain in the period between birth and 81 days of age was virtually the same (0.099 and 0.107 kg, respectively). The total average dai-

ly gain of this group for the period between birth and slaughter (up to 141 days) was 0.085 kg. The average live weight of the male kids before control slaughter was statistically insignificantly lower (13.47 kg) than in the female kids (13.80 kg). The average age of the male and female kids at slaughter was 81.5 and 141.17 days, respectively, the difference being statistically highly significant ($P \leq 0.01$).

The average carcass yield of the male kids (Table 5) was 46.71% while it was insignificantly higher in the female kids, i.e., 48.63%. Even though this difference in the car-

Table 4. Some growth characteristics of kids selected for control slaughter

Characteristic	Average		Kids		t- test value
			Males (n = 6)	Females (n = 6)	
Live weight at birth (kg)	2.06	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	2.30 0.052	1.82 0.070	5.54**
Live weight at 30 days (kg)	6.18	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	7.23 0.131	5.13 0.253	7.37**
Live weight at slaughter (kg)	13.63	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	13.47 0.195	13.80 0.413	0.73
Average daily gain from birth to 30 days (kg)	0.137	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	0.164 0.005	0.110 0.008	6.01**
Average daily gain from 30 to 81 days (kg)	0.113	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	0.133 0.004	0.092 0.004	6.71**
Average daily gain from birth to 81 days (kg)	0.121	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	0.137 0.002	0.099 0.005	8.31**
Average daily gain from birth to slaughter (kg)	0.111	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	0.137 0.002	0.085 0.005	14.53**
Average age of the slaughter (days)	111.33	\bar{x} $s_{\bar{x}}$	81.50 0.619	141.17 0.872	55.77**

** $P \leq 0.01$

carcass yield is statistically insignificant and makes 1.92%, it can be due to the fatter meat of the female kids. The carcass yields of the male kids determined in this study are considerably higher than those reported in the genotypes studied by Snell (1996) where the difference ranged between 8 and 4.5%. In Cashmere kids this difference is 5.11%. Lower carcass yields were reported also by Daskiran and Ertugrul (1994) for Angora kids, by Ochodnický *et al.* (1991) for the Slovakian White Polled Short-Woolled kids and by Skřivanová *et al.* (1995) for the White Short-Woolled kids. On the other hand, Maghoub and Lodge (1996) and El-Hag and El-Shargi (1996) reported higher carcass yields for male kids, i.e., from 52.0 to 55.9%, but the live weight and age of the slaughtered animals were considerably higher in both cases. The average weight of the skin of the males was higher (1.26 kg), the difference between the sexes was statistically significant ($P \leq 0.05$). The average pro-

portion of skin in the live weight of the female kids was higher than that of the males (i.e., 12.31% and 9.38%, respectively), and the difference was statistically highly significant ($P \leq 0.01$). Our data on the proportion of skin in both sexes of Cashmere kids are considerably higher than data reported by Pálenfk (1990) or Ochodnický *et al.* (1991) for the domestic breeds, but basically identical with data reported by El-Hag and El-Shargi (1996).

The weight of the kidney was virtually the same in both sexes of Cashmere kids (0.06 and 0.07 kg, respectively), but in both cases our data are higher than reported by Skřivanová *et al.* (1995). The average weight of kidney fat in the males was 0.072 kg and was significantly higher than that of the females (0.095 kg). The weight of kidney fat of Cashmere female kids determined in the present study was virtually the same as the weight reported by Ochodnický *et al.* (1991). However, the slaughter weight of their female kids was consider-

Table 5. Basic data from carcass analyses

Characteristic		Kids		t- test value
		Males (n = 6)	Females (n = 6)	
Live weight at slaughter (kg)	\bar{x}	13.47	13.80	0.73
	s_x	0.195	0.413	
Dressed carcass weight (in cold cond. - kg)	\bar{x}	6.29	6.72	1.31
	s_x	0.188	0.266	
Carcass yield (%)	\bar{x}	46.71	48.63	1.44
	s_x	1.103	0.759	
Skin weight (kg)	\bar{x}	1.26	1.13	2.39 *
	s_x	0.031	0.045	
Skin percentage (%)	\bar{x}	9.38	12.31	6.12 **
	s_x	0.162	0.452	
Kidney weight (kg)	\bar{x}	0.06	0.07	0.95
	s_x	0.003	0.008	
Kidney percentage (%)	\bar{x}	0.95	1.04	0.50
	s_x	0.032	0.160	
Kidney fat weight (kg)	\bar{x}	0.072	0.095	2.01
	s_x	0.003	0.011	
Kidney fat percentage (%)	\bar{x}	1.14	1.40	1.82
	s_x	0.040	0.136	
Heart weight (kg)	\bar{x}	0.065	0.055	2.44 *
	s_x	0.002	0.003	
Lung weight (kg)	\bar{x}	0.17	0.11	8.55 **
	s_x	0.003	0.005	
Liver weight (kg)	\bar{x}	0.27	0.25	1.57
	s_x	0.006	0.013	
Spleen weight (kg)	\bar{x}	0.020	0.017	1.00
	s_x	0.000	0.003	
Testicle weight (kg)	\bar{x}	0.09	-	-
	s_x	0.004	-	

* $P \leq 0.01$; ** $P \leq 0.05$

Table 6. Proportion of the separate cuts (leg and shoulder) of dressed carcass (in kg and in %)

Characteristic		Male – kids (n = 6)	Female – kids (n = 6)	t-test
Leg (kg)	\bar{x}	2.015	2.023	0.05
	$s_{\bar{x}}$	0.097	0.108	
Leg (%)	\bar{x}	31.95	30.06	1.80
	$s_{\bar{x}}$	0.676	0.801	
Shoulder (kg)	\bar{x}	1.310	1.318	0.11
	$s_{\bar{x}}$	0.051	0.053	
Shoulder (%)	\bar{x}	20.80	19.65	2.04
	$s_{\bar{x}}$	0.339	0.451	

ably higher. El-Hag and El-Shargi (1996) reported that the weight of kidney fat in the males of 47.2 kg average live weight before slaughter was 0.73 kg. Differences in the average weights of the organs used for human consumption (heart, lungs, liver and spleen) between the sexes were determined. Statistically significant differences ($P \leq 0.05$) were found between the weights of heart and statistically highly significant ones ($P \leq 0.01$) between the weights of lungs.

Cooled carcasses were experimentally assessed, i.e., the weight, meat colour and marbling, and they were included in the respective classes in the category for carcasses of lambs and kids weighing less than 13 kg when taken over (Pour *et al.*, 1998). Three male kids were included class A 1/2, the colour of their meat was light pink, marbling was classified at 2. Three males were included in class A 2/2, the colour of their meat was other than light pink (dark). Three female kids were classified as B 2/2 and 3 as A 2/2 because the colour of their meat was other than light pink (dark) and marbling was assigned class 2 for all of them. Snell (1996) came to a ge-

neral conclusion that the meat colour of Cashmere kids was markedly darker than that of the other genotypes.

The classification of carcasses was applied to the leg and shoulder (Table 6). The average weight of leg in the male and female kids was 2.015 and 2.023 kg, respectively, the difference between the groups was not statistically significant. The average proportion of leg was insignificantly higher in male kids (31.95%) while in female kids it was 30.06%. In the present study the average proportion of leg was found to be slightly higher than what Snell (1996) and Ochodnický *et al.* (1991) reported in their genotypes, but it was basically identical with Reismann and Seifert (1992) in kids of the West African goat. The average weight of shoulder was virtually the same in both groups, but in terms of the average proportions of these cuts in the carcass, an insignificantly higher proportion (20.80%) was found in male kids, which is basically identical with the datum reported by Snell (1996) in Cashmere male kids.

Evaluation of the proportions of individual tissues in the right shoulder (Table 7) showed that for the muscu-

Table 7. Proportions of the particular tissues in right shoulder (in kg and in %)

Characteristic		Male – kids (n = 6)	Female – kids (n = 6)	t-test
Muscle (kg)	\bar{x}	0.44	0.43	0.41
	$s_{\bar{x}}$	0.019	0.021	
Muscle (%)	\bar{x}	67.19	64.43	2.22
	$s_{\bar{x}}$	0.818	0.932	
Bones (kg)	\bar{x}	0.16	0.14	1.88
	$s_{\bar{x}}$	0.006	0.006	
Bones (%)	\bar{x}	23.72	20.89	2.37*
	$s_{\bar{x}}$	1.124	0.389	
Fat (kg)	\bar{x}	0.06	0.10	4.93**
	$s_{\bar{x}}$	0.004	0.006	
Fat (%)	\bar{x}	9.09	14.68	5.75**
	$s_{\bar{x}}$	0.372	0.898	

* $P \leq 0.01$; ** $P \leq 0.05$

lature, in terms of weight and percentage, there was no statistically significant difference between the groups of male and female kids. The proportion of muscles in the right shoulder of male kids was 67.19% and this value is virtually identical with data reported by Maghoub and Lodge (1996) and McGregor (1990). Nevertheless, according to Ochodnický *et al.* (1991) the proportion of muscles in the right shoulder of the Slovakian White Polled Short-Woolled male kids, slaughtered at a considerably higher live weight, was 72.4%. The difference between the two groups in fat weight and percentage in the right shoulder was statistically highly significant ($P \leq 0.01$), both values were higher in female kids (0.10 kg and 14.68%, respectively). The proportion of fat in male kids was 9.09%, which is much higher than reported by Ochodnický *et al.* (1991). In his comparative study Snell (1996) also reported that Cashmere male kids had the highest external and internal fat content compared with five other genotypes. On the other hand, Mowlen (1992) reported that the proportion of subcutaneous and intramuscular fat of kids of the Angora \times British Saanen crosses was 12.5 and 17%, respectively. The average proportions of bones determined by the present authors are virtually the same as data found by the majority of authors dealing with this issue. This proportion was higher in the male kids (23.72%) and the difference between the sexes was statistically significant ($P \leq 0.05$).

CONCLUSION

Studies of the growth parameters of both sexes of Cashmere kids showed that the weight gain of male kids was considerably higher in all the studied intervals, the difference between the sexes being statistically highly significant ($P \leq 0.01$). Carcass yields were insignificantly higher in female kids while the proportion of leg and shoulder was insignificantly higher in male kids. Experimental evaluations of the carcass colour showed that the meat colour of all female kids was other than light pink (dark) while the colour of the meat of one half of all control slaughtered male kids was dark. Evaluations of the proportion of individual tissues in the right shoulder showed that in terms of weight and percentage there was no statistically significant difference between the groups. On the other hand, in terms of fat weight and percentage, the differences were statistically highly significant ($P \leq 0.01$), both the fat weight and percentage were higher in female kids.

REFERENCES

- Bařina V. (1994): Chov srstnatých plemen koz. *Náš chov*, 10: 28–29.
- Daskiran I., Ertugrul M. (1994): Postweaning fattening performance and carcass characters of male Angora kids. *Lalahan Hayvancilik Arastirma Enstitusu Dergisi*, 34: 9–78.
- El-Hag M. G., El-Shargi K. M. (1996): Feedlot performance and carcass characteristics of local (Dhofari) and exotic (Cashmere) goats fed on a high-fiber by-products diet supplemented with fish sardine. *Asian Aust. J. Anim. Sci.*, 9: 389–396.
- Maghoub O., Lodge G. A. (1996): Growth and body composition in meat production of Omani Batina Goats. *Small Ruminant Res.*, 19: 233–246.
- McGregor B. A. (1990): Boneless meat yields and prediction equations from carcass parameters of Australian cashmere goats. *Small Ruminant Res.*, 3: 465–473.
- Misra R. K., Singh B., Jain V. K. (1998): Breed characteristics of Chantghangi pashmina. *Small Ruminant Res.*, 27: 97–102.
- Mowlem A. (1992): Goat farming. Farming Press Ltd. U.K. 152 pp.
- Newman S. A. N., Paterson D. J. (1996): Estimates of environmental effects for liveweight and fleece characteristics of New Zealand cashmere goats. *N. Z. J. Agric. Res.*, 39: 379–386.
- Ochodnický D., Margetínová J., Mikušová J. (1991): Jatočná kvalita kozliat z intenzívneho výkrmu. *Živoč. Výr.*, 36: 55–65.
- Páleník Š. (1990): Jatočná hodnota mliečnych kozliat a jahniat. *Živoč. Výr.*, 35: 817–824.
- Pour M., Vrchlabský J., Ivánek J., Pulkrábek J., Smolák M. (1998): Provděcí projekt zavedení objektivní klasifikace jatečných zvířat v České republice. Praha, MZe: 1–8.
- Reismann M., Seifert H. (1992): Mastleistung, Schlachtkorpusammensetzung und Fleischbeschaffenheit bei der Afrikanischen zwergziege. *Wissenschaftliche Z. Humboldt Univ. Berlin, Reihe Agrarwissenschaften*, 41 (4): 27–33.
- Skřivanová V., Marounek M., Kuboušková M. (1995): Vliv výživy na růst, jatečnou hodnotu a kvalitu masa kůzlat. *Živoč. Výr.*, 40: 19–24.
- Snell H. (1996): Schlachtkorpermerkmale von Ziegenlammern der Rassen Bunte Deutsche Edelziege, Buren- und Kaschmirziege sowie Kreuzungen. *Fleischwirtschaft*, 76: 1335–1339.

Received for publication on March 1, 2000
Accepted for publication on May 17, 2000

Contact Address:

Dr. Ing. Jan Kuchník, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Ústav chovu hospodářských zvířat, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: + 420 5 45 13 32 30, fax: + 420 5 45 21 11 28, e-mail: kuchnik@mendelu.cz

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Slezská 7, 120 56 Prague 2, Czech Republic

Tel.: + 420 2 24 25 79 39, Fax: + 420 2 24 25 39 38, e-mail: redakce@uzpi.cz

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

Journal	Number of issues per year	Yearly subscription in USD	
		Europe	overseas
Rostlinná výroba (Plant Production)	12	195,-	214,-
Czech Journal of Animal Science (Živočišná výroba)	12	195,-	214,-
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12	195,-	214,-
Journal of Forest Science	12	195,-	214,-
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12	159,-	167,-
Czech Journal of Food Sciences (Potravinařské vědy)	6	92,-	97,-
Plant Protection Science (Ochrana rostlin)	4	62,-	64,-
Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (Genetika a šlechtění)	4	62,-	64,-
Zahradnictví (Horticultural Science)	4	62,-	64,-
Research in Agricultural Engineering	4	62,-	64,-

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

EFFECTS OF GENOTYPE AND PLANE OF NUTRITION IN FATTENING PIGS ON FATTENING, CARCASS AND MEAT QUALITY TRAITS

VPLYV GENOTYPU A ÚROVNE VÝŽIVY VÝKRMOVÝCH OŠÍPANÝCH NA UKAZOVATELE VÝKRMNOSTI, JATOČNEJ HODNOTY A KVALITY MÄSA

I. Bahelka, P. Fl'ak

Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The fattening, carcass and meat quality traits of three various genotypes of hybrid pigs (Large White \times Slovakian White Meaty) \times Synthetic line, Camborough and Stamboek were studied. The animals were fattened from 30 to approximately 103 kg body weight. The pigs of each genotype were divided into two groups and received two different feed mixtures. Feed mixture OPO (A) with soybean meal as the main source of plant protein contained 17.56% crude protein, 12.24 MJ/kg ME and 4.05% crude fibre. Feed mixture OPO/H (B) with pea and rapeseed meal contained 16.21% crude protein, 12.06 MJ/kg ME and 5.72% crude fibre. The analysis suggests differences in performance between the three genotypes of pigs receiving two feed mixtures. Stamboek hybrids had the highest growth intensity and the best utilization of feed on mixture A (932 g and 2.57 kg). Camborough hybrids had the highest level of meatiness expressed by the proportion of lean meat cuts (52.34%), but meat quality of these pigs was the worst. Stamboek hybrids on diet B had all fattening and carcass traits better than the other two hybrids except the average daily gain, eye-muscle area and proportion of less valuable parts. The most intensive growth was observed in Camborough hybrids (875 g). The latter diet affected negatively meat colour measured by GÖFO apparatus in (LW \times SWM) \times SL and Camborough hybrids (53.80 and 53.90, resp.) in comparison with Stamboek hybrids (59.68). Also the differences between two used diets within each genotype were found. Camborough hybrids fed mixture B had higher average daily gain and significantly lower feed consumption than those receiving mixture A (875 g and 3.10 kg and/or 823 g and 3.25 kg). However, feed mixture B decreased the meatiness and some meat quality traits. Stamboek pigs grew faster and better utilised the feed A than those on B (932 g and 2.57 kg and/or 860 g and 2.72 kg). The proportion of lean meat cuts was almost equal in both groups (51.92 and 51.93%, resp.). Traits of meat quality were similar. Different reactions of hybrid pigs to used diets were confirmed by occurrence of genotype \times diets interaction in fattening and some meat quality traits.

Keywords: pigs; feed efficiency; fattening and carcass value; meat quality; interaction

ABSTRAKT: Sledovali sa ukazovatele výkrmnosti, jatočnej hodnoty a kvality mäsa hybridných ošípaných troch rôznych genotypov: (BU \times BM) \times SL, Camborough a Stamboek. Ošípané každého genotypu boli rozdelené do dvoch skupín a kŕmené dvomi rôznymi kŕmными zmesami. Zmes OPO (A) s obsahom sójového extrahovaného šrotu obsahovala 17,56 % NL, 12,24 MJ/kg ME a 4,05 % vlákniiny. V kŕmnej zmesi OPO/H (B) s obsahom hrachu a repkového extrahovaného šrotu "00" bol obsah NL 16,21 %, ME 12,06 MJ/kg a vlákniiny 5,72 %. Výsledky poukazujú na rozdiely v úžitkovosti medzi tromi genotypmi ošípaných ako aj medzi zmesami v rámci daného genotypu. Na zmesi A dosiahli najvyššiu intenzitu rastu pri najlepšom využití kŕmiva hybridy Stamboek (932 g a 2,57 kg). Najvyššiu mäsovosť vyjadrenú podielom cenných mäsových častí mali ošípané Camborough (52,34 %), avšak kvalita mäsa týchto ošípaných bola najhoršia. Zmes B mala najpriaznivejší vplyv na ošípané Stamboek, ktoré dosiahli najlepšie hodnoty vo všetkých ukazovateľoch výkrmnosti a jatočnej hodnoty s výnimkou priemerného denného prírastku, plochy *m. l. d.* a podielu menejcenných častí. Tento typ výživy nepriaznivo ovplyvnil farbu mäsa (GÖFO) u ošípaných (BU \times BM) \times SL a Camborough (53,80 a 53,90) v porovnaní s hybridmi Stamboek (59,68). Zistili sa tiež rozdiely v produkčnej účinnosti oboch zmesí v rámci daného genotypu. Ošípané Camborough kŕmené zmesou B mali vyšší denný prírastok a preukazne nižšiu konverziu kŕmiva ako tie, ktoré boli kŕmené zmesou A (875 g a 3,10 kg, resp. 823 g a 3,25 kg). Kŕmna zmes B však znížila mäsovosť a zhoršila niektoré ukazovatele kvality mäsa. Hybridy Stamboek rástli rýchlejšie a lepšie zužitkovávali kŕmivo s obsahom sóje než s hrachom a repkovým šrotom (932 g a 2,57 kg, resp. 860 g a 2,72 kg). Podiel cenných mäsových častí bol takmer zhodný u oboch skupín (51,92 a 51,93 %). Odlišné reakcie hybridných ošípaných na použité kŕmne zmesi boli potvrdené výskytom interakcii genotypu a výživy v ukazovateľoch výkrmnosti a niektorých ukazovateľoch kvality mäsa.

Kľúčové slová: ošípané; produkčná účinnosť kŕmív; výkrmnosť a jatočná hodnota; kvalita mäsa; interakcia

INTRODUCTION

Genetic constitution of the individual is the main assumption to achieve a high level of performance of farm animals. Their genotype is realized and expressed in concrete environmental conditions (Karakoz, 1976; Nový *et al.*, 1981; Flak, 1995). Resulting demonstration of single attributes – phenotype that is observed, is the result of effects of genotype, environment and their interaction.

The nutrition has a decisive importance among the epigenetic factors. Pig as a monogaster has not any specific requirements for proteins but for the essential amino acids. Sufficient amounts of essential amino acids and their correct ratio as well as nonessential amino acids supplements and energy intake in diets of pigs present a good supposition to reach the high performance level of pigs. Prokop (1996) emphasizes that protein metabolism of pigs in the growth stages is dependent on the intake of crude protein, lysine and energy. Protein deposition is influenced by the amount and quality of received crude protein as well as by the genotype of pigs.

The aim of this study was to compare productive efficiency of two feed mixtures in pigs of three different genotypes.

MATERIAL AND METHODS

The fattening, carcass and meat quality traits of three various genotypes of slaughter pigs (Large White × Slovakian White Meaty) × Synthetic line – (LW × SWM) × SL, Camborough and Stamboek were studied. Pigs of each genotype were divided randomly into two groups and fed two different feed mixtures. The main source of plant protein in feed mixture OPO (A) was soybean meal and in feed mixture OPO/H (B) pea with rapeseed meal. The formulation and nutritive values of feeds are shown in Table 1. Two pigs were kept in each pen and fed *ad libitum*. The number of gilts and barrows in individual groups was equal (except for 2 groups). The animals were fattened from 30 to approximately 103 kg body weight. After the experiment terminated, the pigs were slaughtered and their carcasses were dissected according to the standard STN 46 6164. The following meat quality traits were also evaluated:

- pH measured 45 min *post mortem* in *musculus longissimus dorsi* (MLD), and/or *musculus semimembranosus* (MSM): pH MLD, pH MSM
- meat colour measured by GÖFO apparatus or Japanese scale: GÖFO, JS

Table 1. Formulation and nutritive value of used feed mixtures

Ingredients	OPO (feed A)	OPO/H (feed B)	Ingredients	OPO (feed A)	OPO/H (feed B)
Barley (%)	42.7	36.0	Dry matter (%)	86.82	87.73
Wheat (%)	21.0	22.0	Organic matter (%)	81.31	82.24
Oat (%)	15.0	11.2	Crude protein (%)	17.56	16.21
Soybean meal (%)	12.0	–	Crude fat (%)	1.96	2.15
Rapeseed meal „OO“ (%)	–	2.5	Crude fibre (%)	4.05	5.72
Pea (%)	–	10.0	N-free extract (%)	57.74	58.16
Lucerne meal (%)	–	7.0	Crude ash (%)	5.51	5.49
Wheat brans (%)	2.0	3.1	Metabolisable energy (MJ)	12.24	12.06
Fish meal (%)	2.0	–	Lysine (%)	0.84	0.82
Meat and bone meal (%)	0.8	3.5	Threonine (%)	0.53	0.65
Fodder yeast Vitex (%)	1.0	2.5	Methionine + Cysteine (%)	0.59	0.57
Mineral supplement			Tryptophan (%)	0.29	0.29
MKP 4 (%)	2.5	1.2	Ca (%)	0.98	0.94
Fodder salt (%)	0.4	0.4	P (%)	0.64	0.57
Biofactor supplement 3 (%)	0.6	–	Cu (mg)	44	36
Biofactor supplement 1 (%)	–	0.6	Fe (mg)	190	168
			Zn (mg)	302	206
			I (mg)	1.75	1.36
			Mn (mg)	100.0	72.0
			Vitamin A (m.j.)	9 580.0	4 790.0
			D ₃ (m.j.)	1 916.0	898.0
			E (mg)	24.0	6.0
			B ₂ (mg)	4.8	3.0
			B ₆ (mg)	2.4	1.2
			Niacine (mg)	18.0	9.0
			Dry matter (%)	86.82	87.73

– electrical conductivity 45 min (EC_{45}) or 24 hrs (EC_{24}) *post mortem* in MLD and MSM (μS): EC_1 MLD, EC_1 MSM, EC_{24} MLD, EC_{24} MSM

Experimental data were processed by the mathematico-statistical methods as follows:

- basic variational-statistical characteristics of the studied traits were estimated,
- comparison of the effects of genotype, feed mixture, and genotype \times feed mixture interaction of obtained observations were evaluated by the two-way analysis of variance with the fixed effects (Grofik and Flak, 1990) by the linear model equation:

$$y_{ijk} = \mu + g_i + f_j + (gf)_{ij} + e_{ijk}$$

where: y_{ijk} – k^{th} observation of the i^{th} genotype and the j^{th} feed mixture

g_i – fixed effect of the i^{th} genotype

f_j – fixed effect of the j^{th} feed mixture

$(gf)_{ij}$ – genotype \times feed mixture interaction

e_{ijk} – random independent normally distributed errors with $N(0, \sigma^2)$

Multiple comparisons of means were done by Dunn c -criterion. Comparison of means in the cases of statistical significance of genotype \times feed mixture interaction was evaluated by the statistical methods of comparing two or several groups (Grofik and Flak, 1990), and character of interaction was represented graphically.

RESULTS

The characteristics of fattening and carcass performance and meat quality of pigs receiving feed mixture A are shown in Table 2. Stamboek hybrids had the highest growth intensity and the most effective feed utilization (932 g and 2.57 kg). High growth intensity in this hybrid results in a lower proportion of lean meat cuts compared to Camborough hybrids (51.92% vs. 52.34%). It is interesting that it is not due to an increase in fat proportion but to a higher proportion of less valuable parts 15.90% in carcass vs. 15.19%. Camborough hybrids had the highest proportion of lean meat cuts and the largest eye-muscle area 44.40 cm². However, the meat quality of these pigs was the worst. The antagonism between quantity and quality of meat is confirmed. A decrease in the meat quality was evident 24 hours *post mortem* (meat colour, electrical conductivity).

Stamboek pigs receiving feed mixture B (Table 3) had all traits of fattening performance and carcass value better than the other two hybrids except average daily gain, eye-muscle area and proportion of less valuable parts. The meat colour was influenced by this feed mixture in (LW \times SWM) \times SL and Camborough pigs. The growth rate was highest in Camborough hybrids (875 g).

Table 2. The basic variation-statistical characteristics of fattening, carcass and meat quality traits of tested pigs receiving feed mixture OPO (A)

Trait	(LW \times SWM) \times SL <i>n</i> = 9			Camborough <i>n</i> = 10			Stamboek <i>n</i> = 18		
	\bar{x}	s_x	v (%)	\bar{x}	s_x	v (%)	\bar{x}	s_x	v (%)
Average daily gain (g) (ADG)	806.67	61.01	7.56	823.4	48.31	5.87	931.56	104.66	11.23
Feed consumption per kg gain (kg/kg) (FCG)	3.35	0.19	5.80	3.25	0.14	4.25	2.57	0.17	6.48
Weight of half-carcass (kg) (WHAC)	42.08	2.04	4.86	42.87	1.94	4.54	41.30	1.39	3.36
Weight of shoulder (kg) (WSH)	4.63	0.40	8.62	4.92	0.36	7.28	4.67	0.30	6.52
Weight of neck (kg) (WNC)	3.75	0.40	10.80	3.72	0.44	11.94	3.55	0.30	8.34
Weight of loin (kg) (WLO)	4.36	0.63	14.37	4.65	0.50	10.74	4.45	0.37	8.26
Weight of ham (kg) (WHAM)	8.43	0.95	11.22	9.11	0.97	10.63	8.77	0.66	7.55
Proportion of ham in half-carcass (%) (SHAM)	20.01	1.89	9.46	21.29	2.52	11.83	21.23	1.43	6.71
Proportion of lean meat cuts (%) (SLMC)	50.24	2.70	5.37	52.34	4.27	8.16	51.92	2.73	5.27
Eye-muscle area (cm ²) (LOE)	42.67	5.02	11.78	44.4	6.88	15.50	41.22	5.0	12.13
Proportion of fatty parts (%) (SFAP)	14.76	2.52	17.04	12.95	2.81	21.69	11.78	2.03	17.25
Proportion of less valuable parts (%) (SLVP)	14.54	0.97	6.67	15.19	0.72	4.75	15.90	0.77	4.86
Proportion of belly (%) (SBEL)	20.46	1.17	5.73	19.52	1.92	9.83	20.28	1.27	6.27
Average backfat thickness (cm) (ABFT)	2.68	0.48	18.08	2.06	0.63	30.74	1.97	0.34	17.41
pH MLD	6.32	0.14	2.22	6.06	0.26	4.33	6.08	0.27	4.47
pH MSM	6.52	0.20	3.09	6.38	0.22	3.51	6.44	0.19	3.00
Meat colour – GÖFO	56.22	5.78	10.29	52.9	5.63	10.64	61.33	4.41	7.18
– Japanese scale	3.22	0.67	20.69	2.95	0.55	18.65	3.50	0.59	16.97
EC_1 MLD (μS)	3.06	0.19	6.36	4.86	3.25	66.94	3.77	1.11	29.53
EC_1 MSM (μS)	3.11	0.46	14.77	4.12	2.15	52.24	3.47	0.46	13.21
EC_{24} MLD (μS)	2.23	0.57	25.62	4.55	2.95	64.79	3.49	1.56	44.54
EC_{24} MSM (μS)	3.83	1.44	37.46	7.38	3.45	46.74	4.11	1.72	41.82

Table 3. The basic variation-statistical characteristics of fattening, carcass and meat quality traits of tested pigs receiving feed mixture OPO/H (B)

Trait	(LW × SWM) × SL n = 10			Camborough n = 10			Stamboek n = 19		
	\bar{x}	s_x	v (%)	\bar{x}	s_x	v (%)	\bar{x}	s_x	v (%)
Average daily gain (g) (ADG)	794.9	61.54	7.74	875.4	72.51	8.28	859.53	69.41	8.08
Feed consumption per kg gain (kg/kg) (FCG)	3.38	0.11	3.23	3.10	0.08	2.50	2.72	0.15	5.40
Weight of half-carcass (kg) (WHAC)	41.54	1.82	4.37	41.45	1.86	4.50	41.31	1.45	3.52
Weight of shoulder (kg) (WSH)	4.57	0.37	8.04	4.57	0.52	11.39	4.71	0.21	4.43
Weight of neck (kg) (WNC)	3.53	0.18	5.23	3.63	0.25	6.82	3.64	0.33	9.08
Weight of loin (kg) (WLO)	4.28	0.43	10.08	4.24	0.43	10.14	4.46	0.30	6.70
Weight of ham (kg) (WHAM)	8.21	0.54	6.60	8.41	0.76	9.09	8.64	0.50	5.78
Proportion of ham in half-carcass (%) (SHAM)	19.79	1.27	6.41	20.31	1.89	9.28	20.92	0.99	4.74
Proportion of lean meat cuts (%) (SLMC)	49.61	2.64	5.33	50.32	3.36	6.67	51.93	1.49	2.87
Eye-muscle area (cm ²) (LOE)	42.9	5.04	11.76	41.3	4.92	11.92	40.11	3.89	9.69
Proportion of fatty parts (%) (SFAP)	14.52	2.35	16.18	14.52	2.35	16.18	11.80	1.03	8.71
Proportion of less valuable parts (%) (SLVP)	15.50	0.76	4.91	15.76	0.77	4.91	16.06	0.80	4.99
Proportion of belly (%) (SBEL)	20.37	1.04	5.12	20.41	1.65	8.07	20.21	0.99	4.89
Average backfat thickness (cm) (ABFT)	2.49	0.48	19.27	2.38	0.46	19.40	1.96	0.32	16.36
pH MLD	6.15	0.38	6.17	6.15	0.38	6.17	6.02	0.24	4.06
pH MSM	6.39	0.20	3.10	6.41	0.31	4.80	6.48	0.21	3.23
Meat colour – GÖFO	53.80	4.96	9.22	53.9	4.84	8.98	59.68	1.97	3.31
– Japanese scale	2.75	0.72	26.07	2.60	0.66	25.32	3.39	0.49	14.38
EC ₁ MLD (μS)	3.43	1.30	37.79	4.14	2.28	55.01	3.34	0.69	20.65
EC ₁ MSM (μS)	3.33	0.34	10.11	3.39	0.59	17.39	3.65	0.53	14.41
EC ₂₄ MLD (μS)	4.28	2.10	49.04	3.89	2.17	55.86	3.23	1.46	45.21
EC ₂₄ MSM (μS)	4.68	2.02	43.13	3.65	1.91	52.21	4.32	1.44	33.35

The performance data of three genotypes of pigs regardless of feed mixture are shown in Table 4. The highest average daily gain 895 g and the lowest feed consumption per 1 kg weight gain 2.64 kg were attained by Stamboek hybrids. They also had the highest content of lean meat cuts 51.92% with the lowest backfat thickness 1.97 cm in carcass. The meat colour measured by GÖFO apparatus and Japanese scale was the most satisfactory in these hybrids.

The productive efficiency of both feed mixtures was very similar. No significant differences were found except for weight of ham, proportion of less valuable parts and colour of meat measured by Japanese scale (Table 5). Differences between the genotypes and genotype × feed interaction were significant. Statistically significant differences in average daily gain, feed consumption per 1 kg gain, proportion of ham, lean meat cuts, fatty parts, less valuable parts and average backfat thickness due to the genotype were found. As for meat quality traits, there were significant differences in GÖFO, JS and EC₁MLD. Significant genotype × feed interaction was determined in average daily gain, feed consumption, EC₂₄MLD and EC₂₄MSM.

The research on genotype × feed interaction in fattening pigs is in the focus of concern of pig producers. It is a sphere of many zootechnical and genetic experiments (Hetényi, 1994). The character of interactions is shown

in Figs. 1–4. There were no genotype × feed interactions in carcass traits. The statistic significant comparison of means between the three pig genotypes is in Table 6.

Performance of hybrids was compared within each genotype, and between the three genotypes in regard to the feed mixture in traits where genotype × feed interaction was significant (Table 7). The performance of (LW × SWM) × SL hybrids was very similar in relation to the diets. Pigs fed mixture A had significantly lower EC₂₄MLD than those fed mixture B (2.23 and 4.28, resp.).

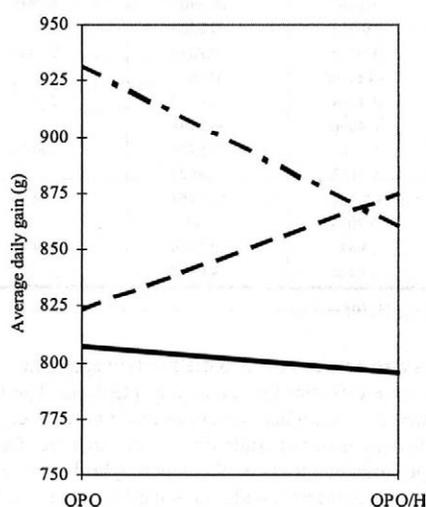
Camborough hybrids receiving mixture B had higher average daily gain and significantly lower feed consumption (875 g and 3.10 kg, 823 g and 3.25 kg, resp.). These hybrids also had significantly better EC₂₄MSM (3.65 and 7.38 μS, resp.).

In this experiment Stamboek pigs grew faster and better utilized feed A than those on feed B (932 g and 2.57 kg, 860 g and 2.72 kg, resp.). There were significant differences. The carcass and meat quality traits were similar in both groups.

The comparison of performance of three pig genotypes receiving mixture A showed statistically significant differences in average daily gain and feed consumption between (LW × SWM) × SL vs. Stamboek hybrids and Camborough vs. Stamboek hybrids. Significantly lower meat quality (EC₂₄MSM) was found in Camborough pigs than in the other two genotypes. Feed consumption per

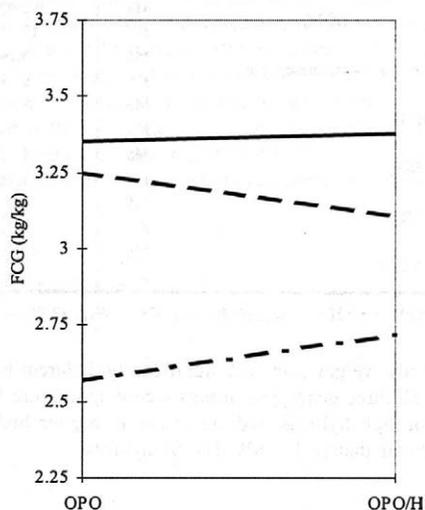
Table 4. The basic variation-statistical characteristics of fattening, carcass and meat quality traits of tested pigs regardless of feed mixture

Trait	(LW × SWM) × SL n = 19			Camborough n = 20			Stamboek n = 37		
	\bar{x}	s_x	v (%)	\bar{x}	s_x	v (%)	\bar{x}	s_x	v (%)
Average daily gain (g) (ADG)	800.47	59.87	7.48	849.40	65.63	7.73	894.57	94.41	10.55
Feed consumption per kg gain (kg/kg) (FCG)	3.36	0.15	4.51	3.17	0.13	4.26	2.64	0.17	6.49
Weight of half-carcass (kg) (WHAC)	41.80	1.89	4.53	42.16	1.99	4.72	41.30	1.40	3.40
Weight of shoulder (kg) (WSH)	4.60	0.37	8.11	4.74	0.47	9.94	4.69	0.26	5.48
Weight of neck (kg) (WNC)	3.63	0.32	8.81	3.68	0.35	9.61	3.60	0.31	8.70
Weight of loin (kg) (WLO)	4.32	0.52	12.01	4.45	0.50	11.23	4.46	0.33	7.40
Weight of ham (kg) (WHAM)	8.31	0.75	8.97	8.76	0.92	10.53	8.70	0.58	6.66
Proportion of ham in half-carcass (%) (SHAM)	19.90	1.55	7.81	20.80	2.22	10.69	21.07	1.21	5.77
Proportion of lean meat cuts (%) (SLMC)	49.91	2.61	5.24	51.33	3.88	7.56	51.92	2.15	4.15
Eye-muscle area (cm ²) (LOE)	42.79	4.89	11.44	42.85	6.04	14.09	40.65	4.44	10.91
Proportion of fatty parts (%) (SFAP)	14.63	2.36	16.15	13.73	2.64	19.25	11.79	1.57	13.36
Proportion of less valuable parts (%) (SLVP)	15.05	0.97	6.48	15.48	0.78	5.07	15.98	0.78	4.88
Proportion of belly (%) (SBEL)	20.41	1.08	5.27	19.96	1.80	9.01	20.24	1.12	5.53
Average backfat thickness (cm) (ABFT)	2.58	0.48	18.54	2.22	0.56	25.41	1.97	0.33	16.65
pH MLD	6.23	0.30	4.77	6.10	0.32	5.25	6.05	0.26	4.24
pH MSM	6.45	0.20	3.18	6.39	0.26	4.11	6.46	0.20	3.09
Meat colour – GÖFO	54.95	5.36	9.75	53.4	5.13	9.61	60.49	3.44	5.68
– Japanese scale	2.97	0.71	24.09	2.78	0.62	22.24	3.45	0.54	15.59
EC ₁ MLD (μS)	3.25	0.95	29.07	4.50	2.76	61.29	3.55	0.93	26.31
EC ₁ MSM (μS)	3.23	0.40	12.52	3.76	1.58	42.10	3.56	0.50	13.92
EC ₂₄ MLD (μS)	3.31	1.86	56.11	4.22	2.54	60.26	3.36	1.49	44.44
EC ₂₄ MSM (μS)	4.28	1.77	41.43	5.52	3.32	60.19	4.22	1.56	37.07



— (LW × SWM) × SL; - - - Camborough; - · - · Stamboek

Fig. 1. Character of genotype × feed interaction in average daily gain



— (LW × SWM) × SL; - - - Camborough; - · - · Stamboek

Fig. 2. Character of genotype × feed interaction in feed consumption per 1 kg gain

Table 5. Two-factor analyses of variance of the traits with genotype \times feed interaction

Trait		Genotype (A) $f_a = 2$	Feed (B) $f_b = 1$	Interaction (AB) $f_{AB} = 2$	Error $f_e = 70$
Average daily gain	MS	57692.7842	1946.9574	25455.0054	5787.1618
	F	9.9691**	0.3364	4.3985*	
Feed consumption per kg gain	MS	3.8772	0.0015	0.1495	0.0213
	F	181.8377**	0.0703	7.0104*	
Weight of half-carcass	MS	5.0920	7.2766	3.3302	2.8465
	F	1.7889	2.5564	1.17	
Weight of shoulder	MS	0.1017	0.2594	0.2588	0.1206
	F	0.8430	2.1510	2.1467	
Weight of neck	MS	0.0441	0.0952	0.1533	0.1057
	F	0.4170	0.9010	1.45	
Weight of loin	MS	0.1219	0.4435	0.2833	0.1805
	F	0.6751	2.4567	1.5695	
Weight of ham	MS	1.1693	2.0884	0.5609	0.5062
	F	2.31	4.1256*	1.108	
Proportion of ham in half carcass	MS	8.7218	4.5031	0.9227	2.635
	F	3.3099*	1.7089	0.3502	
Proportion of lean meat cuts	MS	25.1255	13.4456	6.6717	7.9116
	F	3.1758*	1.6995	0.8433	
Eye-muscle area	MS	44.0158	30.5587	13.8231	25.3182
	F	1.7385	1.207	0.546	
Proportion of fatty parts	MS	57.9512	3.3818	5.0403	4.4314
	F	13.0773**	0.7631	1.1374	
Proportion of less valuable parts	MS	5.9902	5.496	1.0407	0.6356
	F	9.425**	8.6474**	1.6375	
Proportion of belly	MS	1.0222	1.0298	1.7479	1.7616
	F	0.5803	0.5846	0.9923	
Average backfat thickness	MS	2.4316	0.0298	0.333	0.1905
	F	12.7629**	0.1562	1.7477	
pH MLD	MS	0.2048	0.0449	0.0822	0.0813
	F	2.5184	0.5521	1.0114	
pH MSM	MS	0.0314	0.0061	0.0476	0.0486
	F	0.6459	0.1263	0.9783	
Meat colour – GÖFO	MS	392.0224	18.1647	16.5405	19.7866
	F	19.8125**	0.918	0.8359	
Meat colour – Japanese scale	MS	3.2945	1.6565	0.2376	0.3585
	F	9.1895**	4.6206*	0.6627	
EC ₁ MLD	MS	8.7464	1.1744	1.6024	2.6713
	F	3.2742*	0.4396	0.5998	
EC ₁ MSM	MS	1.4327	0.2106	1.5726	0.8014
	F	1.7877	0.2628	1.9623	
EC ₂₄ MLD	MS	5.9449	2.432	10.9151	3.4654
	F	1.7155	0.7018	3.1497*	
EC ₂₄ MSM	MS	12.2102	13.817	32.3929	4.0069
	F	3.0473	3.4484	8.0844**	

$F_{0.05} (2;70) = 3.128$ $F_{0.05} (1;70) = 3.978$ $F_{0.01} (2;70) = 4.922$ $F_{0.01} (1;70) = 7.01$

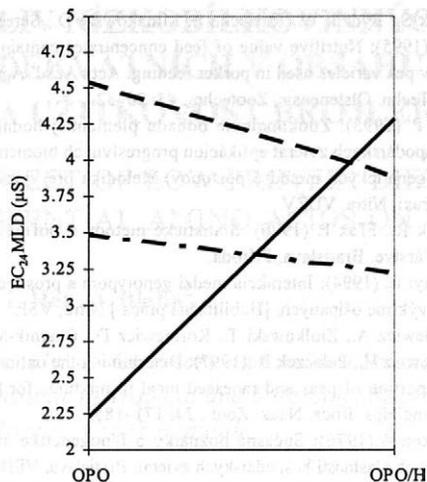
1 kg body weight gain was significantly different between all three genotypes in pigs receiving mixture B. Camborough hybrids had significantly higher body weight gain than (LW \times SWM) \times SL hybrids.

DISCUSSION

The results obtained in experiments suggest differences in performance between the three genotypes of pigs receiving two different feed mixtures. There were differ-

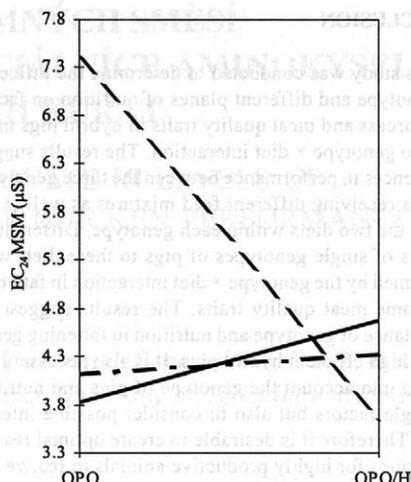
ences also between the two diets within each genotype. Pigs were different in reactions to the diets. The feed mixture A with higher content of crude protein, energy and lower content of crude fibre results in better fattening performance traits of Stamboek hybrids. These results are in agreement with those of other authors (Černý *et al.*, 1994; Florek *et al.*, 1995).

Camborough hybrids also had better meatiness expressed by the proportion of lean meat cuts and average backfat thickness for feed mixture A. However, the average daily gain and feed consumption per 1 kg gain were



— (LW × SWM) × SL; - - - Camborough; - · - · - Stamboek

Fig. 3. Character of genotype × feed interaction in electrical conductivity in MLD after 24 hours



— (LW × SWM) × SL; - - - Camborough; - · - · - Stamboek

Fig. 4. Character of genotype × feed interaction in electrical conductivity in MSM after 24 hours

Table 6. Overview of statistically significant comparison of means between the genotypes of pigs

Trait	x		
	1 : 2	1 : 3	2 : 3
Average daily gain		++	
Feed consumption per kg gain	++	++	++
Proportion of ham		+	
Proportion of lean meat cuts		+	
Proportion of fatty parts		++	++
Proportion of less valuable parts		++	
Average backfat thickness	+	++	
Meat colour – GÖFO		++	++
– Japanese scale		+	++
EC ₁ MLD	+		

+ $\alpha \leq 0.05$; ++ $\alpha \leq 0.01$; 1 – (LW × SWM) × SL; 2 – Camborough; 3 – Stamboek

worse. Korniewicz *et al.* (1997) found the highest average daily gain and the lowest feed conversion in pigs fed 20% of pea and 5% of rapeseed meal in feed mixture in comparison with pigs fed 10% of soybean meal.

In addition, to provide for adequate nutrition in pig production it is necessary to select efficient biological material. There was confirmed by results of (LW × SWM) × SL hybrids. The performance of those hybrids was not practically influenced by higher-quality feed mixture A. Similar results were published by Buchová *et al.* (1994), Sobotka and Tywończuk (1997) and Brand *et al.* (1999).

There existed differences in some meat quality traits between the genotypes as well as between the feed mixtures within each genotype. These results might be influenced by the genotype × diet interaction. This factor might also influence the fattening performance of tested pigs.

Table 7. Significance of differences of the traits in the case of significant genotype × feed interaction

Trait	Genotype					
	1 – (LW × SWM) × SL		2 – Camborough		3 – Stamboek	
	1:2		1:3		2:3	
	A	B	A	B	A	B
Average daily gain					+	
Feed consumption per kg gain			++		++	
EC ₂₄ MLD		+				
EC ₂₄ MSM			++			
Average daily gain		+	++		++	
Feed consumption per kg gain		++	++	++	++	++
EC ₂₄ MLD						
EC ₂₄ MSM	+				++	

A – feed mixture OPO; B – feed mixture OPO/H

CONCLUSION

This study was conducted to determine the influence of genotype and different planes of nutrition on fattening, carcass and meat quality traits in hybrid pigs in regard to genotype \times diet interaction. The results suggest differences in performance between the three genotypes of pigs receiving different feed mixtures as well as between the two diets within each genotype. Different reactions of single genotypes of pigs to these diets were confirmed by the genotype \times diet interaction in fattening and some meat quality traits. The results suggest the importance of genotype and nutrition in fattening genetically high efficient hybrid pigs. It is also necessary not to take into account the genotype of pigs and nutrition as single factors but also to consider possible interactions. Therefore it is desirable to create optimal rearing conditions for highly productive animals to realize and express their genetic constitution.

REFERENCES

- Brand T. S., Merwe J. P. van der, Brandt D. A. (1999): Full-fat canola seed meal as a protein source for weaner and grower-finisher pigs. *Austr. J. Exper. Agr.*, 39: 21–28.
- Buchová B., Bánik J., Demo P., Poltársky J., Gálik R. (1994): Využitie alternatívnych kŕmnych zmesí v odchove kančokov. *Živoč. Výr.*, 39: 699–713.
- Černý T., Černý Z., Grbeša D., Homen B., Pintar A. (1994): Hranidbena vrijednost graška u tovu svinja. *Krmiva*, 36: 211–216.
- Florek S., Rydzik W., Rusiecka I., Minakowski D., Seredyn Z. (1995): Nutritive value of feed concentrates containing new pea varieties used in porker feeding. *Acta Acad. Agric. ac Techn. Olstenensis, Zootechn.*, 43: 25–32.
- Fľak P. (1995): Zdokonalenie odhadu plemennej hodnoty hospodárskych zvierat aplikáciou progresívnych biometricko-genetických metód a postupov. *Metodika pre využitie v praxi*. Nitra, VÚŽV.
- Grofik R., Fľak P. (1990): Štatistické metódy v poľnohospodárstve. Bratislava, Príroda.
- Hetényi L. (1994): Interakcia medzi genotypom a prostredím vo výkrme ošipaných. [Habilitačná práca.] Nitra, VŠP.
- Korniewicz A., Ziolkowski T., Korniewicz D., Czarnik-Matusiewicz H., Paleczek B. (1997): Determining the optimum proportion of peas and rapeseed meal in mixtures for fattening pigs. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 24: 171–185.
- Karakoz A. (1976): Súčasné poznatky o fenogenetike úžitkových vlastností hospodárskych zvierat. Bratislava, VEDA.
- Nový J. a kol. (1981): Genetické aspekty intenzifikácie živočíšnej výroby. Bratislava, Príroda.
- Prokov V. (1996): Ukládání NL a stravitelnost N při různých úrovni NL a lysinu u prasat odlišných genotypů. In: Zbor. Ref. Problémy bielkovinovej výživy zvierat, Nitra: 98–99.
- Sobotka W., Tywończuk J. (1997): Use of different rapeseed 00 products, including leguminous plant seeds, in fattening pig feeding. II. Slaughter value and quality of carcass. *Acta Acad. Agric. ac Techn. Olstenensis, Zootechn.*, 47: 79–85.
- STN 46 6164 (1992): Kontrola úžitkovosti a dedičnosti úžitkových znakov ošipaných. Bratislava.

Received for publication on on March 1, 2000

Accepted for publication on May 17, 2000

Contact Address:

Ing. Ivan Bahelka, Výskumný ústav živočíšnej výroby, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovenská republika, tel.: + 421 87 51 52 40, fax: + 421 87 51 90 32, e-mail: bahelka@vuzv.sk

VLIV NÍZKOBÍLKOVINNÝCH KRMNÝCH SMĚSÍ ADEKVÁTNÍCH V OBSAHU ESENCIÁLNÍCH AMINOKYSELIN NA UŽITKOVOST BROJLEROVÝCH KUŘAT

EFFECT OF LOW-PROTEIN DIETS ADEQUATE IN LEVELS OF ESSENTIAL AMINO ACIDS ON BROILER CHICKEN PERFORMANCE

D. T. Hai¹, J. Bláha²

¹ Faculty of Veterinary and Animal Science, Hanoi University of Agriculture, Hanoi, Vietnam

² Institute of Tropical and Subtropical Agriculture, Czech University of Agriculture in Prague, Prague, Czech Republic

ABSTRACT: An experiment was conducted to study effects of isoenergetic low-protein diets supplemented with Met, Lys, Thr and Trp on broiler chicken performance. The chicks of both sexes were divided into 4 groups, corresponding to 21.66/18.79/17.5%; 20.04/18.79/17.5%; 20.04/17.69/17.5% and 20.04/16.52/17.5% CP diet. Each group had three diets corresponding to three fattening periods of 1–21 d, 21–35 d and 35–40 d. Besides the CP content, all of the diets were formulated in order to satisfy the need of essential amino acids according to a standard of the Commission of Farm Animal Nutrition, Czech Academy of Agricultural Sciences. No significant difference in the weight gain of both sexes from 1–21 days of age was observed between the 21.66% and 20.04% CP diet ($P > 0.01$). From 1–40 days of age, the male chicks fed the 20.04/16.52/17.5 CP diet had significantly lower weight gains in comparison with the control. The growth rate of females receiving low-protein diets from 1–40 days of age was not significantly different from the control ($P > 0.01$). The feed conversion was worsened by lowering dietary CP levels, but the feed costs per kg of weight gain were reduced. The decrease in dietary CP level had no negative effects on dressing percentage, muscle proportion in live weight and carcass protein. However, low-protein diets resulted in a higher abdominal fat deposition.

Keywords: broiler; low-protein diet; essential amino acids; performance; quality of meat; feed costs

ABSTRAKT: Cílem pokusu bylo zjištění vlivu izoenergetických nízkobílkovinných krmných směsí adekvátních v obsahu esenciálních aminokyselin (EAK) na užitkovost brojlerových kuřat. Kuřata každého pohlaví byla rozdělena do čtyř sku-pin odpovídajících kombinací krmných směsí s 21,66/18,79/17,5 %; 20,04/18,79/17,5 %; 20,04/17,69/17,5 % a 20,04/16,52/17,5 % NL. Krmné směsi byly doplněné Met, Lys, Thr, popř. i Trp do úrovně normy potřeby podle Komise výživy hospodářských zvířat ČAZV (1993). Každá skupina měla tři krmné směsi odpovídající třem fázím 1–21 d, 21–35 d a 35–40 d. Nebyl zjištěn významný rozdíl v přírůstku (1–21 d) jak u kohoutků, tak i u slepiček mezi skupinou s 21,66 a 20,04 % NL v krmné směsi ($P > 0,01$). Od 1–40 d byly u kohoutků krmných směsí s 20,04/16,52/17,50 % NL významně nižší přírůstky proti kontrole. Nebyl zjištěn signifikantní rozdíl v přírůstku u slepiček krmených různými kombinacemi směsí v období 1–40 d ($P > 0,01$). Nízkobílkovinné krmné směsi zhoršovaly konverzi krmiva kuřat. Se snížením NL ve směších klesly náklady na krmivo na 1 kg přírůstku. Snížení obsahu NL v krmných směších adekvátních v obsahu EAK negativně neovlivnilo jatečnou výtěžnost, podíl svaloviny celkem a obsah bílkovin ve svalovině, zvyšovalo však obsah abdominálního tuku u kuřat.

Klíčová slova: brojler; nízkobílkovinná krmná směs; esenciální aminokyseliny; užitkovost; kvalita masa; náklady na krmivo

ÚVOD

Stálé hledání cest k ekonomicky nejefektivnějším výkrmu brojlerových kuřat vede i k testování nízkobílkovinných směsí adekvátních v obsahu esenciálních aminokyselin (EAK). Nejčastěji limitujícími aminokyselinami jsou Met a Lys, výrazně limitující bývá i nedostatek Thr a Trp (Zelenka *et al.*, 1994). Podle Kočího (1991)

je možné nedostatek těchto limitujících aminokyselin vyrovnat dvěma způsoby:

1. zvýšením podílu bílkovin přirozených krmiv v krmné směsi,
2. doplněním limitujících aminokyselin z vnějších zdrojů v syntetické formě, které zároveň umožňují snížit podíl samotných bílkovinných krmiv.

Neexistuje spolehlivý důkaz, zda nízkobílkovinné krmné směsi doplněné aminokyselinami mohou podporovat maximální růst kuřat. Schutte (1987), Parr a Summers (1991), Hai a Bláha (1998) a Fořt a Hucl (1998) dosáhli maximální užitkovosti s nízkobílkovinnými krmnými směsi doplněnými EAK. Summers a Lesson (1985), Parr a Summers (1991) však zjistili, že podíl tělního tuku stoupá u krmných směsí se sníženými hladinami dusíkatých látek (NL). Na druhé straně Moran *et al.* (1992) i Holzheimer a Janssen (1991) tvrdili, že maximální užitkovosti nelze dosáhnout využitím nízkobílkovinných krmných směsí doplněných syntetickými aminokyselinami.

Cílem našeho pokusu bylo sledovat vliv nízkobílkovinných krmných směsí doplněných Met, Lys, Thr, popř. i Trp na užitkovost brojlerových kuřat, kvalitu kuřecího masa a náklady na krmivo.

MATERIÁL A METODY

Růstový pokus

Před pokusem byly krmné suroviny analyzovány na obsah sušiny a NL. Tyto údaje byly potom použity k odhadu množství EAK v krmných surovinách pomocí regresních rovnic (Degussa, 1996). Krmné směsi byly sestavovány podle doporučení Komise výživy hospodářských zvířat ČAZV (1993). Nízkobílkovinné krmné směsi byly doplněny metioninem, lyzinem, treoninem, popř. i tryptofanem do úrovně normy potřeby.

V pokusu bylo použito 180 jednodenních kohoutků a 180 slepiček Cobb 500. Kuřata každého pohlaví byla značkována, zvážena a rozdělena do čtyř skupin po 45 kusech.

Kuřata byla umístěna v boxech na hluboké podestýlce z hoblin. Pro všechny skupiny byly zajištěny stejné podmínky prostředí. Teplota a vlhkost vzduchu v boxech během pokusu se pohybovaly v mezích optima. Během pokusu byl udržován tento světelný režim: od 1 do 21 dnů 24 hodiny světla, od 22 do 40 dnů 18 hodin světla denně.

Voda a krmné směsi v sypké formě byly podávány *ad libitum*. Skupiny kuřat dostaly izoenergetické krmné směsi s rozdílným obsahem NL a stejným obsahem jiných živin. Schéma výkrmu kuřat je uvedeno v tab. 1, složení krmných směsí v tab. 2 a obsah živin v krmných směsích v tab. 3.

Tab. 1. Schéma výkrmu kuřat – Scheme of the experiment

Skupina ¹	Krmné období a krmná směs ²		
	1–21 d – BR 1	21–35 d – BR 2	35–40 d – BR 3
1	21,66 % NL ³	18,79 % NL + Lys	17,5 % NL + Lys + Met + Thr
2	20,04 % NL + Lys + Met + Thr	18,79 % NL + Lys	17,5 % NL + Lys + Met + Thr
3	20,04 % NL + Lys + Met + Thr	17,69 % NL + Lys + Met + Thr	17,5 % NL + Lys + Met + Thr
4	20,04 % NL + Lys + Met + Thr	16,52 % NL + Lys + Met + Thr + Trp	17,5 % NL + Lys + Met + Thr

¹group, ²fattening period and diet, ³crude protein (CP)

Živá hmotnost kuřat byla zjištěna individuálním vážením kuřat, spotřeba krmiva vážením krmiva na počátku výkrmu a ve sledovaných obdobích.

Index účinnosti výkrmu (IÚV) se vypočítal podle WPSA (Matecová, 1980):

$$IÚV = a \cdot b \cdot 2,2 \cdot 4\,535,97/1\,000 \cdot c \cdot d$$

kde: *a* – průměrná jatečná hmotnost kuřat v kg

b – odvozený konečný stav z hnutí původního stavu 1 000 ks

c – potřeba krmiva v kg na 1 kg přírůstku živé hmotnosti

d – doba výkrmu ve dnech

2,2 – převod lb na kg a 4535,97 – 10 000/2,2046

Na konci výkrmu bylo z každé skupiny vybráno pět kusů na jatečné rozborry a na rozborry kuřecího masa. Jatečná kritéria se zjistila jatečnými rozborry podle ČSN 46 6404 – Kontrola užitkovosti drůbeže (1976).

Chemické a statistické analýzy

Rozborry krmiv byly prováděny podle ČSN 46 7092 – Metody zkoušení krmiv (1989), rozborry kuřecího masa podle ČSN 57 0185 – Zkoušení masa, masných výrobků a masných konzerv a hotových jídel v konzervách. Chemické a fyzikální metody (1989). Získané údaje byly testovány analýzou rozptylu. Průměry byly uspořádány podle Schefféova testu. Korelační vztah mezi přírůstky živé hmotnosti nebo podílem abdominálního tuku kuřat a obsahem NL v krmné směsi byly zjišťovány regresními analýzami. Statistické analýzy byly zpracovány s využitím programu Statgraphics, verze 5.0 (1991).

VÝSLEDKY

Přirůstky živé hmotnosti kuřat (tab. 4)

Kohoutci: Nebyl významný rozdíl v přírůstku v období 1–21 d mezi skupinami ($P > 0,01$). Od 1 do 35 dnů byl největší přírůstek u kontroly a byl významně vyšší než u skupiny 4 ($P < 0,01$). Od 1 do 40 dnů kontrola také prokázala nejlepší přírůstek a ten byl o 6,05 % vyšší než u skupiny 4. Přirůstky skupiny 2 a 3 byly stejné, nebyly významně rozdílné od jiných skupin, dosahovaly však jen 98,20 % a 97,61 % hodnoty kontroly.

Tab. 2. Složení pokusných krmných směsí – Composition of experimental diets

Komponent ¹ (%)	Krmné období ² a skupina ³					
	1–21 d		21–35 d		35–40 d	
	1	2; 3 a 4	1; 2	3	4	1; 2; 3 a 4
Kukuřice ⁴ (9,23 % NL)	67,13	70,23	70,96	73,81	75,67	73,64
Sójový extrahovaný šrot ⁵ (48,17 % NL)	20,95	21,09	18,89	19,86	19,19	20,89
Rybi moučka ⁶ (59,75 % NL)	7,61	3,00	6,79	1,00	–	–
Masokostní moučka ⁷ (45,73 % NL)	2,47	2,76	0,52	1,46	0,57	0,29
L-Lyzin.HCl	–	0,24	0,04	0,30	0,40	0,32
DL-Metionin	–	0,06	–	0,09	0,13	0,15
L-Treonin	–	0,02	–	0,02	0,06	0,04
DL-Tryptofan	–	–	–	–	0,01	–
Krmná sůl (jodovaná) ⁸	0,23	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30
Mletý vápenc ⁹	0,68	0,60	0,91	0,74	0,84	1,24
DCP ¹⁰	0,43	1,20	1,10	1,92	2,33	2,63
Aminovitan ¹¹ BR 1 (1)	0,50	0,50	–	–	–	–
Aminovitan ¹¹ BR 2 (2)	–	–	0,50	0,50	0,50	–
Aminovitan ¹¹ BR 3 (3)	–	–	–	–	–	0,50

¹ingredient, ²fattening period, ³group, ⁴maize, ⁵soybean meal, ⁶fish meal, ⁷meat and bone meal, ⁸iodized salt, ⁹ground limestone, ¹⁰dicalcium phosphate, ¹¹vitamin-mineral premix

(1) 1 kg premixu obsahuje: vitamin A 2 500 tis. m.j.; vitamin D₃ 700 tis. m.j.; vitamin E (alfa-tokoferol) 10 g; vitamin K₃ 600 mg; vitamin B₁ 400 mg; vitamin B₂ 1 g; vitamin B₆ 900 mg; vitamin B₁₂ 5 mg; niacin 8 g; pantothenan vápenatý 2,5 g; biotin 20 mg; kyselina listová: 200 mg; cholin 60 g; antioxidant 20 g; diclazuril (antikokciditika) 200 mg; DL-metionin 400 g; mikroprvky: Co 80 mg; Cu 1,6 g; Fe 12 g; I₂ 180 mg; Mn 16 g; Zn 12 g a Se 40 mg

(2) 1 kg premixu obsahuje: vitamin A 2 200 tis. m.j.; vitamin D₃ 500 tis. m.j.; vitamin E (alfa-tokoferol) 7 g; vitamin K₃ 0,5 g; vitamin B₁ 0,4 g; vitamin B₂ 1 g; vitamin B₆ 0,6 g; vitamin B₁₂ 4 mg; niacin 5 g; pantothenan vápenatý: 2 g; cholin: 40 g; antioxidant: 20 g; DL-metionin: 360 g; mikroprvky: Co 80 mg; Cu 1,6 g; Fe 11 g; I₂ 0,18 g; Mn 15 g; Zn 11 g, Se 40 mg; lasalocid 22 g

(3) 1 kg premixu obsahuje: vitamin A 2 000 tis. m.j.; vitamin D₃ 0,4 mil. m.j.; vitamin E (alfa-tokoferol) 4 g; vitamin K₃ 600 mg; vitamin B₁: 400 mg; vitamin B₂ 800 mg; vitamin B₆ 500 mg; vitamin B₁₂ 4 mg; niacin 3 g; pantothenan vápenatý 1,5 g; cholin 30 g; antioxidant 20 g; mikroprvky: Co 80 mg, Cu 1,6 g; Fe 11 g; I₂ 180 mg; Mn 15 g; Zn: 11 g, Se 40 mg

(1) 1 kg of premix contains: vitamin A 2 500 000 i.u.; vitamin D₃ 700 000 i.u.; vitamin E (alpha-tocopherol) 10 g; vitamin K₃ 600 mg; vitamin B₁ 400 mg; vitamin B₂ 1 g; vitamin B₆ 900 mg; vitamin B₁₂ 5 mg; niacin 8 g; calcium pantothenate 2.5 g; biotin 20 mg; folic acid 200 mg; choline 60 g; antioxidant 20 g; diclazuril (anticoccidic) 200 mg; DL-methionine 400 g; microelements: Co 80 mg; Cu 1.6 g; Fe 12 g; I₂ 180 mg; Mn 16 g; Zn 12 g and Se 40 mg

(2): 1 kg of premix contains vitamin A 2 200 000 i.u.; vitamin D₃ 500 000 i.u.; vitamin E (alpha-tocopherol) 7 g; vitamin K₃ 0.5 mg; vitamin B₁ 0.4 mg; vitamin B₂ 1 g; vitamin B₆ 0.6 g; vitamin B₁₂ 4 mg; niacin 5 g; calcium pantothenate 2 g; choline 40 g; antioxidant 20 g; DL-methionine 360 g; microelements: Co 80 mg; Cu 1.6 g; Fe 11 g; I₂ 0.18 mg; Mn 15 g; Zn 11 g and Se 40 mg; lasalocid 22 g

(3): 1 kg of premix contains vitamin A 2 000 000 i.u.; vitamin D₃ 400,000 i.u.; vitamin E (alpha-tocopherol) 4 g; vitamin K₃ 600 mg; vitamin B₁ 400 mg; vitamin B₂ 800 g; vitamin B₆ 500 mg; vitamin B₁₂ 4 mg; niacin 3 g; calcium pantothenate 1.5 g; cholin 30g; antioxidant 20 g; microelements: Co 80 mg; Cu 1.6 g; Fe 11 g; I₂ 180 mg; Mn 15 g; Zn 11 g and Se 40 mg

Na konci první fáze výkrmu měly skupiny slepiček téměř stejné přírůstky. Významný rozdíl ($P < 0,05$) byl zjištěn mezi skupinou 1 a 4 až v období 1–35 d. Nebyl zjištěn významný rozdíl v přírůstku mezi skupinou 2 a skupinou 3 a difference mezi těmito skupinami a ostatními byla také nesignifikantní. Z důvodu kompenzačního růstu skupiny 4 v posledním týdnu výkrmu dosáhly skupiny s různou kombinací diet v období 1–40 d statisticky nerozdílných přírůstků ($P > 0,01$).

Průměrné přírůstky obou pohlaví: Na konci výkrmu byl nejvyšší přírůstek (1–40 d) u kontroly (2 338 g/ks). Tato hodnota byla průkazně ($P < 0,01$) vyšší než u 4. skupiny a statisticky nevýznamně vyšší než u jiných skupin.

Byl zjištěn přímo úměrný vztah mezi přírůstkem živé hmotnosti kuřat (Y v g/ks) a obsahem NL v krmné směsi

v období 21–35 d (X v %). Výsledky jsou uvedeny v tab. 5.

Konverze krmiva kuřat (tab. 4)

V první fázi výkrmu kohoutci všech skupin měli přibližně stejnou konverzi krmiva (kolem 1,5 kg/kg). Druhá skupina krmená 20,04 % NL však měla ve srovnání s kontrolou konverzi o 1,7 % nižší. V období 1–35 d měly skupiny 1 a 2 skoro stejnou konverzi krmiva (1,734 a 1,737 kg na kg); skupiny 3 a 4 měly konverzi 1,830 a 1,852 kg/kg, což bylo o 5,55 a 6,81 % více ve srovnání s kontrolou. Stejný trend byl zjištěn za období 1–40 d. Stejná konverze byla u skupiny 1 a 2 (kolem 1,81 kg/kg).

U slepiček v první fázi výkrmu nebyl rozdíl v konverzi krmiva mezi skupinou 2 a kontrolou. Skupina 3 a 4 však

Tab. 3. Obsah živin v krmných směsích – Nutrient contents in experimental diets

Živina ¹	Jednotka ²	Krmné období ³ a skupina ⁴					
		1–21 d		21–35 d		35–40 d	
		1	2; 3 a 4	1 a 2	3	4	1; 2; 3 a 4
ME ⁵ (2)	MJ/kg	12,46	12,35	12,58	12,59	12,55	12,66
N-látky ⁶ (1)	g/kg	216,60	200,40	187,90	176,90	165,20	175,00
Vláknina ⁷ (1)	g/kg	31,30	24,10	20,50	26,30	25,21	25,59
Ca (2)	g/kg	10,20	10,11	8,15	8,25	8,01	8,03
P celkový ⁸ (2)	g/kg	6,75	6,85	6,64	6,57	6,54	6,51
P využitelný ⁹ (2)	g/kg	5,02	5,01	4,15	4,07	4,05	4,02
Na (2)	g/kg	1,45	1,43	1,35	1,37	1,35	1,35
Aminokyseliny ¹⁰ (2)							
Arg	g/kg	13,48	12,14	11,99	10,73	9,93	10,34
Lys	g/kg	11,80	11,82	10,80	10,84	10,83	10,50
Met	g/kg	6,06	5,98	5,54	5,66	5,83	5,75
Thr	g/kg	7,55	7,44	6,75	6,65	6,60	6,60
Trp	g/kg	2,26	2,02	2,06	1,81	1,80	1,80
Met + Cys	g/kg	9,22	9,18	8,70	8,70	8,74	8,70

(1) analyzované – analyzed; (2) kalkulované – calculated

¹nutrient, ²unit, ³fattening period, ⁴group, ⁵metabolizable energy, ⁶crude protein, ⁷fibre, ⁸total phosphorus, ⁹available phosphorus, ¹⁰amino acids

Tab. 4. Přírůstek živé hmotnosti a konverze krmiva kuřat – The weight gain and feed conversion of broiler chickens

Období ¹	Skupina ²			
	1	2	3	4
	Přírůstek živé hmotnosti ³ (g/ks)			
Kohoutci ⁴				
1–21 d	859 ± 13	868 ± 12	861 ± 12	864 ± 10
1–35 d	1956 ± 25 a	1939 ± 22 ab	1893 ± 25 ab	1840 ± 19 b
21–40 d	1610 ± 20 c	1557 ± 21 cd	1549 ± 24 cd	1455 ± 21 d
35–40 d	513 ± 12	486 ± 14	517 ± 15	4789 ± 16
1–40 d	2469 ± 26 a	2425 ± 28 ab	2410 ± 31 ab	2319 ± 25 b
Slepičky ⁵				
1–21 d	792 ± 13	767 ± 10	782 ± 9	777 ± 10
1–35 d	1725 ± 18 e	1655 ± 21 ef	1648 ± 20 ef	1640 ± 19 f
21–40 d	1414 ± 18	1384 ± 19	1348 ± 21	1327 ± 18
35–40 d	481 ± 12	496 ± 13	482 ± 16	464 ± 17
1–40 d	2206 ± 23	2151 ± 26	2130 ± 26	2104 ± 31
	Konverze krmiva (kg krmiva/kg přírůstku) ⁶			
Kohoutci ⁴				
1–21 d	1,543	1,517	1,536	1,546
1–35 d	1,734	1,736	1,830	1,852
21–40 d	1,951	1,973	2,094	2,131
35–40 d	2,119	2,101	2,129	2,148
1–40 d	1,814	1,809	1,895	1,913
Slepičky ⁵				
1–21 d	1,576	1,572	1,596	1,599
1–35 d	1,802	1,817	1,903	1,880
21–40 d	2,041	2,038	2,165	2,113
35–40 d	2,130	2,055	2,140	2,132
1–40 d	1,874	1,872	1,956	1,929

a, b, c, d ($P < 0.01$); e, f ($P < 0.05$): průměry se stejným písmenem v jedné řadě nejsou významně rozdílné – no statistically significant differences were determined between the means designated by the same letter in the row¹period, ²group, ³weight gain, ⁴males, ⁵females, ⁶feed conversion (kg of feed/kg of weight gain)

Tab. 5. Vztah mezi přírůstký živé hmotnosti kuřat a obsahem NL v krmné směsi – The relationship between the weight gain of broiler chickens and the dietary CP content

Pohlaví ¹	Regresní rovnice ⁴	Korelační koeficient ⁵
Kohoutci ²	$Y_{21-35 d} = 188,930 + 47,664X$	$r = 0,41$
	$Y_{21-40 d} = 565,169 + 54,464X$	$r = 0,34$
Slepičky ³	$Y_{21-35 d} = 487,187 + 22,300X$	$r = 0,24$
	$Y_{21-35 d} = 775,831 + 33,006X$	$r = 0,21$

¹sex, ²males, ³females, ⁴regression equation, ⁵correlation coefficient

měla konverzi proti kontrole o 1,28 a 1,51 % horší. Od 1 do 35 d měla skupina dostávající 17,69 a 16,52 % NL v BR 2 konverzi krmiva o 5,55 a 4,30 % horší ve srovnání s kontrolou. V období 1–40 d dosáhla skupina 1 konverze krmiva kolem 1,87 kg/kg. Skupiny 3 a 4 měly ve srovnání s kontrolou konverzi o 4,40 a 2,96 % horší.

U slepiček a kohoutků krmených stejnou kombinací směsí byl téměř stejný trend ve využití krmiva.

Jatečný rozbor (tab. 6)

Nebyl zjištěn významný rozdíl v jatečné výtěžnosti, podílu prsní svaloviny a podílu svaloviny celkem u všech kombinací krmných směsí ($P > 0,01$) v jednom pohlaví kuřat. Se snížením NL v krmných směsích se ne-

signifikantně zvýšil podíl abdominálního tuku jak u kohoutků, tak u slepiček. Pro obě pohlaví byl podíl abdominálního tuku (Y v %) nepřímo úměrný ke hladině NL v krmné směsi krmené v období 21–35 d (X v %): $Y = 5,219 - 0,147 X$. Korelační koeficient mezi oběma ukazateli dosahoval $r = -0,25$.

Rozbor kuřecího masa (tab. 7)

Nebyl zjištěn průkazný rozdíl v obsahu bílkovin ve svalovině mezi skupinami kuřat. U slepiček snížení obsahu NL v krmných směsích nevýznamně zvyšovalo podíl tuku. U kohoutků nebyl vliv nízkobílkovinných krmných směsí na podíl tuku ve svalovině jednoznačný.

Se snížením obsahu NL v krmných směsích klesal index účinnosti výkrmu kohoutků. Skupina 2, 3 a 4 dosáhla 98,49 %, 93,50 % a jen 89,85 % ve srovnání s kontrolou (100 %). Účinnost výkrmu druhé skupiny slepiček dosáhla 97,68 %; u skupiny 3 a 4 byla 92,54 % a 94,82 % kontrolní hodnoty.

Náklady na krmivo (tab. 8)

Krmné směsi BR 1 a BR 2 se sníženým obsahem NL a doplněním aminokyselin byly v porovnání s kontrolními směsí levnější. To se promítlo i do nákladů na krmivo na 1 kg přírůstku živé hmotnosti.

Tab. 6. Výsledky jatečného rozboru kuřat (%) – Results of slaughter analysis (%)

Ukazatel ¹	Skupina ²			
	1	2	3	4
Kohoutci³				
Jatečná výtěžnost ⁴	75,46 ± 0,95	75,60 ± 0,47	76,00 ± 0,29	75,62 ± 0,32
Podíl stehenní svaloviny z živé hmotnosti ⁵	17,12 ± 0,67	17,39 ± 0,19	17,24 ± 0,59	17,50 ± 0,27
Podíl prsní svaloviny z živé hmotnosti ⁶	19,63 ± 0,37	20,24 ± 0,55	20,65 ± 0,28	19,86 ± 0,60
Podíl svaloviny celkem z živé hmotnosti ⁷	36,75 ± 0,97	37,63 ± 0,37	37,89 ± 0,22	37,36 ± 0,70
Podíl abdominálního tuku z živé hmotnosti ⁸	2,15 ± 0,23	2,19 ± 0,26	2,48 ± 0,22	2,79 ± 0,18
Slepičky⁹				
Jatečná výtěžnost ⁴	76,88 ± 0,52	76,36 ± 0,68	76,20 ± 0,46	76,04 ± 0,58
Podíl stehenní svaloviny z živé hmotnosti ⁵	18,90 ± 0,49	18,38 ± 0,21	18,43 ± 0,29	18,53 ± 0,44
Podíl prsní svaloviny z živé hmotnosti ⁶	20,14 ± 0,50	20,13 ± 0,34	20,33 ± 0,45	20,30 ± 0,31
Podíl svaloviny celkem z živé hmotnosti ⁷	39,04 ± 0,83	38,51 ± 0,34	38,76 ± 0,33	38,83 ± 0,46
Podíl abdominálního tuku z živé hmotnosti ⁸	2,53 ± 0,29	2,80 ± 0,27	3,05 ± 0,15	2,63 ± 0,37
Průměr¹⁰				
Jatečná výtěžnost ⁴	76,13 ± 0,44	75,95 ± 0,41	76,09 ± 0,26	75,82 ± 0,32
Podíl stehenní svaloviny z živé hmotnosti ⁵	17,95 ± 0,49	17,85 ± 0,21	17,79 ± 0,24	17,98 ± 0,30
Podíl prsní svaloviny z živé hmotnosti ⁶	19,87 ± 0,31	20,18 ± 0,30	20,51 ± 0,26	20,07 ± 0,33
Podíl svaloviny celkem z živé hmotnosti ⁷	37,82 ± 0,71	38,03 ± 0,28	38,30 ± 0,24	38,05 ± 0,47
Podíl abdominálního tuku z živé hmotnosti ⁸	2,33 ± 0,18	2,47 ± 0,16	2,75 ± 0,16	2,72 ± 0,20

¹parametre, ²group, ³males, ⁴dressing percentage, ⁵thigh muscle proportion of live weight, ⁶breast muscle proportion of live weight, ⁷total muscle proportion of live weight, ⁸abdominal fat proportion of live weight, ⁹females, ¹⁰mean of males and females

Tab. 7. Výsledky chemického rozboru masa (%) – Results of chemical analysis of broiler chicken meat (%)

Skupina ¹	Prsní svalovina ²			Stehenní svalovina ³			Průměr ⁴		
	sušina ⁵	bílkoviny ⁶	tuk ⁷	sušina ⁵	bílkoviny ⁶	tuk ⁷	sušina ⁵	bílkoviny ⁶	tuk ⁷
Slepičky⁸									
1	26,08	22,09	2,07	25,49	18,77	5,22	25,79	20,43	3,65
2	26,04	22,37	1,73	26,64	17,99	6,75	26,34	20,18	4,24
3	26,26	22,11	2,30	26,65	17,88	6,82	26,46	20,00	4,56
4	25,30	21,82	1,62	27,10	18,75	6,64	26,20	20,29	4,13
Kohoutci⁹									
1	26,39	22,75	1,69	26,77	18,53	6,91	26,58	20,64	4,30
2	25,47	22,10	1,42	25,82	18,39	6,07	25,65	20,25	3,75
3	26,15	22,51	2,20	25,68	18,31	5,93	25,92	20,41	4,07
4	25,47	22,48	1,56	25,48	18,45	5,61	25,48	20,47	3,59

¹group, ²breast muscles, ³thigh muscles, ⁴mean, ⁵dry matter, ⁶protein, ⁷fat, ⁸females, ⁹males

Tab. 8. Náklady na krmivo – Costs of feed mixtures

Ukazatel ¹	Jednotka ²	Skupina ³			
		1	2	3	4
Náklady na krmivo⁴					
BR 1 ⁵	K€/100 kg	773,48		731,933	
BR 2 ⁶	K€/100 kg	732,276		681,047	
BR 3 ⁷	K€/100 kg	657,727			
Náklady na krmivo na 1 kg přírůstku živé hmotnosti⁸					
Kohoutci ⁹	K€/kg	13,18	12,93	13,13	13,12
Slepičky ¹⁰	K€/kg	13,61	13,35	13,56	13,33
Průměr ¹¹	K€/kg	13,38	13,14	13,34	13,22

¹parametre, ²unit, ³group, ⁴cost of feed mixture, ⁵starter diet, ⁶grower diet, ⁷finisher diet, ⁸cost of feed mixtures per kg of weight gain, ⁹males, ¹⁰females, ¹¹mean

DISKUSE

Jak u kohoutků, tak i u slepiček krmné směsi s hladinou 21,66 a 20,04 % NL doplněné Met, Lys a Thr negativně neovlivnily přírůstek živé hmotnosti kuřat za první tři týdny výkrmu. Naše výsledky však nebyly v souladu s výsledky autorů Pinchasov *et al.* (1990), kteří používali krmné směsi s 23 % NL, 20 a 17 % NL s doplněním několika EAK a kteří zaznamenali rozdílný přírůstek mezi krmnou směsí s 23 % NL a ostatními. Holsheimer *et al.* (1994) používali krmnou směs s 16 % NL na bázi kukuřice a sóji, doplněné všemi EAK, a zjistili, že přírůstky a konverze krmiva se zlepšovaly a dosahovaly stejné úrovně v porovnání se směsí obsahující 22 % NL. Nesoulad mezi výsledky různých autorů by mohl vycházet z různých biologických materiálů.

U obou pohlaví kuřat byl přírůstek za období 1–35 d u skupiny 4 signifikantně nižší než u kontroly. Byly však zjištěny rozdíly mezi kohoutky a slepičkami 4. skupiny, která měla ekvivalentní přírůstek (za období 1–40 d) v porovnání s kontrolou. Důvodem může být nižší potřeba bílkovin u slepiček. Výsledky našeho pokusu podporují zjištění autorů Deschepper a de Grotte (1995),

že u kuřat krmných směsmi s 20/18; 21/20 a 23/21 % NL s doplněním AK podle normy potřeby nebyl signifikantní rozdíl v přírůstku za období 7–42 dní věku.

Se snížením obsahu NL v krmných směsích více či méně klesal i přírůstek kuřat bez ohledu na množství doplněných EAK. Podle Pinchasova *et al.* (1990), tento problém souvisí s rozdílem ve vstřebávání volných AK oproti peptidům. Prokázalo se, že většina přirozených bílkovin konzumovaných monogastričnými zvířaty vstupuje do buňky jako malé peptidy. Vstřebávání peptidů je nezávislé na vstřebávání volných AK a je rychlejší. Různé rychlosti vstřebávání peptidů a AK mohou mít občas za následek méně než optimální dostupnost všech EAK na místě proteosyntézy ve tkáních.

Existuje přímo úměrný vztah mezi přírůstkem kuřat a podílem NL v krmných směsích, kdy se snížením NL klesá růst kuřat. Na hladině významnosti $P \leq 0,05$ byl korelační koeficient u kohoutků vyšší než u slepiček, možná z toho důvodu, že potřeba AK (bílkovin) je u kohoutků vyšší.

Konverze krmiva u kuřat za celý výkrm se nepatrně zhoršila se snížením obsahu NL v krmných směsích a je v souladu s zjištěními, která uvedli Leeson *et al.* (1988)

a Deschepper a de Grotte (1995), kdy při krmení směsí s 22/20/18; 20/20/18 a 20/18/16 % NL, zjistili konverzi krmiva u kuřat: 1,96; 1,97 a 1,98 g/g, odpovídající uvedené kombinaci krmných směsí.

Finanční náklady na nízkobílkovinné krmné směsi doplněné EAK a náklady na krmivo na 1 kg přírůstku živé hmotnosti kuřat lze považovat za velmi významné. Doplněním EAK můžeme nejen zlepšit vyváženost AK v krmných směsích, ale také snížit jejich cenu, protože přidáním Met, Lys, Thr popř. i Trp se sníží podíl živočišných krmiv ve směsích, které jsou poměrně drahé. Fořt a Hucl (1998) také zjistili nižší vlastní náklady na krmivo na 1 kg živé hmotnosti u nízkobílkovinných krmných směsích. Při našem orientačním výpočtu klesly vlastní náklady na krmivo na 1 kg přírůstku kuřat se snížením obsahu NL, bez ohledu na množství doplněných EAK. To je jedna ze základních podmínek podporujících perspektivu využití těchto krmných směsí ve výživě kuřat. Je také třeba říci, že optimalizační program přednostně vybírá levnější suroviny, a proto možnost využití syntetických EAK závisí nejen na jejich ceně, ale i na ceně jiných bílkovinných krmiv.

Výsledky jatečného rozboru podporují výsledky, které uveřejnili Leeson *et al.* (1988). Tito autoři také zjistili, že snížení NL v krmných směsích významně neovlivňuje jatečnou výtěžnost a podíl svaloviny z živé hmotnosti a nevýznamně zvyšuje podíl abdominálního tuku. Uváděli, že při krmení směsí s 22/20/18 %; 20/18/18 % a 20/18/16 % NL byl podíl prsní svaloviny 19,7; 18,8 a 18,8 % a podíl abdominálního tuku 3,07; 3,32 a 3,28 %. Podíl abdominálního tuku kuřat se zvyšuje se snížením NL v krmných směsích. To je problém těchto nízkobílkovinných krmných směsí. Podle Petera *et al.* (1986) faktorem nejvíce ovlivňujícím obsah tuku je poměr energie k bílkovinám. Nízkobílkovinné krmné směsi vedou k širšímu poměru energie k bílkovinám. Rozšiřováním toho poměru se obsah tuku v kuřecím těle zvyšuje a se zužováním toho poměru obsah tuku klesá. Fancher a Jensen (1989) uvádějí, že hlavními mechanismy souvisejícími se snížením ukládaní tuku kuřat při krmení směsí s vyšším obsahem NL jsou zvýšené energetické výdaje a zvýšený přírůstek produkce tepla v degradaci nadbytečného aminového dusíku na kyselinu močovou. Z hlediska trávení, přerušení peptidických vazeb vždy energii vyžaduje.

Summers a Leeson (1985) zjistili, že tělní tuk kohoutků se zvyšoval se snížením NL krmných směsí s významnou diferencí mezi dietami s 22 a 20 % NL. Zjistili také přímý vztah mezi obsahem tělních bílkovin a NL v krmných směsích, i když nebyl významný rozdíl mezi směsí s 22 a 16 % NL. Výsledky stanovení obsahu tělního tuku u kohoutků v našem pokusu byly tedy v nesouladu s údaji těchto autorů. Deschepper a de Groose (1995) také informovali, že obsah kuřecího tělního tuku má nepřímý vztah k příjmu NL. Výsledky analýz na obsah tělního tuku kuřat v různých výzkumech nejsou tedy jednoznačné. Důvodem toho může být i to, že snížení obsahu NL v dietách nebylo u všech autorů stejné.

ZÁVĚR

V první fázi výkrmu (1–21 d) nebyl zjištěn významný rozdíl v přírůstku jak u kohoutků, tak i u slepiček mezi skupinou s 21,66 a 20,04 % NL v krmné směsi s doplněním Met, Lys a Thr ($P > 0,01$).

Za celé období výkrmu (1–40 d) prokázali kohoutci krmení směsí s 20,04/16,52/17,50 % NL významně ($P < < 0,01$) horší přírůstky ve srovnání s kontrolou (21,66/18,79/17,5 % NL). Nebyl zjištěn významný rozdíl v přírůstku u slepiček krmných různými kombinacemi směsí v období 1–40 d ($P > 0,01$).

Se snížením obsahu NL v krmných směsích se nepatrně zhoršila konverze krmiva u kuřat.

Snížení obsahu NL v krmných směsích s doplněním Met, Lys, Thr, popř. i Trp negativně neovlivnilo jatečnou výtěžnost, podíl stehenní ani prsní svaloviny a podíl svaloviny celkem.

Snížení NL v krmných směsích nevýznamně zvýšilo obsah abdominálního tuku kuřat.

Nízkobílkovinné krmné směsi s doplněním Met, Lys, Thr, popř. i Trp neměly negativní vliv na obsah bílkovin ve svalovině. U slepiček se snížením obsahem NL v krmných směsích se zvyšovalo ukládání tuku, kdežto u kohoutků vliv nízkobílkovinných krmných směsí na obsah tuku ve svalovině nebyl jednoznačný.

Se snížením NL v krmných směsích s doplněním aminokyselin klesala cena krmných směsí a náklady na krmivo na 1 kg přírůstku živé hmotnosti kuřat.

Snížení obsahu NL v krmných směsích s doplněním aminokyselin neovlivnilo zdravotní stav kuřat.

Poděkování

Děkujeme vedení firmy Biofaktory Praha, s. r. o., za poskytování syntetických aminokyselin a umožnění analýzy krmiv. Dále děkujeme pracovníkům podniku MTD v Ústřašicích za výhodné podmínky pro tento experiment, pracovníkům Polabské laboratoře v Poděbradech a laboratoře Výzkumného ústavu živočišné výroby v Praze-Uhřetěvesi, za provedení chemických analýz.

LITERATURA

- ČAZV (1993): Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro drůbež. Brno, Komise výživy hospodářských zvířat ČAZV.
- Degussa (1996): The amino acid composition of feedstuffs. Degussa Feed Additives.
- Deschepper K., De Groote G. (1995): Effect of dietary protein, essential and nonessential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens. *Brit. Poult. Sci.*, 36: 229–245.
- Fancher B. I., Jensen L. S. (1989): Dietary protein level and essential amino acid content: Influence upon female broiler performance during the growing period. *Poult. Sci.*, 68: 897–908.

- Fořt M., Hucl J. (1998): Výkrm roasterových kohoutů při sníženém obsahu dusíkatých látek v krmné směsi. *Krmivářství*, 1: 30.
- Guirguis N. (1997): The relationship between protein, essential amino acids and energy requirements of broiler chickens fed practical diets. *Austr. J. Exp. Agri. Anim. Hus.*, 17: 920–925.
- Hai D. T., Bláha J. (1998): Effect of low-protein diets with supplementation of essential amino acids on broiler chicken performance. *Agricult. Trop. Subtrop.*, 31: 109–116.
- Holsheimer J. P., Janssen W. M. M. A. (1991): Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to broiler chicks from 3 to 7 weeks of age. *Brit. Poult. Sci.*, 32: 151–158.
- Holsheimer J. P., Vereijken P. F. G., Schutte J. B. (1994): Response of broiler chicks to threonine – supplemented diets to 4 weeks of age. *Brit. Poult. Sci.*, 35: 551–562.
- Kacerovský O. a kol. (1990): Zkoušení a posuzování krmiv. Praha, SZN.
- Kočí Š. (1991): Nízkobílkovinná výživa hydiny s doplňkami aminokyselin – zootechnické, ekonomické a ekologické aspekty. *Hydina, XXXIII*: 117–128.
- Leeson S., Caston L. J., Summers J. D. (1988): Response of male and female broilers to diet protein. *Can. J. Anim. Sci.*, 68: 881–889.
- Mateová Z. (1980): Index účinnosti výkrmu brojlerových kurčiat. *Hydinarsky pokrok. Ivanka pri Dunaji, VÚCŠH, IX*: 216–219.
- Moran E. T. Jr., Bushong R. D., Bilgili S. F. (1992): Reducing dietary crude protein for broiler while satisfying amino acid requirement by least-cost formulation: live performance, litter composition and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. *Poult. Sci.*, 71: 1687–1694.
- NRC: Nutrient requirements of poultry. 9th revised edition. National Academy Press Washington D.C., 1994: 27.
- Parr J. F., Summers J. D. (1991): The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. *Poult. Sci.*, 70: 1540–1549.
- Peter V. a kol. (1986): Chov hydiny. Bratislava, *Priroda*: 214–215.
- Pinchasov Y., Mendonca C. X., Jensen L. S. (1990): Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. *Poult. Sci.*, 69 (11): 1950–1955.
- Schutte J. B. (1987): Utilisation of synthetic amino acids in poultry. In: 6th Europ. Symp. on Poultry Nut., Königs-lutter, Germany, WPSA: 11–12.
- Statgraphics (1991): Reference Manual. Version 5.0, STSC (USA).
- Summers J. D., Leeson S. (1985): Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. *Can. J. Anim. Sci.*, 65: 717–723.
- Zelenka J. a kol. (1994): Potřeba živin pro drůbež. *Náš chov*, 2: 25–26.

Došlo 1. 3. 2000

Přijato k publikování 17. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jan Bláha, PhD., Institut tropického a subtropického zemědělství, Česká zemědělská univerzita v Praze, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: + 420 2 24 38 24 95, fax: + 420 2 20 92 13 63

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Detailed instructions to authors are published in No. 1 of this volume.

POKYNY PRO AUTORY

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

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

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

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

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

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

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

Podrobné pokyny pro autory jsou uveřejněny v čísle 1 tohoto ročníku.

CONTENTS

Physiology and Reproduction

Zeller D.: Effect of the environmental temperature and air moisture on some reproductive parameters in foaling mares (in English)	385
Szczepkowski M., Kolman R., Szczepkowska B.: Changes in oxygen consumption and ammonia output in young Siberian sturgeon (<i>Acipenser baeri</i> Brandt) (in English)	389

Genetics and Breeding

Příbyl J., Šeba K., Příbylová J.: Breeding value and variance components estimation for birth and 120 days weight of charolais cattle with respect to direct and maternal genetic effect (in English)	397
Kica J., Huba J., Polák P., Sakowski T.: Comparison of meat yield in young bulls of Slovak Pied breed, Braunvieh, Pinzgau and its crosses with Piemontese (in Slovak)	405

Nutrition and Feeding

Kuchtík J., Hošek M.: Growth and carcass value of cashmere male and female kids under semi-intensive fattening (in English)	413
Bahelka I., Flak P.: Effects of genotype and plane of nutrition in fattening pigs on fattening, carcass and meat quality traits (in English)	421
Haj D. T., Bláha J.: Effect of low-protein diets adequate in levels of essential amino acids on broiler chicken performance (in Czech)	429

OBSAH

Fyziologie a reprodukce

Zeller D.: Vliv teploty a vlhkosti vzduchu na reprodukční parametry ohřeбенých klisen	385
Szczepkowski M., Kolman R., Szczepkowska B.: Změny spotřeby kyslíku a množství vyloučeného amoniaku u mladého jesetera sibiřského (<i>Acipenser baeri</i> Brandt)	389

Genetika a šlechtění

Příbyl J., Šeba K., Příbylová J.: Odhad plemenné hodnoty a komponent rozptylu pro hmotnost při narození a ve 120 dnech věku u plemene skotu charolais s ohledem na přímý a maternální genetický efekt	397
Kica J., Huba J., Polák P., Sakowski T.: Porovnanie mäsovej úžitkovosti býčkov slovenského strakatého plemena, hnedého (braunvieh), pinzgauského a jeho krížencov s piemontese	405

Výživa a krmení

Kuchtík J., Hošek M.: Růst a jatečná hodnota u kašmírských kozlíků a koziček při polointenzivním výkrmu	413
Bahelka I., Flak P.: Vplyv genotypu a úrovne výživy výkrmových ošípaných na ukazovatele výkrmnosti, jatočnej hodnoty a kvality mäsa	421
Haj D. T., Bláha J.: Vliv nízkobílkovinných krmných směsí adekvátních v obsahu esenciálních aminokyselin na užítokost brojlerových kuřat	429