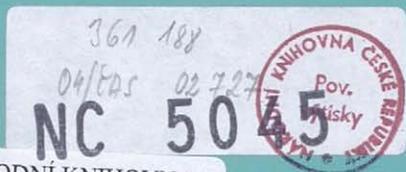


ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ



Czech Journal of
ANIMAL SCIENCE

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

1

VOLUME 44
PRAGUE
JANUARY 1999
ISSN 1212-1819

CZECH JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

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

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

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

Chairman – Předseda

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

Members – Členové

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ing. Ján Poltársky, DrSc. (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. (Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha-Uhřetěves, ČR)

Editor-in-Chief – Vedoucí redaktorka

Ing. Marie Černá, CSc.

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

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

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 44 appearing in 1999.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Marie Černá, CSc., editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January-December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1999 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

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

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

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 44 vychází v roce 1999.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Marie Černá, CSc., vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1999 je 816 Kč.

SEGREGATION OF BLOOD GROUPS IN PROGENY OF CHIMERIC BULLS BORN AFTER TRANSFER OF AGGREGATES CONSTRUCTED FROM 1/16-BLASTOMERES OF DIFFERENT GENETIC ORIGIN*

SEGREGÁCIA KRVNÝCH SKUPÍN V POTOMSTVE CHIMERICKÝCH BÝKOV NARODENÝCH PO PRENOSE AGREGÁTOV VYTVORENÝCH Z 1/16-BLASTOMÉR RÔZNEHO GENETICKÉHO PÔVODU

R. Dušínský¹, J. Schröffel², J. Říha³, V. Landa⁴, V. Glasnák², M. Simon¹

¹ Institute of Animal Biochemistry and Genetics, Slovak Academy of Sciences, Ivanka pri Dunaji, Slovak Republic

² Czech-Moravian Breeding Association, Ltd., Hradištiko pod Medníkem, Czech Republic

³ Research Institute of Cattle Breeding, Ltd., Rapotín, Czech Republic

⁴ Institute of Molecular Genetics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Bovine 16-cell embryos of different genetic origin were disaggregated into individual 1/16-blastomeres and these were used for the construction of chimeric aggregates containing 14 blastomeres. Chimeras were produced from two embryos obtained from different parent pairs. Three chimeric bulls were born after nonsurgical transfer of 5 aggregates (*in vitro* cultured for 24 to 28 hours to compacted morulae) into 5 recipients. The blood group antigens of the A, B, C, FV, J, M, S, Z, R', T' systems were determined in the chimeric bulls and in their offspring. Erythrocyte mosaicism was demonstrated in the chimeras in B and C systems. Hemolytic reactions were incomplete indicating the existence of more than one population of red blood cells. The expression of antigens in chimeric bulls was different from that transmitted to progeny. The segregation of paternal antigens in offspring indicated that chimeric bulls transmitted the genotype of only one parental pair. The chimerism of the three bulls from aggregated embryos has similar characteristics as those in ordinary chimeric cattle twins.

Keywords: bovine; chimera; blood groups

ABSTRAKT: Embryá hovädzieho dobytku rôzneho genetického pôvodu v štádiu 16 buniek boli rozdelené do jednotlivých 1/16-blastomér, ktoré potom boli použité pre tvorbu chimerických agregátov pozostávajúcich zo 14 blastomér. Chiméry boli utvorené z dvoch embryí z dvoch rodičovských párov. Po prenose 5 agregátov (kultivovaných *in vitro* 24–48 h do štádia kompaktnej morule) nechirurgickou cestou do 5 recipientiek sa narodili tri chimerické býci. Určili sa krvné skupiny v systémoch A, B, C, FV, J, M, S, Z, R', T' u chimér a následne v ich potomstve. Erytrocytárny mozaicizmus bol dokázaný u chimér v systémoch B a C. Hemolytické reakcie boli neúplné, čo ukazuje na existenciu viac ako jednej populácie erytrocytov. Expresia antigénov u chimér a antigénov prenesených na potomstvo bola odlišná. Segregácia rodičovských antigénov v potomstve ukazuje, že chimerické býci preniesli genotyp len jedného rodičovského páru. Chimerizmus troch býkov z agregovaných embryí vykazoval podobné charakteristiky, ako sa pozorujú u chimerických dvojčiat hovädzieho dobytku.

Kľúčové slová: hovädzi dobytok; chiméra; krvné skupiny

INTRODUCTION

Several techniques for manipulation of mammalian embryos *in vitro* have been developed. Embryo split-

ting or separation of blastomeres followed by aggregation allow for the possibility of combination of embryonic cells from different individuals and construction of "artificial" chimeras. Naturally occurring chimeras

* This work was in part (VL) supported by the grant 302/96/0604 from the Grant Agency of the Czech Republic and by the grant 2/4015/97 from the Grant Agency for Science of the Slovak Republic.

are common in cattle due to placental anastomosis of twin fetuses. Such chimeras have been quite well studied from various immunological aspects (e.g. immune tolerance, blood cells mosaicism) (Stone *et al.*, 1971; Emery, McCullagh, 1980; Schröffel *et al.*, 1983). In contrast to chimeric twins, where the mutual influence is restricted to the intrauterine development, two or more components in aggregated chimeras might be permanently combined. The aggregation methods enabled production of cattle chimeras in several cases (Brem *et al.*, 1984, 1986; Picard *et al.*, 1990; Boedino *et al.*, 1993). Polymorphic blood group antigens represent suitable markers for study of gene manifestation in chimeric animals due to their codominance and single gene control. Little information, however, is available on blood cell mosaicism in artificially constructed chimeras. Brem *et al.* (1986) found chimerism in haemoglobin variants. The chimera showed two different cell lines with unequal frequencies. Furthermore, Erhard and Brem (1989) demonstrated chimerism in transferrins and carbonic anhydrase. The J blood group chimerism was proved in *Bos taurus* - *Bos indicus* chimeric calves (Summers *et al.*, 1983). Our work was concentrated on the expression of blood groups in three chimeric bulls produced by directed reaggregation of 1/16-blastomeres of different genetic origin and their progeny.

MATERIAL AND METHODS

Bovine 16-cell embryos collected non-surgically on day-5 of pregnancy from superovulated Czech Pied (red spotted) cows inseminated with semen of Czech Pied or Holstein-Friesian (black spotted) bulls were used as the source of 1/16-blastomeres. Disaggregation of 16-cell embryos and construction of aggregates were done according to the technique used for making aggregation chimeras in the mouse (Landa, Tepla, 1990). The *zona pellucida* of selected embryos was removed and embryos were disaggregated by gentle pipetting. Chimeric aggregates were composed of regularly mixed 7 blastomeres from Czech Pied and 7 blastomeres from Czech Pied x Holstein-Friesian embryos. Fine flame polished and siliconized glass microneedles were used to move individual blastomeres and place them into aggregates. Chimeric aggregates were cultured in vitro in drops

(50 µl) of modified M-199 medium under paraffin oil in an atmosphere of 5% CO₂ in air at 38 °C for 52 hours. Five compacted morulae developed from selected chimeric aggregates after 30 hours of in vitro culture were non-surgically transferred into Czech Pied recipients 7 days after the beginning of estrus. Three chimeric bulls were born. Blood groups of chimeras and their offspring (8-12 calves from each bull) were determined by standard haemolytic test. Blood samples were obtained from animals at the age of 2-3 months.

RESULTS AND DISCUSSION

Three bulls (CMR1, CMR2, CMR3) were born and their chimerism was manifested in the coat color and in the blood cell markers. The red and black colors simultaneously appeared in chimeras. To determine the blood cells mosaicism 61 blood group factors belonging to the A, B, C, FV, J, M, S, Z, R', T' systems have been tested on the cells of chimeric bulls and their half-sib families. Erythrocyte mosaicism in chimeras was manifested by incomplete hemolytic reactions of certain reagents in the B and C systems (a portion of erythrocytes was not hemolysed). In other systems mosaicism was not so clear.

The obtained results are shown on the family of CMR2. The genotype of the bull was derived from the segregation of two alleles in progeny. Expression of blood factors in CMR2 seems to be restricted to certain specificities, while the hemolytic reactions were incomplete (Tab. I). The bull transmitted $Y_1E'_3G'Y'G''$ and $BG_2KE'_2F'G'O'G''$ alleles of the B system and X_2C'' and C_1R_2W alleles of the C system (Tab. II). Some blood factors were expressed in the chimeras which were not detected in the progeny (O₂, J₁, K', Q', I'', J'' in the B system, E in the C system). On the other hand, some factors expected from the genotype were not observed in the chimera (B, G₂, K, F', G', G'', Y₁, E'₃, Y' in the B system).

Expression of certain polymorphic blood group antigens in chimeric bulls suggested the presence of two or more populations or the absence of some cell population(s) in the blood stream. Incomplete hemolytic reactions of certain reagents could be explained by the presence of more than one population of erythrocytes in chimeras. The segregation of parental erythrocyte

I. Blood groups of the B and C system in two parental pairs and chimera CMR2

	B system	C system
Sire 1	O ₂ E' ₂ F'J' ₂ I''J''/BG ₂ KA' ₂ B'O'I''	WX ₂ C''/R ₂ X ₂ C''
Dam 1	not tested	not tested
Sire 2	Y ₂ A' ₁ /Y ₁ E' ₃ G'Y'G''	EC''/X ₂ C''
Dam 2	BG ₂ KE' ₂ F'G'O'G''/	C ₁ R ₂ W/
Chimera	O ₂ E' ₂ *J' ₁ *K''*O'*Q''*I''*J''*	C ₁ E''R ₂ *WX ₂ *C''

incomplete hemolytic reactions by red blood cells

II. Blood groups of the B and C system in progeny of chimeric bull CMR2

No.	B system	C system
1 M	$I_1Y_2/E_3G''G''$	C_1EWL'
1 P	$BG_2KE_2F''G''O''G''/I_1Y_2$	C_1R_2W/C_1EWL'
2 M	$I''/O_1T_1E_3F''K'$	WC''/C_1EW
2 P	$BG_2KE_2F''G''O''G''/O_1T_1E_3F''K'$	X_2C''/C_1EW
3 M	$O_1/O_1T_1E_3F''K'$	R_2WC''/C_2EWX_2
3 P	$BG_2KE_2F''G''O''G''/O_1T_1E_3F''K'$	X_2C''/C_2EWX_2
4 M	$BG_2KE_2F''O''G''G''$	C_2R_2WC''/C_2EWX_2
4 P	$BG_2KE_2F''G''O''G''/BG_2KE_2F''O$	X_2C''/C_2R_2WC''
5 M	$Q'/$	$X_2C''/WL''C''$
5 P	$BG_2KE_2F''G''O''G''/Q'$	X_2C''/X_2C''
6 M	$O''I''/E_3G''G''$	WC''/C_1R_2
6 P	$BG_2KE_2F''G''O''G''/E_3G''G''$	X_2C''/C_1R_2
7 M	$O_1A_1I''/P_2E_1I''G''$	X_2C''/C_2ER_2WL'
7 P	$BG_2KE_2F''G''O''G''/P_2E_1I''G''$	X_2C''/C_2ER_2WL'
8 M	$G_2Y_2E_1Q''/D''G''I''Q''I''$	R_2C''/WC''
8 P	$Y_1E_3G''Y''G''/D''G''I''Q''I''$	X_2C''/WC''
9 M	$E_3G''G''I''/BG_2KE_2F''G''O''G''$	C_2EWX_1I'
9 P	$Y_1E_3G''Y''G''/E_3G''G''I''$	C_1R_2W/C_2EWX_1
10 M	$T_1A_2B'E_3/BG_2KA_2B'O''I''$	$WC''/X_2L''C''$
10 P	$Y_1E_3G''Y''G''/T_1A_2B'E_3$	$C_1R_2W/X_2L''C''$

M – mother, P – progeny

antigens in progeny suggests that chimeric bulls transferred haplotypes of only one parental pair. Chimeras produce sperm with genetic information either from the one or from the other parental pair (Konig, Rommel, 1990).

Expression of blood groups seems to be comparable in aggregated chimeric animals and chimeric twins (Schröffel *et al.*, 1983). The incomplete hemolytic reactions are generally characteristic of chimeric animals. The progeny study revealed the existence of the chimera's "masked" antigens manifested in offspring.

REFERENCES

Boedino A., Ooe M., Yamamoto M., Takagi, M., Saha, S., Suzuki, T. (1993): Production of chimeric calves by aggregation of in vitro-fertilized bovine embryos without *zona pellucida*. *Theriogenology*, 40: 1221–1230.

Brem G., Tenhumberg H., Krausslich H. (1984): Chimerism in cattle through microsurgical aggregation of morulae. *Theriogenology*, 22: 609–613.

Brem G., Stranzinger G., Tenhumberg H., Erhardt G. (1986): Genetic markers for cattle chimerae. *Theriogenology*, 25: 144.

Emery D., McCullagh P. (1980): Immunological reactivity between chimeric cattle twins. I–III. *Transplantation*, 29: 4–22.

Erhardt G., Brem G. (1989): Genetische Charakterisierung von experimentell erstellten Rinderchimeren. *J. Anim. Breed. Genet.*, 106: 67–76.

Konig I., Rommel P. (1990): Embryo transfer in cattle. *Folia Biotechnol.* (Budapest), 41–42: 75–77.

Landa V., Tepla O. (1990): Construction of aggregation chimeras from 8-cell mouse embryos stored for several years in liquid nitrogen. *Folia Biol. (Praha)*, 36: 159–164.

Picard L., Chartrain I., King W. A., Betteridge K. J. (1990): Production of chimaeric bovine embryos and calves by aggregation of inner cell masses with morulae. *Mol. Reprod. Dev.*, 27: 295–304.

Schröffel J., Glasnák V., Fulka J., Motlík J., Pavlok A., Říha J., Poláček M. (1983): Blood types of twin cattle after embryo transfer to inseminated recipients. *Vet. Rec.*, 112: 77–79.

Stone W. H., Cragle R. G., Johnson D. F., Bacon J. A., Bendel S., Korda N. (1971): Long-term observations of skin grafts between chimeric cattle twins. *Transplantation*, 12, 1971: 421–428.

Summers P. M., Shelton J. N., Bell K. (1983): Synthesis of primary *Bos taurus* – *Bos indicus* chimaeric calves. *Anim. Reprod. Sci.*, 6: 91–102.

Received for publication on June 1, 1998
Accepted for publication on September 7, 1998

Contact Address:

RNDr. Roman Dušinský, CSc., Ústav biochémie živočichov SAV, 900 28 Ivanka pri Dunaji, Slovenská republika, tel.: 07/594 38 82, fax: 07/594 39 32, e-mail: dusinsky@ubgz.savba.sk

Oznamujeme čtenářům a autorům našeho časopisu,

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

Česká zemědělská univerzita v Praze

časopis

SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA

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

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

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

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

SERUM LDH ISOENZYMES ACTIVITY AND OTHER CONSTITUENTS TO PREDICT LIVER DAMAGE IN DAIRY COWS

SÉROVÁ AKTIVITA LDH IZOENZÝMOV A INÝCH PARAMETROV Z POHLADU ODHADU POŠKODENIA PEČENE U DOJNÍC

A. Asefa Asmare, G. Kováč, P. Reichel, E. Ščuroková

University of Veterinary Medicine, Košice, Slovak Republic

ABSTRACT: Serum constituents of blood samples, collected from the multiparous dairy cows at weekly intervals starting from wk 2 before calving, at calving and 7 wks after calving were determined. Mean serum free fatty acid concentration was much higher at calving and slightly elevated at the 1st wk after calving (0.63 ± 0.37 ; 0.47 ± 0.41 , respectively). Serum level of ketone bodies at wk 2 before calving, at calving and at wks 4, 5, 6, 7 after calving was higher than normal (1.11 ± 0.19 ; 1.10 ± 0.15 ; 1.03 ± 0.14 ; 1.05 ± 0.14 ; 1.00 ± 0.04 ; 1.01 ± 0.08 , respectively). At wk 2 before calving serum ketone bodies concentration was significantly higher ($P < 0.05$) comparing to the concentrations at wk 2 and 3 after calving. While concentration of ketone bodies at wk 2 and 3 after calving was significantly lower ($P < 0.05$) than those at wk 4, 5, 6 and 7 after calving. Serum triglyceride level was found to be lower ($P < 0.05$) at calving and during the following 7 wks after calving. By the histopathological analyses of the liver biopsy samples less marked perlobular lipid dystrophy of liver was repeatedly found in two of the three cows. Mean serum total activity of LDH was higher at the 6th wk after calving than after this at the 7th wk after calving, at calving, at wk 2 before calving and at the 5th wk after calving (7.88 ± 1.59 ; 7.82 ± 1.67 ; 7.50 ± 2.19 ; 7.35 ± 4.81 ; 7.32 ± 1.57 , respectively). Since LDH4 and LDH5 isoenzymes besides skeletal muscle originate from the liver, the sum of LDH4 and LDH5 (LDH4+5) was used to determine the health state of liver. Relatively increased percentage of mean serum activities of liver LDH4+5 isoenzymes was observed at wk 1 before calving and at wks 1, 4, 5, 6 after calving (6.30 ± 3.16 ; 6.06 ± 4.49 ; 5.76 ± 2.41 ; 5.72 ± 3.30 ; 5.68 ± 2.85 , respectively). Total serum AST increased in activity starting from the calving day to the 7th wk after calving and reached its peak at calving. Serum activity of ALP was considerably increased at calving, at wk 1 before calving and at wk 5 after calving (1.66 ± 0.52 ; 1.57 ± 0.67 ; 1.47 ± 0.64 , respectively). Total activity of GGT showed a moderate increase. Although there was quite wide individual variation, mean serum bilirubin at calving was far above the range of reference values (10.10 ± 9.29). Statistically significant increases in mean serum bilirubin levels were found between the blood samples taken at wks before calving and samples collected at wks 1, 3 ($P < 0.05$) and wk 6 ($P < 0.01$) after calving. Despite the extent of EMD in this study was not apparently sufficient to alter greatly the concentrations of blood metabolites during the follow-up study period, it stimulates to carry out further experiments and is possible to conclude that higher concentration of liver LDH4+5 isoenzymes appeared at wks 1, 4, 5 and 6 after calving in association with higher concentration of ketone bodies, apart from at wk 6 with lower serum concentration of urea, relatively lower albumin concentration and with higher concentration of bilirubin at wks 1 and 6 after calving. Therefore, according to our results it seems likely that dairy cows at wks 1, 4, 5 and 6 after calving are at risk of liver injury due to EMD.

Keywords: serum constituents; liver isoenzyme; dairy cow; energy metabolism disorder; liver damage; before calving; at calving; after calving

ABSTRAKT: V experimente boli posúdené sérové parametre krvných vzoriek odobratých od multipárných dojníc v týždňových intervaloch od 2. týždňa pred pôrodom, v deň pôrodu a 7 týždňov po pôrode. Priemerná hodnota sérovej koncentrácie voľných mastných kyselín bola najvyššia v deň pôrodu a mierne zvýšená 1. týždeň po pôrode ($0,63 \pm 0,37$, resp. $0,47 \pm 0,41$). Sérová hladina ketolátok v 2. týždni pred pôrodom, v deň pôrodu a v 4., 5., 6. a 7. týždni po pôrode bola vyššia ako normálna hodnota ($1,11 \pm 0,19$; $1,10 \pm 0,15$; $1,03 \pm 0,14$; $1,05 \pm 0,14$; $1,00 \pm 0,04$; $1,01 \pm 0,08$). V 2. týždni pred pôrodom bola sérová koncentrácia ketolátok signifikantne vyššia ($P < 0,05$) v porovnaní s koncentráciou v 2. a 3. týždni po pôrode, zatiaľ čo koncentrácia ketolátok v 2. a 3. týždni po pôrode bola signifikantne nižšia ($P < 0,05$) ako v 4., 5., 6. a 7. týždni po pôrode. Sérová hladina triglyceridov bola nižšia ($P < 0,05$) v deň pôrodu a počas nasledujúcich 7 týždňov po pôrode. Histopatologickou analýzou biopťatu pečene u dvoch z troch dojníc bola opakovane zistená málo výrazná perilobulárna tuková dystrofia pečene. Celková priemerná sérová aktivita LDH dosahovala vyššie hodnoty v 2. týždni pred pôrodom, v deň pôrodu a v 5., 6. a 7. týždni po pôrode ($7,35 \pm 4,81$; $7,50 \pm 2,19$; $7,32 \pm 1,57$; $7,88 \pm 1,59$; $7,82 \pm 1,67$). Pretože izoenzýmy LDH4 a LDH5 okrem kostrového svalstva pochádzajú aj z pečene, suma LDH4 a LDH5 (LDH4+5) bola použitá na posúdenie zdravotného stavu pečene. Relatívne percentuálne zvýšenie priemerných sérových aktivít pečeneových izoenzýmov LDH4+5 bola pozorova-

vaná týždeň pred pôrodom a v 1., 4., 5., 6. týždni po pôrode ($6,30 \pm 3,16$; $6,06 \pm 4,49$; $5,76 \pm 2,41$; $5,72 \pm 3,30$; $5,68 \pm 2,85$). Celková sérová aktivita AST bola zvýšená od dňa pôrodu do 7. týždňa po pôrode a dosahovala najvyššiu hodnotu v deň pôrodu. Sérová aktivita ALP bola výrazne zvýšená v deň pôrodu, týždeň pred pôrodom a v 5. týždni po pôrode ($1,66 \pm 0,52$; $1,57 \pm 0,67$; $1,47 \pm 0,64$). Celková aktivita GGT bola mierne zvýšená. Hoci bola celkom široká individuálna variabilita, priemerná hodnota sérového bilirubínu v deň pôrodu bola o mnoho vyššia ako referenčné hodnoty ($10,10 \pm 9,29$). Štatisticky významné zvýšenie priemerných sérových hladín bilirubínu bolo zistené medzi vzorkami krvi odobratými týždeň pred pôrodom a vzorkami odobratými v 1., 3. ($P < 0,05$), 6. ($P < 0,01$) týždni po pôrode. Súhrne môžeme konštatovať, že úroveň rozsahu porúch energetického metabolizmu v tomto experimente síce nebola extrémna, avšak ovplyvnila vybrané parametre metabolického profilu. Zvýšená koncentrácia pečeňových izoenzýmov LDH4+5 bola zistená v 1., 4., a 6. týždni po pôrode pri súčasne zvýšenej koncentrácii ketolátok. V rovnakom časovom intervale s výnimkou 6. týždňa bola zistená znížená sérová koncentrácia močoviny s relatívne nízkou koncentráciou albumínu a vyššou koncentráciou bilirubínu v 1. a 6. týždni po pôrode. Pre výraznejšie zmeny by bolo potrebné uskutočniť ďalšie experimenty. Z uvedených výsledkov vyplýva, že u dojnic v 1., 4., 5., a 6. týždni po pôrode je pravdepodobné riziko poškodenia pečene v dôsledku porúch energetického metabolizmu.

Kľúčové slová: sérové parametre; pečeňový izoenzým; dojnica; porucha energetického metabolizmu; poškodenie pečene; pred pôrodom; deň pôrodu; po pôrode

INTRODUCTION

The term energy metabolism disorder (EMD) refers to two clinical syndromes, ketosis and hepatic lipidosis. EMD is still a problem in dairy herds of many countries. It is one of the severe economic problems in the dairy industry. EMD causes losses that are attributable to treatment costs, reduced milk yield, declined reproduction performance, culling and death which result in short productive live of economically efficient high-yielding dairy cows mainly at the age when they reach peak production. In 50 surveyed Friesian/Holstein dairy herds (average 178 cows), the average total annual culling rate was found to be 23.8%. Of the disposal, 54% were culled by the end of their fourth lactation (Esslemont, Kossabati, 1997).

Ketosis is associated with the development of fatty liver (Gröhn, Lindberg, 1985). Both ketosis and hepatic lipidosis cause liver injury. Treatment of damaged liver is unrewarding (Breuking *et al.*, 1992). All efforts should therefore be directed towards prevention, where early detection of animals at risk has a significant role.

Although EMD has often been studied, methods to predict its occurrence have not yet been elucidated satisfactorily. In previous studies a number of formulas were developed to detect dairy cows affected by hepatic lipidosis. Sommer (1975) suggested the interrelationship of aspartate aminotransferase (AST – EC 2.6.1.1) and cholesterol (TCH). According to him $AST > 0.5$ and $TCH < 2.6$ indicate positive hepatic lipidosis, whereas $AST > 0.5$ or $TCH < 2.6$ suggests dubious hepatic lipidosis. Haraszi *et al.* (1982) on the other hand proposed the ratio of nonesterified fatty acid (NEFA) to triglyceride (TG) (NEFA/TG) or percentage ratio of NEFA to total lipids (TL) (NEFA/TL.100). $NEFA/TG > 4.0$ or $NEFA/TL.100 > 35.0$ indicates positive hepatic lipidosis, while $NEFA/TG 2-4$ or $NEFA/TL.100 > 22-35$ indicates dubious hepatic lipidosis. Reid *et al.* (1983b) further suggested a formula: $y = -0.51 - 0.0032 \cdot NEFA (\mu\text{mol.l}^{-1}) + 2.84 \cdot \text{glucose} (\text{mmol.l}^{-1}) - 0.0528 \cdot AST (\text{I.U.l}^{-1})$, where $y < 0$ indicates positive hepatic lipi-

dosis and $y = 0-1.5$ dubious hepatic lipidosis. Reichel (1989) modified the formula according to Reid *et al.* (1983b) by substituting TCH (mmol.l^{-1}) for glucose and using coefficients 2.85 for TCH, 3.2 for NEFA (mmol.l^{-1}) and 3.168 for AST ($\mu\text{kat.l}^{-1}$).

But to the knowledge of the authors, in the field of veterinary medicine the value of serum liver LDH isoenzyme activity determination in predicting liver injury has not yet been taken into account. LDH regulates the coefficient of NAD/NADH₂ which plays a decisive role in a number of chemical reactions of cells. In addition, it is an enzyme of glucose metabolism. Glucose on the other hand holds the central place in energy metabolism. LDH may therefore be an enzyme of special interest in EMD. Furthermore LDH is a cytosol enzyme. It is found free in cytoplasm and can be readily liberated from the cells into the blood stream as a result of minor insults such as significant depletion of ATP (Blahovec, Šlesárová, 1991; Gupta *et al.*, 1994), accumulation of fat droplets in hepatocytes, increased level of lipid peroxide as the result of increased FFA oxidation in hepatocytes (Mudroň *et al.*, 1997), subclinical metabolic acidosis (Lechowski, 1996), hypoxia (Kramer, 1989) and emulsification of lipids in the cell membrane by accumulated bile acids. Often elevated levels of LDH isoenzymes are supposed to be observed long before clinical symptoms become apparent. Hence it is possible to postulate a hypothesis that serum liver LDH isoenzyme level assay may be useful as a means of performing preventive diagnosis or predicting liver damage. With this in mind the present study is designed to perform a long term follow-up study of serum activities of liver LDH isoenzymes and their association with some of the metabolic profiles in dairy cows at different milk production stages.

MATERIAL AND METHODS

Twelve multiparous (eight Black-Pied and four Slovak Yellow-Pied) dairy cows, at the last few weeks of

pregnancy, lactation above 3500 kg, without any clinical signs of diseases, were assigned to this study. The animals were selected mainly on the basis of their body conditions. Fat cows were selected because it was suspected that they have higher tendency to develop EMD after calving. The animals were permanently housed in the stalls bedded with wheat straw and fed according to their milk production stages. During the dry period each animal was fed 15 kg of maize silage, 5 kg of hay, 2 kg of barley straw and 2–4 kg of concentrate. After calving each was fed 25 kg of maize silage, 2 kg of barley straw, 4 kg of hay and concentrates of 0.23 kg.l⁻¹ milk DOP (DOP is concentrate for milking cow). The animals had access of water *ad libitum*.

Three cows did not complete the study and were not used in the statistical analysis. One of the cows was sent to emergency slaughter due to dystocia and the other two were culled at week (wk) 2 after calving due to very low production resulting from chronic mastitis.

Blood samples were obtained by jugular venepuncture at weekly intervals from 2 wks prior to the expected calving date through 7 wks after calving. Additional samples were collected on the calving day with minimum excitement of the animals. Sodium fluoride blood samples were collected to assay the serum concentration of glucose. After centrifugation (3000 rpm) the serum was separated and analysed on the day of sampling. The remaining serum samples were frozen and stored at -20 °C, until further examination. Hemolysed serum samples were not used. The serum concentration of albumin, of urea, of total protein, of cholesterol, of triglycerides, of total lipids, of glucose, of total immunoglobuline (TIg), of phosphorus and serum total activities of lactate dehydrogenase (LDH – EC 1.1.1.27), of aspartate aminotransferase (AST – EC 2.6.1.2), of gamma-glutamyl transferase (GMT – EC 2.3.2.1), of alkaline phosphatase (ALP – EC 3.1.3.1) and creatine kinase (CK – EC 2.7.3.2) were analysed by Bio-la-test. The serum concentration of ketone bodies was estimated by Götsche method (1970), the serum concentration of bilirubin by the Jendrassi and Grof method (1938), and the serum concentration of free fatty acid (FFA) by the Curtis method (1974). The se-

rum concentration of calcium, magnesium, sodium, zinc and iron was determined by the atomic absorption spectrophotometry (AAS) Perkin-Elmer 306 flame mode method.

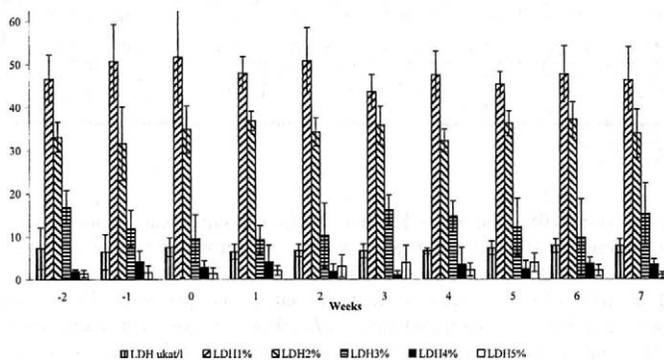
Polyacrylamide gel electrophoretic separation of serum LDH isoenzymes and their staining were performed according to the Dietz and Lubrano method (1967). The electrophoretic separation was done on 5.5% polyacrylamide gel, using Tris-glycin buffer of pH 8.3 at 2.5 mA/tube for 90 min. After the completion of electrophoresis, the isoenzymes were visualized by incubating the gels in a staining solution. The LDH isoenzyme bands were scanned by densitometer, model DS 90 at 525 nm. Values for each isoenzyme were quantitated by computer and expressed as a percentage of the total activity.

Liver biopsy was performed on three randomly selected dairy cows at 2 stages. Once at wk 2 and once at wk 7 after calving. This was carried out by trocar cannula and syringe after infiltration anaesthesia in the right 11th intercostal space at the site where a line drawn from the tuber coxae to the shoulder joint intersects. The biopsy specimens were fixed immediately in formalin and were stained with Sudan.

RESULTS AND DISCUSSION

Serum constituents of blood samples, collected at weekly intervals throughout the course of the study were determined and analysed. The results are given in Tables I, II, III and IV and Figs. 1, 2 and 3.

Mean serum concentrations of zinc and iron were below the lower reference limit throughout the study, whereas serum levels of phosphorus were lower at wk 2 before calving and at wks 2, 3 and 6 after calving, but these decreases were not significant (Table IV). Serum FFA concentration was much higher at calving and slightly elevated at the 1st wk after calving (0.63 ± 0.37; 0.47 ± 0.41, respectively). This result is in agreement with the findings of Metz and van den Berg (1977). Mean serum level of ketone bodies was higher than normal at wk 2 before calving, at calving and at wks 4, 5, 6, 7 after calving (1.11 ± 0.19; 1.10 ± 0.15;



1. Serum total activity of LDH and percentual values of its isoenzymes

I. Mean serum total activity of LDH and percentual serum activities of its isoenzymes ($\bar{x} \pm s$)

Metabolite	Time of blood collection (in weeks) before, at, and after calving									
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
LDH	7.35	6.43	7.50	6.45	6.72	6.59	6.59	7.32	7.88	7.82
$\mu\text{kat.l}^{-1}$	± 4.81	± 4.09	± 2.19	± 1.79	± 1.49	± 1.63	± 0.69	± 1.59	± 1.59	± 1.67
LDH1	46.72	50.71	51.64	47.92	50.73	43.60	47.51	45.31	47.70	46.39
%	± 5.55	± 8.61	± 11.78	± 3.82	± 7.75	± 3.98	± 5.44	± 2.98	± 6.54	± 7.71
LDH2	33.18	31.64	34.83	36.76	34.22	35.71	32.16	36.20	37.07	33.89
%	± 3.44	± 8.50	± 5.48	± 2.27	± 3.23	± 4.44	± 2.61	± 2.91	± 4.15	± 5.65
LDH3	16.91	11.93	9.41	9.25	10.20	16.15	14.66	12.20	9.43	15.28
%	± 3.87	± 4.18	± 5.66	± 3.25	± 7.49	± 3.39	± 3.49	± 6.64	± 8.95	± 7.18
LDH4	1.84	4.14	2.77	3.99	1.82	1.05	3.45	2.39	3.64	3.47
%	± 0.48	± 2.48	± 1.49	± 3.97	± 1.78	± 0.84	± 3.96	± 1.93	± 1.42	± 1.27
LDH5	1.33	1.58	1.35	2.07	3.03	3.84	2.23	3.91	2.12	1.01
%	± 0.86	± 1.59	± 1.32	± 1.12	± 2.56	± 4.04	± 1.49	± 2.12	± 1.28	± 0.70

II. Mean blood serum concentrations of some of the components of the energetic and protein profiles in association with serum percentual activities of LDH4 + 5 isoenzymes ($\bar{x} \pm s$)

Metabolite	Time of blood collection (in weeks) before, at, and after calving									
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
LDH4 + 5	3.20	5.72	4.13	6.06	4.86	4.89	5.68	6.30	5.76	4.48
%	± 0.99	± 3.30	± 2.36	± 4.49	± 1.93	± 4.71	± 2.85	± 3.16	± 2.41	± 1.72
Glucose	3.28	3.39	3.50	3.18	3.17	2.92	2.99	3.20	3.27	2.99
mmol.l^{-1}	± 0.21	± 0.20	± 0.42	± 0.19	± 0.26	± 0.33	± 0.34	± 0.61	± 0.39	± 0.30
FFA	0.16	0.27	0.63	0.47	0.21	0.32	0.23	0.23	0.32	0.14
mmol.l^{-1}	± 0.15	± 0.20	± 0.37	± 0.41	± 0.10	± 0.14	± 0.10	± 0.14	± 0.14	± 0.04
Ketone bodies	1.11	0.96	1.10	0.90	0.84	0.88	1.03	1.05	1.00	1.01
mmol.l^{-1}	± 0.19	± 0.09	± 0.15	± 0.10	± 0.07	± 0.05	± 0.14	± 0.14	± 0.04	± 0.08
Cholesterol	2.01	1.76	1.88	2.00	2.50	2.83	2.86	3.61	3.47	3.62
mmol.l^{-1}	± 0.33	± 0.11	± 0.27	± 0.54	± 0.74	± 1.19	± 0.95	± 1.05	± 1.38	± 1.06
Total lipid	2.20	2.17	1.95	2.10	2.51	2.92	2.91	3.35	3.44	3.71
g.l^{-1}	± 0.35	± 0.43	± 0.24	± 0.29	± 0.79	± 0.92	± 0.91	± 0.90	± 1.38	± 0.92
Triglyceride	0.218	0.163	0.115	0.072	0.051	0.053	0.058	0.084	0.086	0.079
mmol.l^{-1}	± 0.068	± 0.027	± 0.058	± 0.049	± 0.017	± 0.013	± 0.027	± 0.035	± 0.013	± 0.013
Total Ig.	27.08	24.40	21.32	25.67	25.58	23.55	27.00	22.56	24.85	28.82
UZST	± 5.47	± 5.57	± 2.29	± 7.93	± 3.87	± 3.31	± 3.61	± 4.28	± 4.31	± 5.03
Total protein	74.92	66.00	67.28	70.38	72.07	69.35	70.97	65.94	70.40	77.84
g.l^{-1}	± 7.98	± 6.91	± 3.90	± 10.15	± 8.42	± 8.52	± 8.48	± 16.28	± 5.71	± 9.05
Albumin	38.60	39.62	37.74	31.78	31.84	30.13	30.87	32.00	28.18	32.98
g.l^{-1}	± 3.72	± 4.25	± 5.07	± 8.21	± 5.43	± 7.61	± 6.82	± 7.08	± 6.12	± 9.33
Urea	2.75	2.80	3.77	3.13	2.56	2.93	3.06	3.13	3.48	3.92
$\mu\text{mol.l}^{-1}$	± 0.60	± 0.55	± 1.32	± 1.11	± 1.65	± 0.55	± 1.33	± 0.62	± 0.79	± 0.97

1.03 \pm 0.14; 1.05 \pm 0.14; 1.00 \pm 0.04; 1.01 \pm 0.08, respectively). Serum ketone bodies concentration at wk 2 before calving was significantly higher ($P < 0.05$) comparing to the concentrations at wk 2 and 3 after calving. Whereas the concentrations at wk 2 and 3 after calving were significantly lower ($P < 0.05$) than those

at wk 4, 5, 6 and 7 after calving. Mean serum concentration of glucose was however within the normal range throughout the trial.

In this study similar to our previous observation (Asefa Asmare *et al.*, 1997) the serum concentration of ketone bodies was not displayed with lower concentra-

III. Mean blood serum total activities of liver enzymes and concentration of bilirubin ($\bar{x} \pm s$)

Metabolite	Time of blood collection (in weeks) before, at, and after calving									
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
LDH	7.35	6.43	7.50	6.45	6.72	6.59	6.59	7.32	7.88	7.82
$\mu\text{kat.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 4.81	± 4.09	± 2.19	± 1.79	± 1.49	± 1.63	± 0.69	± 1.57	± 1.59	± 1.67
AST	0.46	0.40	0.68	0.58	0.61	0.51	0.59	0.52	0.57	0.58
$\mu\text{kat.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 0.29	± 0.26	± 0.33	± 0.23	± 0.14	± 0.19	± 0.17	± 0.08	± 0.12	± 0.11
CK	0.33	0.29	0.24	0.19	0.14	0.26	0.23	0.17	0.24	0.14
$\mu\text{kat.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 0.48	± 0.31	± 0.19	± 0.14	± 0.12	± 0.18	± 0.24	± 0.05	± 0.11	± 0.08
ALP	1.31	1.57	1.66	0.97	0.94	0.92	1.12	1.47	1.16	1.19
$\mu\text{kat.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 0.56	± 0.67	± 0.52	± 0.23	± 0.22	± 0.21	± 0.25	± 0.64	± 0.09	± 0.38
GGT	0.55	0.50	0.48	0.43	0.52	0.58	0.62	0.64	0.51	0.56
$\mu\text{kat.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 0.24	± 0.20	± 0.17	± 0.09	± 0.18	± 0.13	± 0.24	± 0.13	± 0.21	± 0.16
Total bilirubin	3.52	3.15	10.10	5.19	4.01	4.96	3.92	4.47	6.28	4.70
$\mu\text{mol.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 0.68	± 1.07	± 9.29	± 1.55	± 0.74	± 1.19	± 1.38	± 1.08	± 1.59	± 1.24

IV. Mean blood serum concentration of minerals ($\bar{x} \pm s$)

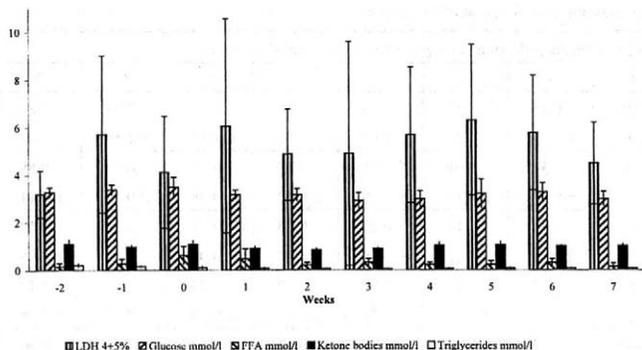
Metabolite	Time of blood collection (in weeks) before, at, and after calving									
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Ca	2.33	2.30	2.32	2.31	2.27	2.24	2.27	2.26	2.26	2.19
$\text{mmol.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 0.12	± 0.08	± 0.12	± 0.15	± 0.09	± 0.12	± 0.04	± 0.14	± 0.14	± 0.11
P	1.58	1.83	1.74	1.72	1.43	1.41	1.66	1.61	1.43	1.64
$\text{mmol.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 0.29	± 0.31	± 0.36	± 0.24	± 0.20	± 0.29	± 0.30	± 0.38	± 0.16	± 0.16
Na	142.50	145.17	142.67	142.33	141.50	140.50	139.83	143.00	141.25	142.25
$\text{mmol.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 1.05	± 1.94	± 2.07	± 2.25	± 1.38	± 1.97	± 0.75	± 1.87	± 1.71	± 1.86
Mg	0.089	0.94	0.91	0.90	0.93	0.89	0.97	0.98	0.98	0.97
$\text{mmol.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 0.08	± 0.08	± 0.09	± 0.05	± 0.06	± 0.10	± 0.05	± 0.01	± 0.06	± 0.06
Zn	10.70	10.56	10.88	10.57	11.43	10.81	10.70	10.39	10.51	10.32
$\mu\text{mol.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 0.84	± 0.74	± 1.17	± 1.13	± 1.26	± 1.72	± 1.37	± 1.28	± 0.73	± 1.16
Fe	15.37	16.56	15.38	16.11	13.30	11.96	12.06	13.61	14.77	14.33
$\mu\text{mol.l}^{-1}\text{P}^{-1}$	± 1.19	± 1.24	± 1.56	± 1.27	± 4.10	± 2.60	± 2.46	± 2.56	± 0.89	± 2.53

tion of glucose and higher concentration of FFA. Although FFAs are precursors of ketone bodies, at wk 2 before calving the elevated level of ketone bodies was not associated with higher FFA level (Fig. 2). Reid (1980) and West (1989) suggested that fat mobilisation began in late pregnancy and the degree of fatty infiltration of the liver was significant 2 wks before calving. Results of other previous studies further indicated that when under-nutrition arises FFA levels increase initially, but after a relatively short time they slowly decline to low normal values (Topps, Thompson, 1984). Athanasion and Phillips (1978b) also noted, that FFAs reached their peak concentration in the blood 12 h earlier than the ketone bodies. Therefore it seems likely that there was high FFA level in the blood stream before the beginning of the study and later declined to the range of reference value. This drop of FFA level may be due to higher utilization of FFA by peripheral tissues and higher hepatic uptake which

was displayed by increased ketone bodies level. In this study the elevated levels of FFA at calving and wk 1 after calving and then their decline to the normal level (Table II) may favour the above mentioned theory. In addition, the relatively increased serum albumin concentration to the upper physiological limit at wks 2 and 1 before calving (38.60 ± 3.72 ; 39.62 ± 4.25 , respectively) may indicate increased FFA carrying capacity of blood plasma during that period. The contribution by antilipolytic effect of ketone bodies and re-esterification of FFAs by glucose should not be overlooked either. The increase in serum FFAs at calving and 1 wk after calving may probably be due to partus stress for according to Basset (1970) blood concentration of FFAs is extremely stress-sensitive. The body must expend more energy to resist this stress and therefore, calls upon body reserves.

The factor that contributes to keep the serum glucose level in the normal reference range is likely to be the

2. Serum percentual activity of LDH4+5 isoenzymes associated with some of the components of energetic profile



ketone bodies which play an important part in the maintenance of energy homeostasis (Holtenius, Holtenius, 1996). Ketone bodies spare glucose by substituting for glucose as an energy substrate in the peripheral tissues. Furthermore ketone bodies can be precursors of glucose. According to Phillips (1978) excess β -hydroxybutyrate might be decarboxylated to produce isopropyl alcohol; isopropyl alcohol to acetone. Acetone is further metabolised by conversion to propanol and then to lactic and pyruvic acids which are glucogenic in nature. In 48-hours fasted rats lactate production may be increased six to ninefold.

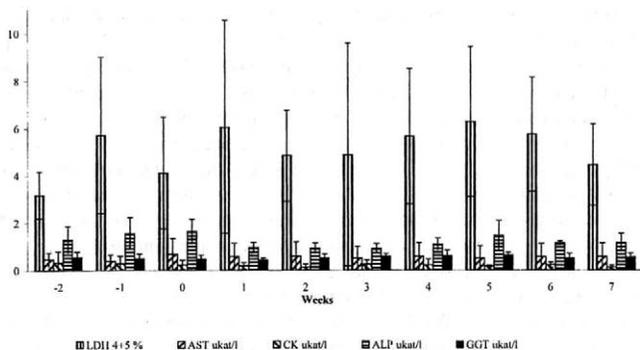
The reduction of triglycerides ($P < 0.05$) in serum at calving and during the following 7 wks after calving (Table II) can probably be connected with milk secretion. Serum concentration of total immunoglobuline at wk 1 before calving at calving and at wks 1, 2, 3 and 5 after calving (Table II) was found to be lower indicating the immunosuppressive tendency in the early lactation period.

By the histopathological analyses of the liver biopsy samples less marked perlobular lipid dystrophy of liver was in two of the three cows repeatedly found.

Mean total serum activity of LDH was higher at the 6th wk followed in a decreasing order at the 7th wk after calving, at calving, at wk 2 before and at the 5th wk after calving (7.88 ± 1.59 ; 7.82 ± 1.67 ; 7.50 ± 2.19 ;

7.35 ± 4.81 ; 7.32 ± 1.57 , respectively). Serum percentual activity of LDH2 was prominently increased at wk 6 and then after this at wk 1, 5 and 3 after calving (37.07 ± 4.15 ; 36.76 ± 2.27 ; 36.20 ± 2.91 ; 35.71 ± 4.44 , respectively) (Fig. 1). This may be contributed by the anoxic red blood cells during the period between the blood collection and serum separation. Since LDH4 and LDH5 isoenzymes besides skeletal muscle originate from the liver (Thornton, Lohni, 1979; Patel, Chakrabarti, 1982; Engelking, Anwer, 1992; Rudolph *et al.*, 1993), in this study the sum of LDH4 and LDH5 (LDH4+5) was used to determine the health state of liver. Relatively increased percentage of mean serum activities of liver LDH4+5 isoenzyme was observed at wks 5, 1, 6 after calving and at wk 1 before and wk 4 after calving (6.30 ± 3.16 ; 6.06 ± 4.49 ; 5.76 ± 2.41 ; 5.72 ± 3.30 ; 5.68 ± 2.85 , respectively). The relatively highest percentage of LDH4+5 serum activity was found at wks 5 and 1 after calving (Fig. 2). The present result is in agreement with our previous report (Asefa Asmare *et al.*, 1998) that higher serum activity of liver isoenzymes is found in early lactating cows.

Total serum AST increased in activity starting from the calving day to the 7th wk after calving and reached its peak at partum (Fig. 3). This long-lasting moderate rise in activity of AST comparing to LDH4+5 may partly result from its longer biologic half-life which



3. Serum percentual activity of LDH4+5 isoenzymes associated with total activities of other liver enzymes

according to Eades and Bounous (1997) lasts 7 to 10 days. AST is found in the liver and muscles. It exists in mitochondrial and cytoplasmic forms. As Moss (1979) noted, the cytoplasmic form of AST accounts for about one-half of the total activity in the whole cell. Much higher activities of LDH4 and LDH5 are also found in the cytoplasm of liver and skeletal muscle cells. Therefore in this study, measurements of AST and LDH were related to serum total CK activity, an index commonly used to provide biochemical evidence of damaged muscle cells. The mean serum total activity of CK was within the range of the reference value throughout the follow-up study. Muscle damage was ruled out in this way.

The relative increase of mean serum percentual activity of LDH4+5 and the moderate rise of serum total AST activity over the upper physiological limit therefore seemed to come from hepatic cells indicating increased hepatocellular membrane permeability associated with hepatocytes injury.

Mean serum total activity of ALP was considerably increased at calving, at wk 1 before calving and at wk 5 after calving (1.66 ± 0.52 ; 1.57 ± 0.67 ; 1.47 ± 0.64 , respectively). Total activity of GGT showed a moderate increase (Table III). Although there was quite wide individual variation, mean serum bilirubin at calving was far above the range of reference values (10.10 ± 9.29). Statistically significant increases in mean serum bilirubin levels were found between the blood samples taken at wks before calving and samples collected at wks 1, 3 ($P < 0.05$) and wk 6 ($P < 0.01$) after calving. The rise in total serum activity of ALP may partly be escalated by its increased production in the placenta and by its decreased excretion in the bile. Elevated serum GGT and ALP activities and hyperbilirubinemia might suggest biliary dysfunction which probably occurred secondary to hepatocyte enlargement packed with triglycerides.

Despite the extent of EMD in this study was not apparently sufficient to alter greatly the concentrations of blood metabolites during the follow-up study period, it stimulates to carry out further experiments and is possible to conclude that higher concentration of liver LDH isoenzymes appeared at wks 1, 4, 5 and 6 after calving in association with higher concentration of ketone bodies, apart from at wk 6 with lower serum concentration of urea, relatively lower concentration of Alb and at wks 1 and 6 with higher concentration of bilirubin. Therefore it seems likely according to our results that dairy cows at wks 1, 4, 5 and 6 after calving are at the risk of liver injury due to EMD.

REFERENCES

- Asefa Asmare A., Reichel P., Bartko P. (1997): Energy metabolism disorder in black-pied breed dairy cows. *Folia Veterinaria*, 41: 55-59.
- Asefa Asmare A., Kováč G., Reichel P., Buleca J., Ščuroková E. (1998): Serum isoenzyme activity of lactate dehydrogenase in dairy cows at different production stages. *Folia Veterinaria*, 42: 77-81.
- Athanasion V. N., Phillips R. W. (1978): Effect of fasting on plasma metabolites and hormones in lactating dairy cows. *Amer. J. Vet. Res.*, 39: 957-960.
- Bassett J. M. (1970): Metabolic effects of catecholamines in sheep. *Aust. J. Biol. Sci.*, 23: 903-914.
- Blahovec J., Šlesárová L. (1991): *Klinická enzymológia. In: Enzyémy a klinická enzymológia*. Košice, Slovakia Zenit press: 72-124.
- Breuking H. J., Klensing T. H., Klenting G. H. (1992): Disorders in the dairy cows as a consequence of production. In: *Eighth Int. Conf. on Production Diseases in Farm Animals*, Bern, Switzerland: 123-135.
- Curtis H. C. (1974): *Man Roth Clinical Biochemistry II*. de Grytes: 1034.
- Dietz A. A., Lubrano T. (1967): Separation and quantitation of lactic dehydrogenase isoenzymes by disc electrophoresis. *Anim. Biochem.*, 20: 246-257.
- Eades S. C., Bounous D. I. (1997): Significance of laboratory tests. In: Pratt, P. W. (ed.): *Laboratory Profiles of Equine Diseases*. St. Luis, USA, Mosby-Year Book, Inc.: 1-27.
- Engelking L. R., Anwer M. S. (1992): Liver and biliary tract. In: Anderson N. V. et al. (eds.): *Veterinary Gastroenterology*. 2nd ed. London, Lea and Febiger: 211-274.
- Esslemont R. J., Kossaibati M. A. (1997): Culling in 50 dairy herds in England. *Vet. Rec.*: 36-39.
- Gösche H. (1970): Estimation of ketone bodies in blood, cerebrospinal fluid and urine. *Clin. Chim. Acta.*: 359-364.
- Gröhn Y., Lindberg L. A. (1985): Ultrastructural changes of the liver in spontaneously ketotic cows. *J. Comp. Pathol.*, 95: 443-452.
- Gupta R. C., Goad J. J., Kadel W. L. (1994): Energy related metabolic alterations in diaphragm muscle resulting from acute methomyl toxicity. *Neurotoxicology*, 15, 1994: 321-330.
- Haraszti J., Huszencia G. Y., Molnár L., Ivantis J., Fekete J. (1982): *Viszgalátok Szarazonálló „elhízot” tehének ellés utáni nemi működésével kapcsolatában I. Klinikai vizsgálatok*. *Magy.-ÁO. Lapja.*, 37: 199-204.
- Holtenius P., Holtenius K. (1996): New aspects of ketone bodies in energy metabolism of dairy cows. *J. Vet. Med.*, 43: 579-587.
- Jendrassik L., Grof P. (1938): *Verenifachte Photometrische Methode zur Bestimmung des Bilirubins*. *Biochem. Z.*, 297: 81-89.
- Kramer J. W. (1989): Clinical enzymology. In: Kaneko, J. J. (ed.): *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4th ed. California, Acad. Press: 338-363.
- Lechowski R. (1996): Changes in the profile of liver enzymes in new born calves induced by experimental, subclinical acidosis in pregnant cows and osmotic diarrhoea. *Vet. Res. Com.*, 20: 351-365.
- Metz, S. H. M., van den Bergh, S. G. (1972): Effects of volatile fatty acids, ketone bodies, glucose and insulin on lipolysis in bovine adipose tissue. *FEBS Lett.*, 21: 203-206.

- Moss D. W. (1979): Isoenzyme analysis. London, The Chemical Society: 1-163.
- Mudroň P., Rehage J., Sallmann H. P., Mertens M., Scholz H., Kováč G. (1997): Plasma and liver α -tocopherol in dairy cows with left abomasal displacement and fatty liver. *J. Vet. Med.*, *A44*: 91-97.
- Patel P. B., Chakrabarti C. H. (1982): Changes in the activity of some hepatic enzymes during organophosphorus insecticide acephate (orthene) treatment in albino rats. *Ind. J. Phys. Phar.*, *26*: 4311-4316.
- Phillips R. W. (1978): Religious relevations and bovine ketosis (a nonsacred cow). *Perspect. Biol. Med.*, *3*: 398-405.
- Reichel P. (1989): Etiopatogenéza syndrómu stučnenia kráv z hľadiska diagnostiky prevencie a terapie. [PhD thesis.] Košice, VŠV.
- Reid I. M. (1980): Incidence and severity of fatty liver in dairy cows. *Vet. Rec.*, *107*: 281-284.
- Reid I. M., Rowlands G. J., Dew A. M., Collins R. A., Roberts C. J., Manston R. (1983): The relationship between post-parturient fatty liver and blood composition in dairy cows. *J. Agric. Sci., Camb.*, *101*: 473-480.
- Rudolph W., Haecker D., Godoy A., Segovia P. (1993): Lactate dehydrogenase isoenzymes distribution in tissue of mixed-breed horses. *Arch. Med. Vet.*: 47-55.
- Sommer H. (1975): Preventive-Medizin bei Milchrühren. *Vet. Med. Nachr.*: 41-61.
- Thornton J. R., Lohni M. D. (1979): Tissue and plasma activity of lactic dehydrogenase and creatine kinase in the horse. *Equine Vet. J.*, *11*: 235-238.
- Topps J. H., Thompson J. K. (1984): Blood characteristics and the nutrition of ruminants. London, Her Majesty's Stationary Office: 11-34.
- West H. J. (1989): Liver function of dairy cows in late pregnancy and early lactation. *Res. Vet. Sci.*, *46*: 231-237.

Received for publication on June 8, 1998

Accepted for publication on September 7, 1998

Contact Address:

Dr. A. Asefa Asmare, Univerzita veterinárskeho lekárstva, Katedra vnútorných chorôb prežúvavcov a ošípaných, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, tel.: 095/633 21 11-15, fax: 095/632 36 66

EFFECT OF HETEROSPERMIC INSEMINATION OF HYBRID SOWS ON THE FARROWING RATE AND THE LITTER SIZE

VLIV HETEROSPERMNÍ INSEMINACE HYBRIDNÍCH PRASNIC NA JEJICH ZABŘEZÁVÁNÍ A POČET NAROZENÝCH SELAT

J. Čeřovský¹, V. Hudeček¹, M. Rozkot¹, Z. Herčík²

¹ *Research Institute of Animal Production Praha-Uhřetěves, workplace Kostelec nad Orlicí, Czech Republic*

² *ZEVOS Žiželice, ŠVCH Převýšov, Czech Republic*

ABSTRACT: In an experiment 575 sows were inseminated by heterospermic insemination doses from 6 pairs of boars. Each sow from the experimental group was inseminated in oestrus and reinseminated with insemination doses from one of the 6 homology pairs of boars. The dispermic insemination doses used for heterospermy contained $4.77 \pm 1.62 \times 10^9$ biologically active sperm cells. The control group of sows was inseminated by so called non-genuine heterospermy, i.e. by homospermic insemination doses with reinsemination by the dose from another boar with the content of sperm cells in the span of the experimental doses. We did not find a significant difference ($P < 0.05$) in the farrowing rate after the first insemination between the individual groups of boars but there is a significant difference between the experimental and control group of sows (66.51% vers. 60.54%; $P > 0.05$). We found out a non-significant difference in the farrowing rate between the experimental and control group of sows after the second and other inseminations (58.27% vers. 51.89; $\chi^2 = 1.91$; $P > 0.05$). The number of liveborn piglets per litter after the first insemination at the comparable parity of the experimental and control group of sows (4.80 ± 2.41 vers. 4.75 ± 2.39 litters; $t = 0.768$; $P > 0.05$) achieved higher values after all experimental groups of boars than is the average value in the control group of sows. The results in the group of sows with the second and other inseminations were similar. The piglet production per 100 first inseminations was higher in the experimental group of farrowed sows than in the control group (+105.8 of total and +99.2 of liveborn piglets). The situation was the same with the farrowed sows after the second and other inseminations performed by the heterospermic doses in favour of the experimental group (+94.9 of total and +90.9 of liveborn piglets). The heterospermy method used in this experiment showed a positive effect in the piglet production.

Keywords: pig; heterospermic insemination; farrowing rate; number of piglets born

ABSTRAKT: Cílem pokusu bylo zjistit vliv heterospermní inseminace prasnic BU x L na zabřezávání a na počet narozených selat v porovnání s kontrolní skupinou. Heterospermní inseminace byla zajišťována inseminačními dávkami (ID) šesti dvojic kanců (H1 až H6) s průměrným počtem $4.77 \pm 1.62 \times 10^9$ biologicky aktivních spermií v jedné dispermní inseminační dávce. Celkem bylo heterospermními inseminačními dávkami provedeno 575 inseminací, z toho 436 prvních. Reinseminace u pokusné skupiny (H) byly provedeny heterospermními ID stejné dvojice kanců. V úrovni zabřezávání prasnic po I. inseminaci nebyl mezi jednotlivými skupinami použitých kanců zaznamenán statisticky významný rozdíl. Naproti tomu statisticky významný rozdíl byl u březosti po I. inseminaci zaznamenán mezi pokusnou (H) a kontrolní (C) skupinou prasnic (66,51 % vers. 60,54 %; $P < 0,05$). U skupiny prasnic přeběhlých, tj. po druhé a dalších inseminacích, inseminovaných heterospermními ID, nedosáhl podíl zabřezlých prasnic úrovně průkaznosti proti kontrole (58,27 % vers. 51,89 %, $\chi^2 = 1,91$; $P > 0,05$). Po všech inseminacích celkem (prvních a opakovaných) dosáhlo vyšší procento zabřezávání u pokusné skupiny úrovně průkaznosti na hladině $P < 0,01$ (64,52 % vers. 57,57 %, $\chi^2 = 9,06$). Pro hodnocení počtu narozených selat od gravidních prasnic po I. inseminaci bylo využito neprůkazného rozdílu v paritě u srovnávaných skupin (H a C) – 4.80 ± 2.41 vrhů vers. 4.75 ± 2.39 vrhů, $t = 0.768$; $P > 0.05$, takže oba soubory lze považovat za srovnatelné z hlediska zastoupení prasnic podle pořadí vrhu. Od oprasených prasnic po I. inseminaci se narodilo po heterospermii jednotlivými skupinami kanců více selat na vrh, než činí průměrná hodnota u kontrolní skupiny. Pozitivní výsledek heterospermie v průměrném počtu narozených selat na vrh po I. inseminaci ve srovnání s kontrolní skupinou prezentují celkové výsledky (10,61 vers. 9,91 všech narozených selat; 9,92 vers. 9,26 živě narozených selat). Po druhé a další inseminaci je tomu obdobně (10,33 vers. 9,77 všech narozených selat; 9,70 vers. 9,14 živě narozených selat). Podle úrovně sruženého ukazatele, tj. produkce narozených selat na 100 inseminací prasnic, můžeme u skupin H a C konstatovat výraznou tendenci ve prospěch heterospermie. Rozdílly se pohybují v rozpětí 90,9 až 105,8 selat na 100 inseminací. Použitý způsob heterospermie v inseminaci prasnic se projevil pozitivním efektem v produkci selat.

Klíčová slova: prase; heterospermní inseminace; březost; počet narozených selat

INTRODUCTION

The efficiency basis of pig breeding is the fertility rate, i.e. production of piglets. Usage of heterospermic insemination to the improvement of breeding herd efficiency now exists on the level of discussion due to the fact that the results published so far are not unambiguous and there is not an exact explanation for the positive effect of heterospermy on the reproductive performance of sows.

Rymar (1963) achieved better results after a mixed semen insemination of 2 to 3 boars in the farrowing rate and litter size of sows in contrast with an insemination by the semen of individual boars (94% vers. 74%; 13.5 vers. 10.0 piglets born per litter). Sokolovskaja *et al.* (1964) reported that the pregnancy rate was increased by 20% after a mixed semen insemination of more boars (2 to 3 breeds) and the number of piglets born per litter was also increased by 3.5 piglets. The authors explain this heterospermic effect by hypothetically considerable decrease in embryonic mortality rate. Bugajevskij (1974) achieved basically higher pregnancy rate by the mixed semen insemination (3 boars of 3 breeds) than after a homospermic insemination of individual boars (78.2% vers. 61.5%). Rustenov *et al.* (1976) achieved approximately similar results. Heydorn and Paufler (1976) achieved higher piglet production per 100 inseminated sows by 83 piglets, i.e. 14% more after a heterospermic insemination. According to Dziuk (1965) it is partly possible to explain the higher heterospermic results by the different time of capacitation and the survival rate of spermatozoa. Garcia *et al.* (1989) connect the positive significant difference in the pregnancy rate and litter size after the heterospermy with the osmoresistant test results of the used boars' spermatozoa. Grooten (1988) defined hypothetically priorities of the mixed semen usage as follows: there is a possibility of reciprocal influence of two different ejaculates and following achievement of a certain way of heterose effect, and there is also a fact that the uterus of the mother might contain antibodies against the spermatozoa of the one individual boar and the uterus might be stimulated by the wider spectrum of the semen antibodies.

Páčová and Dupal (1978) in our local conditions achieved higher piglet production in 87.5% per 100 inseminations after the heterospermic insemination by a mixture of semen of 16 pairs of boars in comparison with homospermic insemination of the same boars from the pairs. Prokop *et al.* (1988) monitored the advantage of a significantly lower decrease of the farrowing rate after the total inseminations by heterospermic doses with the increasing period of their storage and usage in comparison with the homospermic insemination. However, they did not achieve any increase in the number of piglets per litter. But Heydorn and Meyer (1977) achieved higher production of piglets per 100 first inseminations (675 vers. 582) after the heterospermy and a higher farrowing rate by 6.8% (66.8% vers. 60.0%)

in comparison with the results of the inseminations with homospermic doses from the same boars which were used for heterospermy. On the other hand, Podaný *et al.* (1968) did not prove any priorities of the heterospermy versus the homospermy. Pursel and Johnson (1975) pointed out the fact that the published positive results of heterospermy usually lack any statistical significant valuation.

MATERIAL AND METHOD

On a sow farm with the average number of 800 sows and with its own insemination station 6 pairs of boars (H1 to H6) were used for heterospermic inseminations (H) with mixed semen of two boars (dispermic insemination) in the course of one year. We performed 575 experimental inseminations of crossbred sows LW x L by heterospermic insemination doses. The other sows in the herd formed the control group (C) that was inseminated in the same time period (2159 inseminations) with insemination doses from various individual boars.

The quality of boar sperm used for insemination was evaluated with the help of conventional methods according to the requirements of the Czech State Regulations No. 46 7116 (volume of semen, concentration of spermatozoa, motility of spermatozoa, morphology of sperm cells). In all insemination doses (ID) used for H we specified the number of biologically active spermatozoa, i.e. by specifying from the number of motile spermatozoa with progressive motility after counting off the morphologically abnormal spermatozoa statement from the native semen of the individual boars. During the preparation of the ID for the control insemination of sows we respected the span in the spermatozoa number used in heterospermic ID.

The semen of the individual boars from the relevant pair of boars for H was first prediluted at the 1 : 1 ratio by the EDTA diluent (Kare I) with an antibiotic addition of 8 mg gentamicin per 1000 ml of the diluent. In such a way prediluted spermatozoa of both boars were mixed together and diluted up with the same extender to the level of the ID number.

The experimental inseminations of sows (H) were performed with the mixed diluted semen separately with the 6 pairs of boars (dispermic heterospermy). The ID were stored at the temperature of 16 ± 1 °C in the thermobox and were used within 56 hours. The control group (C) was inseminated with fresh ID used within 24 hours from the semen collection and were diluted with the same diluent. The sows H and C groups were inseminated in their oestrus 3 x, i.e. with two reinseminations using the standard method with the two-phase-preparation of ID, i.e. predilution of semen for conservation and storage and updilution of ID exactly before the insemination (Bažant, 1988). The reinseminations, i.e. the second and the third insemination in the same oestrus in the experimental group (H) were always ensured with the ID of the same pair of boars. We used

non-genuine heterospermia in the control group, i.e. minimally one reinsemination was performed with the ID of another boar.

For the evaluation of the experiment we used % of the pregnant resp. farrowed sows after the first insemination, after the second and other inseminations (repeated inseminations in the next oestrus), after the total inseminations, the number of piglets born per litter and associated parameter, i.e. the production of piglets born per 100 inseminated sows. For evaluation of the piglet production we used all the litters without the consideration of the number of born piglets. We put together the results of the pairs H2, H3 and H4 into one group because of the low number of inseminations.

RESULTS

The heterospermic insemination was ensured with the ID of six pairs of boars with the average number

$4.77 \pm 1.62 \times 10^9$ of biologically active spermatozoa in one ID.

The values of the farrowing rate of the sows after the first insemination with the heterospermic (dispermic) ID according to the pairs of boars (H1, H2 to H4, H5 and H6) are shown in Table I. We did not find out any significant difference between the individual groups ($P > 0.05$). Nevertheless, the difference in farrowing rate between the experimental group (H) and the control group (C) of sows is significant in favour of the experimental group (66.51% vers. 60.54%; $\chi^2 = 5.06$; $P < 0.05$; Table III).

The farrowing rate of sows after the second and other inseminations, i.e. returned to oestrus sows and inseminated with the heterospermic ID of the same experimental pairs of boars is shown in Table II. We did not find out any significant difference in the farrowing rate of sows according to the groups of boar pairs ($\chi^2 = 0.00$ to 1.08; $P > 0.05$) in this case either. Also

I. The results of heterospermic insemination of sows according to the used pairs of boars – first inseminations

Pairs of boars		H1	H2-H4	H5	H6
Number of inseminations		156	34	89	157
Pregnant sows		104	22	65	99
Farrowing rate		66.7	64.7	73.0	63.1
Number of piglets born	total	1092	227	686	1071
	alive	1013	207	648	1008
Litter size	total	10.50	10.3	10.55	10.82
	alive	9.74	9.41	9.97	10.18

II. The results of heterospermic insemination of sows according to the used pairs of boars – second and other inseminations

Pairs of boars		H1	H2-H4	H5	H6
Number of inseminations		61	25	21	32
Pregnant sows		35	13	12	21
Farrowing rate		57.4	52.0	57.1	65.6
Number of piglets born	total	346	135	133	223
	alive	319	128	127	212
Litter size	total	9.89	10.38	11.08	10.62
	alive	9.11	9.85	10.58	10.10

III. Comparison of the results of heterospermic insemination of sows with the results of control group

Groups	First inseminations			Second and other inseminations			
	experimental (H)	control (C)	difference	experimental (H)	control (C)	difference	
Number of inseminations		436	1419	-	139	740	-
Pregnant sows		290	859	-	81	384	-
Farrowing rate		66.51*	60.54	5.97	58.27	51.89	6.38
Number of piglets born	total	3076	8512	-	837	3753	-
	alive	2876	7955	-	786	3508	-
Litter size	total	10.61	9.91	0.70	10.33	9.77	0.56
	alive	9.92	9.26	0.66	9.70	9.14	0.56

* $P < 0.05$

IV. Farrowing rate of sows after all inseminations

Group	Experimental (H)	Control (C)	Difference
Number of inseminations (n)	575	2159	-
Pregnant sows	371	1243	-
Farrowing rate	64.52**	57.57	6.95

** $P < 0.01$

V. Number of piglets per 100 artificially inseminated sows

Group	First inseminations			Second and other inseminations		
	experimental (H)	control (C)	difference	experimental (H)	control (C)	difference
Total	705.7	599.9	105.8	601.9	507.0	94.9
Alive	659.8	560.6	99.2	565.2	474.3	90.9

the difference in the farrowing rate of inseminated sows between the experimental (H) and the control (C) group did not achieve the significant level (58.27% vers. 51.89%; $P > 0.05$; Table III).

The results of the farrowing rate after the total inseminations are shown in the complex in Table IV. The difference between the experimental group (H) and the control group (C) – 6.95% is significant (64.52% vers. 57.57%; $\chi^2 = 9.06$; $P < 0.01$).

To evaluate the piglet production from the pregnant sows after the first insemination we used a non-significant difference in the parity of the compared groups H and C (4.80 ± 2.41 vers. 4.75 ± 2.39 litters, $t = 0.768$, $P > 0.05$), so we consider both groups comparable from the point of sows according to the parity. More piglets per litter were delivered by these sows after the heterospermy in all monitored groups of boars (H1, H2 to H4, H5 and H6) than in the average in the control group (C) – Table I and Table III. Similar results were achieved in the number of born piglets per litter in the groups of sows after the second and other inseminations (returned to oestrus) – Table II and Table III. The positive result of the heterospermy for both groups is entirely shown in Table III (10.61 vers. 9.91 of total 9.92 vers. 9.26 live born piglets). To express the level of the piglet production intensity after the heterospermy we used so called complex parameter, i.e. the production of born piglets per 100 inseminations (Table V). The piglet production per 100 first inseminations of the experimental sows is higher by 105.8 total and 99.2 live born piglets than in the control group as well as in the experimental group of sows after the second and other inseminations by 94.9 total and 90.9 live born piglets. We find here an evident tendency in favour of heterospermy with total as well as live born piglets.

DISCUSSION

With reference to the trial results we can state that the heterospermy used in the above mentioned way, increased the farrowing rate of sows and also the piglet

production per litter and per 100 inseminated sows. We achieved significant results in the farrowing rate of sows after the first insemination and after all inseminations. The results of this experiment are more or less in agreement with the data of Rymar (1963), Sokolovskaja *et al.* (1967) and Páková, Dupal (1978) and most in agreement with the results of Heydorn and Meyer (1977). But on the other hand our results are contradictory to the conclusions of Podaný *et al.* (1968). The data of Prokop *et al.* (1988) on a lower decrease of the farrowing rate of sows after heterospermy are in agreement with the results of our trial, where the heterospermy was in disadvantage caused by the necessity of using the preserved stored sperm of the same pair of boars for reinseminations to the control group and where we had to use daily fresh homospermic insemination doses of different boars.

We have to agree with the idea of Pursel and Johnson (1975) who pointed out that there is a problem of the statistical valuation absence of the heterospermy positive impact in the published works. We also could not prove the heterospermy effect in all our results and in all the groups of boars in our trial. Objectively, it is very difficult to achieve a significant piglet production increase per litter after heterospermy because in general the possibilities to increase the number of piglets in a litter are from a biological point of view quite difficult and therefore the differences can be usually found in the non-significant span.

The authors came to a conclusion that the use of heterospermy in the production farm conditions is useful and mainly because the application of this method does not increase financial costs for ensuring the insemination of pigs and it demonstrably increases the intensity of piglet production of sows.

REFERENCES

- Bažant J. (1988): Inseminace prasat. Praha, SPP. 167 p.
 Bugajevskij V. M. (1974): Štučné i osimenninija svynej zmišanoju spermiju. Plemenna sprava i biolog. rozmnoženija sil. hosp. tvaryn. Kyjiv, Urožaj, No. 5: 74.

- Garcia C., Berrocal F., Andugar J., Sánchez R., Garcia P., Saiz F., Martín S. (1989): Fertility results between ORT groups using mixed boar semen. In: Third Int. Conf. Pig Reprod. (Abstracts), University of Nottingham, Loughborough, England, 11th–14th April 1989, No. 26.
- Grooten H. (1988): Einsatz von Mischsperma in der Mastferkelerzeugung. *Tierzüchter*, 40: 344–345.
- Heydorn K. P., Paufler S. (1976): Besamungsergebnisse nach Mischsperma – Einsatz beim Schwein. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*, 83: 431.
- Heydorn K. P., Meyer, J. N. (1977): Untersuchungen über Disperma als Fertilitätstest für Besamungseber. *Zuchthygiene*, 12: 160–164.
- Pácová J., Dupal J. (1978): Vliv heterospermie na zabřezávání a plodnost inseminovaných prasnic a prasniček. *Živoč. Výr.*, 23: 735–741.
- Podany J., Muzikant J., Linhart J. (1968): Application of heterospermic insemination to the evaluation of boar fertility (Résumés). In: *Vle Congr. Reprod. Insem. Artif.*, Paris: 254.
- Prokop J., Mašek N., Kuciel J. (1988): Vliv doby konzervace inseminační dávky na výsledky reprodukce prasat při heterospermní a homospermní inseminaci. *Živoč. Výr.*, 33: 452–460.
- Pursel V. G., Johnson L. A. (1975): Freezing of boar spermatozoa. Fertilizing capacity with concentrated semen and new thawing procedure. *J. Anim. Sci.*, 40: 99–102.
- Rustenov, A. R., Otarov K. M., Rustenova R. M. (1976): Vlijanie smješenoj spermy na produktivnosť svinomatok. *Vest. sel.-choz. Nauki Kazachstana*, 19 (9): 71–73.
- Rymar M. A. (1963): Vlijanie smješčannogo semeni na oplodotvorjajemost' i plodovitost' matok. *Svinovodstvo*, 17 (7): 37–38.
- Sokolovskaja I. I. et al. (1964): Dejstvje smješenija semeni na oplodotvorjajemnost', plodovitost' i embrionalnuju smertnost' u svinej. *Dokl. Akad. sel.-choz. Nauk Len.*, VAS-CHNIL, No. 7: 25–27.
- ČSN 46 7114 (1995). *Sperma kance a inseminace v chovu prasat*. Praha, ČNU.

Received for publication on May 19, 1998

Accepted for publication on September 7, 1998

Contact Address:

Doc. Ing. Josef Čeřovský, DrSc., Výzkumný ústav živočišné výroby Praha-Uhřetěves, pracoviště 517 41 Kostelec nad Orlicí, Česká republika, tel.: 0444/212 91, fax: 0444/213 84, e-mail: vuzv@kostelec.czcom.cz

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION
Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic
Fax: (00422) 24 25 39 38

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

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

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

SUPEROVULATION, EMBRYO YIELD, QUALITY, AND EMBRYO TRANSFER IN SHEEP*

SUPEROVULACE, ZISK, KVALITA A PŘENOS EMBRYÍ U OVCÍ

J. Říha¹, L. Čunát²

¹Research Institute for Cattle Breeding, Ltd., Rapotín, Czech Republic

²Centre of Assisted Reproduction, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: Two treatment regimens were used for superovulation of ewes during the reproductive season. Merino ewes and Oxford Down ewes ($n = 16$) were superovulated with intravaginal sponges (40 mg Norgestomet, Intervet France, 14 days) and FSH-P (Follicotropin, Spofa Prague, total dose: 10 mg). Suffolk, Tsigai and Wallachian ewes ($n = 21$) were treated with CIDR (New Zealand, 14 days) – PMSG – Ovagen. FSH-P and Ovagen were administered twice daily for 4 days since Day 12 of the treatment period. Synchronizing devices (sponges, CIDR) were removed on Day 14 in the morning. Donors were mated by the selected ram using hand-service method (excluding Tsigai donors – group method). The following synchronization regimen was used in recipients: intravaginal sponges (Norgestomet 30–35 mg, Intervet France, 17 days) – 500 I.U. PMSG (Sergon, Bioveta Ivanovice in Haná) administered at time of sponge withdrawal. Synchronizing devices used in donor and recipient sets were withdrawn at the same time. Embryos were collected on Day 6 after 1st service and transferred by the laparoscopic technique (Wolf, Germany). Low and non-significant differences ($P > 0.05$) were found between specific sets and regimens. Data on Tsigai ewes are not included in classification of superovulation response. In total, 120 embryos were transferred to 81 recipients, 57 ewes were pregnant (70.4%). Embryos survival rate determined by the obstetric control amounted to 61.7% (74/120), i.e. 1.3 lamb per lambing recipient. The increasing number of transferred embryos (1 up to 3) was associated with an increasing number of lambs – a negative tendency was evident, however, in embryo survival rate. Data characterizing transfer of cryopreserved embryos are orientational. Pregnancy rates in recipients of vitrified embryos, fresh ones, and embryos preserved by the conventional method (in the freezer) amounted to 60.0% (3/5), 66.7% (2/3), and 22.2% (4/18), respectively ($P < 0.05$).

Keywords: sheep; donors; recipients; superovulation; transfer; laparoscopy; pregnancy rate; cryopreservation; natality

ABSTRAKT: V České republice je přenos embryí využíván jako efektivní metoda reprodukce a šlechtění především u skotu. Rozsah použití u ovcí je nízký především z důvodů snížení početního stavu chovaných zvířat. V práci jsou shrnuty výsledky stimulace, zisku, kvality a přenosů embryí u ovcí. V průběhu tří let byly v plně reprodukční sezoně superovulovány režimem intravaginálních tamponů (40 mg Norgestomet, Intervet, Francie) na dobu celkem 14 dní a pFSH (Follicotropin, Spofa Praha, ČR, v celkové dávce 10 mg) bahnice plemen merino a oxford down ($n = 16$ ks) a režimem CIDR (Nový Zéland, 14 dní) + PMSG a Ovagen bahnice plemen suffolk, valaška a cigája ($n = 21$ ks). pFSH i Ovagen byly aplikovány dvakrát denně po dobu čtyř dnů od 12. dne ošetření. 14. den ráno byly synchronizační prostředky (tampony, resp. CIDR) odstraněny. Dárkyně byly vybraným beranem připuštěny z ruky, s výjimkou skupiny bahnic plemene cigája, které byly připuštěny v harému. Příjemkyně byly synchronizovány intravaginálními tampony (Norgestomet 30–35 mg, Intervet Francie, na dobu 17 dní), tampony byly odstraněny ve stejném termínu jako synchronizační prostředky u bahnic-dárkyň. Příjemkyně byly při odstranění tamponů ošetřeny 500 mj. PMSG (Sergon, Bioveta Ivanovice na Haně, ČR). Odběr i přenos embryí byly prováděny 6. den po prvním krytí dárkyně laparoskopickou technikou (Wolf, Německo). Rozdíly ve stimulaci dárkyň jednotlivých plemen i režimem ošetření byly malé a statisticky neprůkazné ($P > 0.05$) – tab. I. Skupina bahnic plemene cigája nebyla v ukazatelích počtu vhodných embryí, jejich podílu a neoplozených oocytů hodnocena. Bylo přeneseno 120 embryí 81 příjemkyním, zabřezlo 57 bahnic (70,4 %). Přežívání embryí podle porodnického nálezu činilo 61,7 % (120/74), tj. 1,3 jehněte na obahněnou příjemkyni (tab. II). Byla zjištěna tendence zvyšování počtu jehňat s počtem přenášených embryí (1 až 3), ale poklesu přežívání embryí (tab. III). Výsledky přenosu kryokonzervovaných embryí jsou orientační; po přenosu vitrifikovaných embryí zabřezlo 60 % (3/5) recipientek, po přenosu čerstvých 66,7 % (2/3) a po přenosu embryí konzervovaných konvenčním zmrazováním (ve zmrazovači) pouze 22,2 % (18/4, $P < 0,05$, tab. IV).

Klíčová slova: ovce; dárkyně; příjemkyně; superovulace; přenos; laparoskopie; zabřezávání; kryokonzervace; natalita

* This study was supported by the grant from the Ministry of Education, Youth and Physical Training of CR (program "KONTAKT", No. ME 212).

INTRODUCTION

In the Czech Republic, embryo transfer technique has been used as an effective method of reproduction and selection in cattle above all. The presented paper demonstrates preliminary results of superovulation and embryo transfer in sheep.

The method employed in the mid-1950s by Rowson *et al.* at Cambridge continued to be used as the standard procedure for some 30 years before serious attempts were made to develop non-surgical techniques. According to Sakul *et al.* (1992) the freezing of sheep embryos can contribute to genetic improvement efforts. Then, there is a potential of the technique to increase the efficiency of breeding improvement programmes (e.g. MOET).

In the sheep, the induction of superovulation follows the same lines as those employed in cattle – unlike the donor cow, the seasonally breeding ewe need not always be showing estrous cycles. For that reason progestagen treatment preceding the gonadotropin part of the regimen may be more usual in sheep. In the 1990's, when real-time ultrasonic equipment could be employed to visualize follicular development, several reports dealt with sheep (Riesenberg *et al.*, 1995; Kaulfuss *et al.*, 1995). PMSG has been the most widely used gonadotropin for superovulation in sheep. In naturally cyclic ewes, PMSG can induce a dose-related ovarian response – ca. 2000 IU. would be regarded as the highest permissible dose. During the 1980's commercial FSH preparations (e.g. FSH-P) became available. The substitution of FSH-P for PMSG was shown to enhance the effectiveness of superovulation treatment in providing good quality embryos (Torrie *et al.*, 1987). Many of superovulation treatments in sheep attempt to combine ovarian stimulation with control of estrus (FSH preparations or PMSG given in conjunction with progestagens). Evans *et al.* (1994) demonstrated that treatment with a GnRH agonist prior to FSH produced viable ovine embryos – administration of the agent in sheep presents problems of cost and labour limiting its commercial application. The collection and transfer of sheep embryos by laparoscopy was described by Nellen-schulte and Niemann (1992). Steyn *et al.* (1993) compared laparoscopy and surgical intervention. The surgical technique adversely affected ewe fertility during subsequent breeding seasons.

Sheep of high fecundity are more responsive to PMSG treatment than animals of low fecundity (Cahill, Dufour, 1979; Bindon *et al.*, 1971, 1986). The effect of breed on superovulatory response was reported by Torres, Cogne (1984) and Cogne *et al.* (1986).

Greaney *et al.* (1991) studied superovulation response of ewes in the breeding season and during the anestrus. Ovulation rate was significantly higher in the non-breeding than in the breeding season, all other parameters were similar. Body condition of ewes has a significant effect on ovulatory response and embryo yield (Boland *et al.*, 1993). Like in cows, there is some evidence in sheep that the presence of a large follicle

at the time of gonadotropin administration decreases the superovulatory response (Rubianes *et al.*, 1995). The use of GnRH improved fertilization rates and the number of embryos collected per ewe (Walker *et al.*, 1989).

For many years sheep embryos were obtained by flushing methods – nowadays laparoscopy is used for embryo recovery. Non-surgical methods are essential on animal welfare grounds. Their application in commercial practice would be, however, very limited – Gordon (1997).

Different forms of media have been used for collection and storage of sheep embryos. They should be transferred as soon as possible after collection, they can be stored at room temperature for several hours provided precautions are taken to avoid contamination of the medium. Usually, day 3 to day 7 embryos are used for ET. A variety of culture media were studied. Storing sheep embryos at a reduced temperature may have advantages e.g. avoiding the need to freeze-thaw embryos. Early-cleavage stage embryos (2–16 cells) are more sensitive to cooling to 0 °C than morulae stages (Willadsen *et al.*, 1976). In a review of embryo freezing methods in sheep, Brebion *et al.* (1992) referred to the use of 1.5 M ethylene glycol as the cryoprotectant and 20% FCS in the medium. Rall and Fahy (1985) described an innovation in cryopreservation of mammalian embryos – vitrification. Schiewe *et al.* (1990) showed that sheep embryos were able to survive their simple and rapid vitrification procedure. Like in cattle (Říha, 1990, 1993), vitrification is viewed by some researchers in sheep as a possible means of eliminating the need for expensive, programmable cryogenic units in freezing-storing sheep embryos under field conditions.

As for synchronizing donors and recipients, optimum results were found among recipients in heat 12 h before to 12 h after donors. Alabart *et al.* (1995) showed that one of the main factors contributing to a high fertility rate was the degree of synchrony between donors and recipients.

An efficient and rapid non-surgical method for transferring early ovine embryos which was efficient for 2-day and 7-day embryos was described by Vallet *et al.* (1989). Nellen-schulte and Niemann (1992) reported on the laparoscopic transfer of fresh and thawed embryos. Buckrell *et al.* (1993) used a proven technique for transcervical sheep AI for transferring 7-day embryos. Results indicated successful penetration of the cervix, lambing rate suggested, however, a need for further development of the transfer technique.

MATERIAL AND METHODS

Animals and treatment regimens

In the period 1995–1997, 37 adult ewes were superovulated in 5 herds (Tab. I). The 1st treatment regimen (Merino, Oxford Down sheep) was based on the harmonization and blockage of the donor sexual cycle

I. Superovulatory response of ewes

Item	Number of animals (flushed uterine horns)	Type of treatment, breed									
		Sponges – FSH-P				CIDR – Ovagen					
		Merino 1st set	Merino 2nd set	Oxford Down	total	Suffolk	Wallachian	Tsigai	total	total	total
		5	8	3	16	8	8	5	21	37	32
	9 (4.5)	8 (4)	6 (3)	23 (11.5)	9 (4.5)	15 (7.5)	9 (4.5)	33 (16.5)	56 (28)	47 (23.5)	
CL	$\bar{x} \pm s$	10.22 ± 10.56	12.5 ± 6.76	12.33 ± 2.52	11.57 ± 3.79	11.11 ± 3.94	11.47 ± 6.22	10.22 ± 5.6	11.03 ± 5.21	11.25 ± 23.14	11.45 ± 23.85
Recovered ova	$\bar{x} \pm s$	9.78 ± 3.92	9.25 ± 4.79	10.0 ± 2.0	9.65 ± 3.54	9.33 ± 4.84	10.27 ± 7.83	12.67 ± 2.33	10.67 ± 5.83	10.25 ± 21.26	9.79 ± 20.71
Transferable embryos	$\bar{x} \pm s$	9.56 ± 3.86	6.25 ± 4.5	9.0 ± 2.65	8.26 ± 3.81	9.33 ± 4.84	8.0 ± 7.79	1.33 ± 2.27	6.55 ± 6.56	7.25 ± 16.25	8.38 ± 17.53
Unfertilized oocytes	$\bar{x} \pm s$	0.22 ± 0.47	1.75 ± 2.22	0.67 ± 0.58	0.87 ± 1.42		0.2 ± 4.28	11.33 ± 5.15	4.0 ± 5.99	2.71 ± 9.95	1.06 ± 3.35
Degenerated embryos	$\bar{x} \pm s$		1.25 ± 2.5	0.33 ± 0.58	0.41 ± 1.48		0.27 ± 0.27		0.12 ± 0.34	0.96 ± 0.97	0.33 ± 1.05
Rates of											
– flushed horns	%	90	50	100	72	56	94	90	79	76	73
– recovered ova	%	96	74	81	83	84	90	124	97	91	86
– transferable embryos	%	98	68	90	86	100	80	11	61	71	86

with vaginal sponges (Norgestomet 40 mg, Intervet France); FSH-P (Follicotropin, Spofa Prague, Czech Republic) was administered twice daily for 4 days (total dose : 10 mg of the active substance) since Day 12 of the treatment period.

The second regimen (Suffolk, Tsigai, Wallachian sheep) was characterized by application of CIDR with gestagens – on Day 11 they were replaced by the new ones. One ml of FSH-Ovagen (New Zealand) was administered to donors twice daily for 4 days since Day 14 of the treatment period. 300 mg PMSG (Sergon, Bioveta Ivanovice in Haná, Czech Republic) were administered simultaneously with the 1st dose of Ovagen. Vaginal sponges and CIDR were removed at administration of last but one dose of FSH-P or Ovagen. Heat manifestations were controlled since the next day. Donors were mated by a selected ram using hand-service method (excluding Tsigai donors – group method) in 12h intervals during the standing period. Donors and recipients were treated during the breeding season (August–November). Synchronized adult ewes of various breeds were used as recipients. Recipients were treated as follows: Intravaginal gestagen sponges (Norgestomet 30–35 mg; Intervet France) applied for 17 days (sponges were removed at the time of sponge or CIDR withdrawal in donors). Intramuscular injection of 500 IU PMSG (Sergon, Bioveta Ivanovice in Haná) was applied to recipients at sponge withdrawal. A teaser ram was used for heat control.

Recovery, transfer, and culture of embryos, pregnancy diagnosis

EMBRYO COLLECTION AND TRANSFER

Embryos were collected on Day 6 of the cycle (after 1st service). Uterine horns were flushed with 30–40 ml of Krebs-Ringer phosphate complemented with 10% bovine inactivated serum (animals were anesthetized and restrained in dorsal recumbency) by means of Wolf laparoscope (Germany). Embryos were recovered by four stabs (optics, forceps, Foley catheter, medium) – Říha *et al.* (1994). Fresh embryos were transferred to recipients within 3 h after their isolation from the flushing medium by a laparoscopic procedure (3 stabs – forceps, optics, portable transfer apparatus) – Říha *et al.* (1994). Potential recipients were characterized by one CL at minimum and by absence of cysts and follicle population on their ovaries. A conditioned medium MEMD (Macharková *et al.*, 1988) was used for embryo culture in the period isolation-transfer (cryopreservation). Pregnancy diagnosis was made by an ultrasonic apparatus (Aloka SSD 210) in the 2nd month after ET and by an obstetric control (examination).

EMBRYO CRYOPRESERVATION

Day 6 embryos were preserved by a vitrification procedure applied in cattle (Říha, Landa, 1989; Říha,

1990, 1993) or exposed to the conditioned medium MEMD for 2–3 h and preserved by the conventional method in the medium containing 10% glycerol (10 min equilibration), loaded into straws, seeded at -6°C and cooled to -33°C (cooling rate $0.3^{\circ}\text{C}/\text{min}$) and plunged into liquid nitrogen. Embryos were thawed in a water bath (35°C). Cryoprotectants were removed by 5 min exposure to the medium containing 0.3 M sucrose and 50% glycerol followed by 5 min exposure to the medium containing 0.3 M sucrose. Embryos were washed 3 times in a fresh medium and transferred by a laparoscopic procedure to suitable synchronized recipients.

Statistical analysis

Data were processed by routine statistical methods and Excel 7.0 program. Data characterizing ET success, rate of transferable embryos and unfertilized oocytes in Tsigai ewes have not been included in the analysis (application of an incorrect mating method – group method).

RESULTS AND DISCUSSION

Superovulatory response of donors

Numbers of ewes in specific sets are low. The number of CL collected by laparoscopy demonstrates, however, minimum variation: from 10.22 ± 10.56 CL (1st set of Merino ewes) to 12.50 ± 6.76 CL (2nd set of Merino ewes). No significant differences were found as related to the treatment regimen (sponges – FSH-P vs. CIDR – Ovagen), bibliographical references mention, however, more favourable results in the case of combined treatment (CIDR – Ovagen) – Fernie *et al.* (1994), Gordon (1997). We have not applied PMSG and GnRH in our experiments, stimulation of donors with the porcine (Follicotropin) and ovine (Ovagen) FSH resulted in similar responses. Obtained results are satisfactory thanks to the timing of experiments (breeding season) – Boland *et al.* (1993), Rubianes *et al.* (1995).

Mean number of collected ova was somewhat higher in ewes treated with CIDR - Ovagen as compared to the ewes treated with sponges – FHS-P (10.67 ± 5.83 vs. 9.65 ± 3.54 ova, $P > 0.05$). The mentioned tendency corresponds to the references – Fernie *et al.* (1994), Gordon (1997). They mention, however, significantly higher recovery rates in the case of ovine FSH application (Gordon, 1997).

The wrong mating method applied in Tsigai ewes resulted in exclusion of the data from the compiled set. No significant differences between the specific breeds and treatment regimens were found in the number and rate of transferable embryos ($P > 0.05$). The number and rate of transferable embryos varied from 6.25 ± 4.50 to 9.56 ± 3.86 i.e. from 68% to 100% in sets treated and mated according to the methodical principle. The mentioned results correspond to the data presented in references. The laparoscopic procedure proved to be an

efficient and reliable method of embryo recovery in adult ewes (Gordon, 1997).

Intrauterine laparoscopic insemination (or its combination with natural service improving the efficiency of embryo production) is recommended for ewe fertilization (Maxwell *et al.*, 1993; Boland *et al.*, 1993, 1995; Haresign *et al.*, 1994a, b). Maxwell *et al.* (1993) mention higher fertilization rates after the oviductal AI than after the intrauterine one. In our experiments, the intrauterine AI could not be applied (financial limitation) in spite of favourable fertilization rates found in experiments with cattle and sheep (Říha, Čunát, 1995). Natural service (hand mating) resulted in satisfactory embryo yield as well. Rates of transferable embryos vary from 61% to 100% excluding the Tsigai set. The mentioned variance has not been associated with an evident ram effect on embryo yield and quality demonstrated by Fukui *et al.* (1988).

Transfer of fresh embryos

Results are presented in Tab. II. In total, 120 fresh embryos were transferred to 81 recipients – 57 recipients (70.4%) were pregnant. In total, 74 lambs were born, i.e. 1.30 lamb per lambing ewe. Embryo survival

II. Laparoscopic transfers of fresh embryos and production of lambs

Item	<i>n</i>	%
Number of:		
ET	81	
Transferred embryos	120	
Pregnant and lambing recipients	57	70.4
Production of:		
Lambs in total	74	
Lambs from transferred embryos	74	
Lambs per pregnant recipient	1.3	
Embryo survival rate 74/120		61.7

III. Pregnancy rate and production of lambs as related to the quantity of transferred embryos

Item	<i>n</i>	Number of transferred embryos		
		one	two	three
Number of:				
ET	<i>n</i>	48	27	6
Pregnant and lambing recipients	<i>n</i>	34	20	3
	%	70.8	74.1	50
Production of lambs:				
In total	<i>n</i>	34	34	6
Per pregnant recipient	<i>n</i>	1	1.7	2
Embryo survival	<i>n</i>	34		
	%	70.8	63	33.3

$P > 0.05$

IV. Pregnancy rate of recipients after transfer of cryopreserved and fresh ewes embryos

Item	Number of		Pregnant recipients		P
	ET	transferred embryos	n	%	
Embryos:					
Vitrified	5	10	3	60 ^a	P < 0.05
Frozen in the freezer	18	36	4	22.2 ^b	
Fresh	3	7	2	66.7 ^a	

Differences a, b are statistically significant ($P < 0.05$)

rate amounted to 61.7% (74 of 120). Pregnancy rates are comparable with references and illustrate the optimum choice of medium for *in vitro* culture (embryo collection – embryo transfer interval) and appropriate degree of synchrony between donor and recipient sexual cycles contributing to higher embryo survival (Alabart *et al.*, 1995; Gordon, 1997). Laparoscopic method of embryo transfer was successful similarly like in Czech experiments with goat (Řiha *et al.*, 1994) or in sheep experiments realized abroad (Fukui *et al.*, 1988; Gordon, 1997). Tab. III demonstrates recipient reproductive parameters and natality as related to the number of transferred embryos. Data illustrating transfer of three embryos are orientational (only three classified recipients). In spite of this, some tendencies are evident. Conception rate was not very variable. Numbers of lambs produced by pregnant and lambed recipients were proportional to the number of transferred embryos, embryo survival rate (born lambs of transferred embryos), however, decreased (from 70.8% to 33.3%, $P > 0.05$; Tab. III). The mentioned results (conception rate of recipients, embryo survival rate, natality) are comparable to the bibliographic data (Gordon, 1997; Vallet *et al.*, 1991 and others). The laparoscopic method is very suitable for ET realized under field conditions (on farms) – Fukui *et al.* (1988), Řiha *et al.* (1994), Gordon (1997).

Embryo cryopreservation

Preliminary results illustrating transfer of vitrified, routinely frozen, and fresh embryos are presented in Tab. IV. Transfer of 10 vitrified embryos to 5 recipients resulted in 60% pregnancy rate (3/5). The corresponding values for transfer of 7 fresh embryos to 3 recipients and of 36 frozen embryos to 18 recipients were as follows: 66.7% (2/3), 22.2% (4/18), respectively. Pregnancy rate characterizing recipients of routinely frozen embryos was lower than rates recorded in recipients of fresh and vitrified embryos ($P < 0.05$). In spite of the orientational character of the mentioned results the potential successful utilization of ovine embryo cryopreservation in the Czech Republic is evident. A similar hypothesis was formulated by Niemann (1991), Vallet *et al.* (1991), Rall (1992), Řiha (1993), Gordon (1997) and others. It is necessary to work out more progressive cryopreservation procedures and to test

new cryoprotectants applicable in conventional preservation schemes – Willadsen *et al.* (1976), Brebion *et al.* (1992), Songansen *et al.* (1995) or in vitrification procedures – Niemann (1991), Řiha (1990, 1993), Schiewe *et al.* (1990). The presented results indicate promising perspectives of ET in sheep production and reproduction as well as in breeding programs.

REFERENCES

- Alabart J. L., Folch J., Fernandez-Arias A., Ramon J. P., Garbayo A., Cocero M. J. (1995): Screening of some variables influencing the results of embryo transfer in the ewe. I. Five-day-old embryos. *Theriogenology*, **44**: 1011–1026.
- Bindon B. M., Ch'ang T. S., Turner H. N. (1971): Ovarian response to gonadotrophin by Merino ewes selected for fecundity. *Austral. J. Agric. Res.*, **22**: 809–820.
- Bindon B. M., Piper L. R., Cahil L. P., Driancourt M. A., O'Shea T. (1986): Genetic and hormonal factors affecting superovulation. *Theriogenology*, **25**: 53–70.
- Boland M. P., O'Doherty J. V., Crosby T. F. (1993): Superovulation in sheep influenced by FSH and body condition. In: Proc. 9th Meeting European Embryo Transfer Association (Lyon): 158.
- Boland M. P., Kelly P., Crosby T. F., Roche J. F. (1995): The effect of type and number of FSH injections on superovulation in ewes. Proc. British Society of Animal Science (Winter Meeting), Paper No. 57.
- Brebion P., Baril G., Cognie Y., Vallet J. C. (1992): Embryo transfer in sheep and goats. *Ann. Zootechn.*, **41**: 331–339.
- Buckrell B. C., Gartley C. J., Buschbeck C., Jordan P., Walton J. W. (1993): Evaluation of a transcervical AI technique for transferring embryos in sheep. *Theriogenology*, **39**: 197.
- Cahill L. P., Dufour J. (1979): Follicular populations in the ewe under different gonadotrophin levels. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, **19**: 1475–1481.
- Cognie Y., Chupin D., Saumande J. (1986): The effect of modifying FSH/LH ratio during the superovulatory treatment in ewes. *Theriogenology*, **25**: 148.
- Evans G., Brooks J., Struthers W., McNeilly A. S. (1994): Superovulation and embryo recovery in ewes treated with gonadotrophin-releasing hormone agonist and purified follicle-stimulating hormone. *Reproduction, Fertility and Development*, **6**: 247–252.
- Fernie K., Dingwall W. S., McKelvey W. A. C., Fitzsimons J. (1994): Superovulation in the ewe: the effects of source

- of gonadotrophin, season, breed and age. In: Proc. British Society of Animal Production (Winter Meeting), Paper No. 59.
- Fukui Y., Glew A. M., Gandolfi F., Moor R. M. (1988): Ram-specific effects on *in vitro* fertilization and cleavage of sheep oocytes matured *in vitro*. J. Reprod. Fert., 82: 337–340.
- Gordon I. (1997): Embryo transfer and associated technique in sheep. Controlled Reproduction in Farm Animals Series Vol. 2: Controlled Reproduction in Sheep and Goats: 281–317.
- Greaney K. B., McDonald M. F., Vivanco H. A., Tervit H. R. (1991): Out-of-season embryo transfer in five breeds of imported sheep. In: Proc. New Zealand Society Animal Production, 57: 129–131.
- Haresign W., Merrell B., Richards R. I. W. A. (1994a): Multiple ovulation and embryo transfer in five breeds of mating system on embryo quality, and its relationship with pregnancy rate. In: Proc. British Society of Animal Production (Winter Meeting), Paper No. 87.
- Haresign W., Merrell B., Richards R. I. W. A. (1994b): Multiple ovulation and embryo transfer in hill ewes. In: Proc. British Society of Animal Production (Winter Meeting), Paper No. 88.
- Kaulfuss K. H., Brabnt S., Blume K., May J. (1995): The improvement of embryo transfer programmes in sheep by examination of the ovary response in superovulated donor ewes by transrectal real-time ultrasound. Dtsch. tierärztl. Wschr., 102: 208–212.
- Machatková M., Petelíková J., Horký F. (1988): Použití kondicionovaných médií ke kultivaci embryí skotu. In: Proc. Conf., Section Biologie rozmnožování, Brno.
- Maxwell W. M. C., Evans G., Rhodes S. L., Hillard M. A., Bindon B. M. (1993): Fertility of superovulated ewes after intrauterine or oviductal insemination with low numbers of fresh or frozen-thawed spermatozoa. Reproduction, Fertility and Development, 5: 57–63.
- Nellenschulte E., Niemann H. (1992): Collection and transfer of ovine embryos by laparoscopy. Anim. Reprod. Sci., 27: 293–304.
- Niemann H. (1991): Cryopreservation of ova and embryos from livestock: Current status and research needs. Theriogenology, 35: 109–123.
- Rall W. F. (1992): Cryopreservation of oocytes and embryos: methods and applications. Anim. Reprod. Sci., 28: 237–245.
- Rall W. F., Fahy G. M. (1985): Ice-free cryopreservation of mouse embryos at -196°C by vitrification. Nature, 321: 573–575.
- Riesenberg S., Lewalski H., Meinecke-Tillmann S., Meinecke B. (1995): Ultrasonic documentation of follicular dynamics following different superovulatory regimens in small ruminants – preliminary results. In: Proc. 11th Meeting European Embryo Transfer Association (Hannover): 234.
- Rubianes E., Ibarra D., Ungerfeld R., Carbajal B., Castro T. De (1995): Superovulatory response in anestrus ewes is affected by the presence of a large follicle. Theriogenology, 43: 465–472.
- Říha J. (1990): Biological aspects of ET in the bovine. [PhD Thesis.] Rapotín. – Research Institute for Cattle Breeding.
- Říha J. (1993): Cryopreservation of embryos in the livestock animals. [Monograph.] Rapotín, Research Institute for Cattle Breeding, 73 p.
- Říha J., Čunát L. (1995): Využití biotechnologických metod řízení reprodukce v chovu koz (mohérové, kašmírové, mléčné). [Final Report.] Rapotín, Research Institute for Cattle Breeding.
- Říha J., Landa V. (1989): Postupy vitrifikace embryí skotu a jejich přežívání po kultivaci *in vitro*. Živoč. Výr., 34: 1057–1063.
- Říha J., Čunát L., McKelvey W. A. C., Millar P., Bernatský Č. (1994): Transfer of imported frozen cashmere goat embryos. Živoč. Výr., 39: 881–888.
- Sakul H., Bradford G. E., Bondurant R. H., Anderson G. B., Donahue S. E. (1992): Cryopreservation of embryos as a means of germ plasm conservation in sheep. J. Anim. Sci., 70 (Suppl. 1), Abstract 26.
- Schiewe M. C., Rall W. F., Stuart O. D., Wildt D. E. (1990): *In situ* straw dilution of ovine embryos cryopreserved by conventional freezing or vitrification. Theriogenology, 33: 321.
- Songasen N., Buckrell B. C., Plante C., Leibo S. P. (1995): *In vitro* and *in vivo* survival of cryopreserved sheep embryos. Cryobiology, 32: 78–91.
- Steyn M. C., Morgenthal J. C., Barry D. M. (1993): The effect of embryo collection technique on subsequent fertility in SA Mutton Merino ewes. Theriogenology, 39: 317.
- Torrie S., Cownie Y., Colas G. (1987): Transfer of superovulated sheep embryos obtained with different FSH-P. Theriogenology, 27: 407–419.
- Torres S., Cownie Y. (1984): Superovulation and egg transfer in the ewe. Reproduction, Nutrition and Development, 24: 623–631.
- Vallet J. C., Folch J., Poulin N., Cownie Y. (1989): Surgical or laparoscopic embryo transfer in sheep before or after the first cleavages. In: Proc. 5th Meeting European of the Embryo Transfer Association (Lyon): 188.
- Vallet J. C., Casamitjana P., Brebion P., Perrin J. (1991): Technique de production, de conservation et du transfert d'embryos chez les petits ruminants. Med. Vet., 167: 249–257.
- Walker S. K., Smith D. H., Frensham A., Ashman R. J., Seamark R. F. (1989): The use of synthetic gonadotropin releasing hormone treatment in the collection of sheep embryos. Theriogenology, 31: 741–752.
- Willadsen S. M., Polge C., Rowson L. E. A., Moor R. M. (1976): Deep freezing of sheep embryos. J. Reprod. Fert., 46: 151–154.

Received for publication on April 24, 1998
Accepted for publication on September 7, 1998

Contact Address:

Doc. Ing. Jan Říha, DrSc., Výzkumný ústav pro chov skotu, s. r. o., Rapotín, 788 13 Víkřovice, Česká republika, tel.: 0649/21 41 01, fax: 0649/21 57 02

KONCENTRÁCIE SODÍKA, DRASLÍKA, VÁPNIKA A FOSFORU V KRVNOM SÉRE PO OŠETRENÍ OVIEC V PUERPERÁLNO M OBDOBÍ

SODIUM, POTASSIUM, CALCIUM, AND PHOSPHORUS CONCENTRATIONS IN BLOOD SERUM AFTER THE TREATMENT OF EWES IN PUERPERIUM

M. Krajničáková¹, E. Bekeová¹, I. Valocký²

¹Research Institute of Experimental Veterinary Medicine, Košice, Slovak Republic

²University of Veterinary Medicine, Košice, Slovak Republic

ABSTRACT: This study was aimed at the observation of sodium (Na), potassium (K), calcium (Ca), and (P) phosphorus levels in ewes in puerperal period after the treatment with Depotocin, Lččiva and Dirigestran, Lččiva. Twenty-nine Slovak Merino sheep kept on a commercial farm were included in the experiment. The animals were divided into three groups with one group being a control one ($n = 10$). The animals in the control group were treated with 1 ml of saline solution in 24 h (i.m.) and 72 h (s.c.) *post partum*. The ewes in the first group ($n = 9$) were administered 0.07 mg of carbetocin (2-0-methyl-thyronine deamino 1 carba oxytocin, Depotocin, Lččiva) at the same time as the control ones. The second experimental group ($n = 10$) was treated with 200 μ g of synthetic LH RH (Dirigestran, Lččiva) at every treatment. Blood samples were taken before the treatment 12 hs after parturition (day 0). Blood sampling continued on days 4, 7, 14, 17, 21, 25, 34, 42 and 51 *post partum* (p.p.). Na, K, Ca and inorganic P levels were determined in blood serum. A spectrophotometer Atomspek (RANG-HIGLER) was used to determine Na and K levels. Ca and P concentrations were determined using the BIO-LACHEMA tests (Lachema Diagnostika, Brno, Czech Republic). Na concentrations revealed significant differences between the control animals and the ewes treated with Depotocin on days 4, 25 and 42 ($P < 0.05$), on day 51 ($P < 0.01$) and day 17 ($P < 0.001$). Significant differences in Na levels between the control group and the group treated with Dirigestran were recorded on days 4 ($P < 0.001$), 7, 14, 17 ($P < 0.01$) and 42 ($P < 0.05$). Significant differences in Ca levels were determined between the control animals and the animals that were applied Dirigestran on day 21 ($P < 0.05$). Significant differences in Ca levels were found between the control group and the group treated with Depotocin on day 21 p.p. ($P < 0.01$). The ewes after the application of Dirigestran showed significant differences in comparison with the control ones on days 7, 17, 25 ($P < 0.05$) and 21 ($P < 0.01$). P levels revealed significant differences in comparison with the control in the animals treated with Depotocin ($P < 0.05$) on days 4, 7, 14 and 34 and ($P < 0.01$) on days 17, 21, 42 and 51; and in the ewes treated with Dirigestran on day 42 ($P < 0.01$). Concerning the above results we concluded that the repeated treatment during early puerperium in ewes influenced the increase in mineral homeostasis levels.

Keywords: ewe; puerperium; Depotocin; Dirigestran; sodium; potassium; calcium; phosphorus

ABSTRAKT: V práci sme sa zamerali na sledovanie hladín sodíka, draslíka, vápnika a fosforu po ošetrení oviec Depotocínom (Lččiva) a Dirigestranom (Lččiva) v puerperálnom období. Do experimentu bolo zaradených 29 oviec plemena slovenské merino, chovaných v podmienkach úžitkového chovu. Zvieratá sme rozdelili do troch skupín, z ktorých jedna slúžila ako kontrola ($n = 10$). Zvieratá kontrolnej skupiny boli ošetrené 24 h (i.m.) a 72 h (s.c.) po pôrode fyziologickým roztokom v množstve 1 ml pri každom ošetrení. Ovciam prvej pokusnej skupiny ($n = 9$) sme aplikovali v tom istom čase ako u kontroly 0,07 mg carbetocínu (2-0-methyl-thyronine deamino 1 carba oxytocin, Depotocin, Lččiva). Druhá pokusná skupina ($n = 10$) bola ošetrená 200 μ g syntetického LH RH (Dirigestran, Lččiva) pri každom ošetrení. Vzorky krvi boli odoberané pred ošetrením – 12 h po pôrode (0. odber). Ďalšie odbery boli robené v 4., 7., 14., 17., 21. 25., 34., 42. a 51. dni po pôrode. V krvnom sére sme stanovili koncentrácie sodíka (Na), draslíka (K), vápnika (Ca) a anorganického fosforu (P). Stanovenie Na a K sme robili spektrofotometricky na prístroji Atom Spek fy Rang-Higler. Koncentrácie Ca a P sme stanovili Bio-Lachema-testami (LACHEMA DIAGNOSTIKA, Brno, ČR). Pri koncentráciách Na bola signifikantnosť diferencií medzi kontrolnou skupinou a Depotocínom ošetrenými bahnicami v 4., 25. a 42. dni ($P < 0.05$), v 51. dni ($P < 0.01$) a 17. dni ($P < 0.001$). Štatisticky významné rozdiely medzi kontrolou a skupinou oviec ošetrených Dirigestranom pri hladinách Na boli v 4. ($P < 0.001$), 7., 14., 17. ($P < 0.01$) a 42. dni ($P < 0.05$). Pri koncentráciách draslíka (K) bola signifikantnosť rozdielov zistená medzi kontrolou a skupinou zvierat po podaní Dirigestranu v 21. dni sledovania ($P < 0.05$). Štatisticky preukazné rozdiely pri hodnotení vápnika boli medzi kontrolou a ovcami ošetrenými prípravkom na báze oxytocínu v 21. dni p.p. ($P < 0.01$). Skupina

oviec po aplikácii Dirigestranu v porovnaní s kontrolou vykazovala štatisticky významné rozdiely v 7., 17., 25. ($P < 0,05$) a 21. dni ($P < 0,01$) sledovaného obdobia. Signifikantnosť rozdielov v porovnaní s kontrolou pri hladinách fosforu bola u oviec ošetrovaných Depotocinom v 4., 7., 14. a 34. dni ($P < 0,05$) a v 17., 21., 42. a 51. dni ($P < 0,01$) a u oviec ošetrovaných Dirigestranom v 42. dni ($P < 0,01$). Z dosiahnutých výsledkov sledovaných parametrov usudzujeme, že opakované ošetrovanie bahniek v ranom puerpériu ovplyvnilo zvyšovanie hladín minerálnej homeostázy.

Kľúčové slová: ovca; puerperium; Depotocin (Léčiva); Dirigestran (Léčiva); sodík; draslík; vápnik; fosfor

ÚVOD

Nepostrádateľnou súčasťou pri neurohumorálnej regulácii procesov rozmnožovania hospodárskych zvierat je i aktívny transport niektorých minerálnych látok bunkovými membránami. Ich deficiencia je doprevádzaná aj narušením priebehu pohlavných funkcií s následným znížením fertility zvierat (Kudláč *et al.*, 1995).

Koncentrácie sodíka a draslíka boli študované v súvislosti s hormónom zadného laloku hypofýzy (Berger, Marschal, 1961), pričom autori zistili, že oxytocín pôsobí na membránu buniek a mení jej permeabilitu pre prechod elektrolytov. Signifikantné rozdiely v koncentráciách sodíka a hlavne draslíka počas pôrodu kráv pozoroval Schvarc (1965) a u oviec Okab *et al.* (1991).

Vápnik v ionizujúcej forme participuje na stimulácii C – AMP pri ovariálnej steroidogéze s následným vplyvom na LH a FSH (Van der Kraak, 1991). Podľa zistení, ktoré uvádzajú Ortman *et al.* (1994), je intracelulárne kalcium prioritným poslom v GnRH, pričom vstup vápnika do bunkových štruktúr adenohipofýzy závisí od dĺžky pôsobenia ovariálnych steroidov. Zmeny vzájomného pomeru vápnika a fosforu vo vzťahu k plodnosti po pôrode kráv zaznamenali Garbarcik a Balon (1978). Podiel minerálnej homeostázy anorganického fosforu na zníženie fertility uvádzajú Hunter a Van Aarde (1973).

Uvoľňovanie LH a FSH je regulované hypotalamickým peptidom GnRH, ktorého stimulácia je závislá na hladinách intracelulárneho vápnika $2+$ (McArdle *et al.*, 1991). Mobilizácia ionizovaného vápnika z intracelulárnych zásob a následná aktivácia proteinkinázy-C môže tiež podporiť stimuláciu a uvoľňovanie GnRH (Hirota *et al.*, 1985; McArdle *et al.*, 1986).

Vychádzajúc z hore uvedených skutočností ako aj našich predchádzajúcich prác (Krajničáková *et al.*, 1995) sme sa v našej práci zamerali na sledovanie vplyvu aplikácie Depotocinu, Léčiva, a Dirigestranu, Léčiva, na koncentrácie vybraných ukazovateľov minerálnej homeostázy u bahniek v popôrodnom období.

MATERIÁL A METÓDA

Do experimentu bolo zaradených 29 bahniek plemena slovenské merino vo veku tri až štyri roky, s hmotnosťou 40 až 50 kg, obahnených medzi 1. až 12. februárom. Zvieratá všetkých skupín v čase experimentu boli chované spolu s jahňatami v ovčine klasického typu na hlbokej podstielke bez regulácie svetelného režimu. Kŕmna dávka pozostávala z kŕmneho ovsa (0,35 kg),

seny (2,0 kg) a OV-5 (0,2 kg). Voda a dobyčcia soľ boli podávané *ad libitum*.

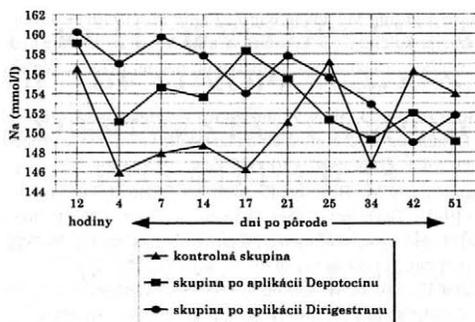
Ovce boli rozdelené do troch skupín – kontrolnej ($n = 10$) a dvoch pokusných ($n = 9$; $n = 10$). Bahniec kontrolnej skupiny boli ošetrované 24 h (i.m.) a 72 h (s.c.) po pôrode fyziologickým roztokom v množstve 1 ml pri každom ošetrovaní. Ovciam prvej pokusnej skupiny (ošetrovanie Depotocinom, Léčiva) sme aplikovali v tom istom čase ako u kontroly 0,07 mg carbetocínu (2-0-methyl thyronine deamino 1 carba oxytocin, Depotocin, Léčiva). Druhá pokusná skupina ($n = 10$) bola ošetrovaná 200 μ g syntetického LH RH (Dirigestran, Léčiva) pri každom ošetrovaní.

Vzorky krvi boli odoberané punkciou v. jugularis medzi 8.00 a 9.00 h. Prvý odber bol urobený pred ošetrovaním, t.j. 12 h po pôrode (0. odber). Ďalšie odbery boli v 4., 7., 14., 17., 21., 25., 34., 42. a 51. deň po pôrode.

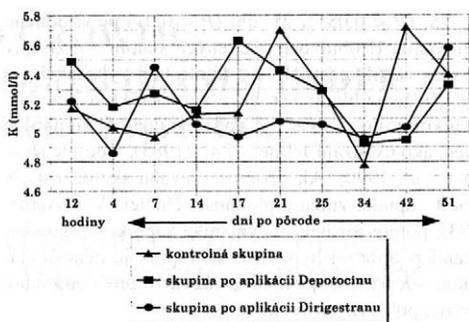
V krvnom sére sme stanovili koncentrácie sodíka (Na), draslíka (K), vápnika (Ca) a fosforu (P). Koncentrácie Na a K v krvnom sére sme určili spektrofotometricky na prístroji Atom Spek fy Rang-Higler, koncentrácie Ca a P sme stanovili Bio-Lachema-testami (LACHEMA DIAGNOSTIKA, Brno, ČR). Miera rozptylu individuálnych hodnôt bola určená výpočtom smerodajnej odchýlky. Testovanie diferencí medzi hodnotami sledovaných parametrov zistenými 12 h po pôrode a v ostatných dňoch sledovania a medzi kontrolnou a pokusnými skupinami sme robili Studentovým *t*-testom.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

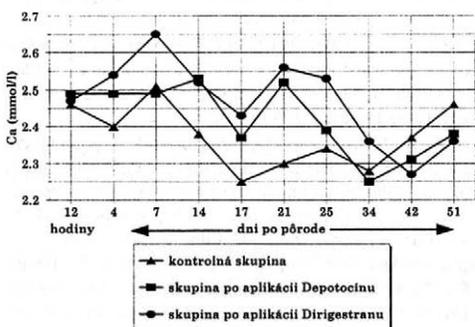
Pri hodnotení hladín sodíka (obr. 1) sme u kontrolnej skupiny zaznamenali štatisticky preukazný pokles ($P < 0,05$) v 4. a 17. dni popôrodného obdobia v porovnaní k 12. hodine p.p. (0. deň). U Depotocinom ošetrovaných oviec sa jeho koncentrácie pohybovali pri signifikantne preukaznom poklese ($P < 0,05$) v 14. dni a 4., 25., 34. a 42. dni sledovania ($P < 0,01$). Najvyšší štatisticky významný pokles ($P < 0,001$) sme zaznamenali v 51. dni po pôrode. Skupina oviec ošetrovaných Dirigestranom vykazovala štatisticky významný pokles ($P < 0,05$) v 42. dni, ($P < 0,01$) v 51. dni a ($P < 0,001$) v 17. dni sledovania. Štatisticky významné rozdiely medzi kontrolou a skupinou oviec ošetrovaných Dirigestranom pri koncentráciách sodíka boli v 4. dni ($P < 0,001$); 7., 14., 17. ($P < 0,01$) a 42. dni ($P < 0,05$). Pokles koncentrácií sodíka v popôrodnom období, podobne ako sme zistili v kontrolnej skupine bahniek, zaznamenali i Jelínek *et al.* (1985) a Sobiraj *et al.* (1986). Koncentrácie sodíka môžu byť stimulované i vzájomným pomerom



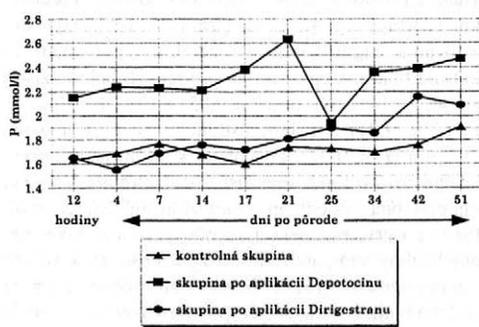
1. Koncentrácia sodíka (Na) v krvnom sére oviec v puerperálnom období – Sodium (Na) concentrations in the blood serum of sheep in puerperal period



2. Koncentrácia draslíka (K) v krvnom sére oviec v puerperálnom období – Potassium (K) concentrations in the blood serum of sheep in puerperal period



3. Koncentrácia vápníka (Ca) v krvnom sére oviec v puerperálnom období – Calcium (Ca) concentrations in the blood serum of sheep in puerperal period



4. Koncentrácia fosforu (P) v krvnom sére oviec v puerperálnom období – Phosphorus (P) concentrations in the blood serum of sheep in puerperal period

For Figs. 1–4: hodiny = hours; dni po pôrode = days after parturition; kontrolná skupina = control group; skupina po aplikácii Depotocínu = group after Depotocin treatment; skupina po aplikácii Dirigestranu = group after Dirigestran treatment

hormonálnych hladín, ako uvádzajú Rubython a Morgan (1983). V bunkách endometria jahniat sledovaných *in vitro* boli koncentrácie sodíka stimulované estradiolom (Zanca *et al.*, 1983). Do akej miery malo vplyv ošetrovanie bahnič Depotocinom na zistené hladiny sodíka, zatiaľ vysvetliť nemôžeme. Avšak ak berieme v úvahu zistenia autorov Zanca *et al.* (1983), nemôže byť vylúčené ani pôsobenie estrogénov cez oxytocín a prostaglandíny. Výsledky medzi kontrolou a skupinou oviec ošetrovaných Dirigestranom v sledovanom období podporujú i zistenia, ktoré uvádzajú Mason, Sikdar (1988) a Tse, Hill (1993) a ktoré predpokladajú stimulačné pôsobenie GnRH na membránový potenciál sodíka u bahnič.

Koncentrácie draslíka v krvnom sére bahnič (obr. 2) mali podobný trend dynamiky ako hladiny sodíka do 14. dňa po pôrode oboch skupín, avšak s vyššími hodnotami skupiny oviec ošetrovaných Depotocinom.

V ďalšom období sledovania sú charakteristické väčšie výkyvy so signifikantným rozdielom sledovaných skupín v 42. dni po pôrode ($P < 0,05$). Štatistická významnosť medzi kontrolou a skupinou ošetrovanou Dirigestranom bola zaznamenaná v 21. dni popôrodného obdobia ($P < 0,05$). Zistený pokles draslíka v kontrolnej skupine bahnič sa približuje údajom, ktoré uvádzajú Jelínek *et al.* (1985) po pôrode oviec, a výsledkom, ktoré prezentujú Kudláč *et al.* (1995) pri fyziologickom priebehu puerpéria kráv.

Dynamika sérového vápníka v kontrolnej skupine vykazovala signifikantne najnižšie hodnoty v porovnaní k 12 h p.p. v 17., 21. a 34. dni ($P < 0,05$) po pôrode (obr. 3). Naproti tomu dynamika Ca u skupiny oviec ošetrovaných Depotocinom vykazovala nepravidelný, štatisticky nepreukazný ($P > 0,05$) vzostup ich hodnôt v uvedenom období. Skupina oviec ošetrovaných Dirigestranom nevykazovala štatisticky významné rozdiely v dynamike sledovaného vápníka. Signifikantnosť rozdielov medzi kontrolou a Depotocinom ošetrovanými ovcami bola zistená v 21. dni p.p. ($P < 0,01$). Štatisticky preukazné rozdiely sme zaznamenali medzi kontrolou a skupinou oviec ošetrovaných Dirigestranom v 7.,

17., 25. ($P < 0,05$) a 21. dni ($P < 0,01$) popôrodného sledovania. U oboch ošetrovaných skupín bol zistený vzostup vápnika, zatiaľ čo u kontrolnej vykazoval pokles. Zníženie hladín sérového vápnika, ktoré sme zistili u kontrolných oviec, je podobné údajom po pôrode oviec, ako uvádzajú Jelínek *et al.* (1985), a dojnic (Ivanov *et al.*, 1990). Ak berieme v úvahu skutočnosť, že deficit vápnika znižuje plodnosť (Hunter, Van Aarde, 1973), potom rozdiely v dynamike vápnika medzi skupinami podporujú hypotézu, že vápnik je nepostrádateľnou súčasťou a jedným z faktorov pre popôrodnú obnovu pohlavných funkcií.

Mierny nesignifikantný vzostup anorganického fosforu sme zistili v kontrolnej skupine (obr. 4). U Depotocinom ošetrovaných bahnič mal anorganický fosfor po 14. dni sledovania tendenciu nepravidelného vzostupu. U skupiny oviec ošetrovaných Dirigestanom mala jeho dynamika podobný trend, avšak so štatisticky preukazným vzostupom v 42. ($P < 0,01$) a 51. ($P < 0,05$) dni sledovania. Signifikantnosť rozdielov v porovnaní ku kontrole bola u Depotocinom ošetrovaných bahnič zistená v 4., 7., 14. a 34. dni ($P < 0,05$) a 17., 21., 42. a 51. dni ($P < 0,01$) a u Dirigestanom ošetrovaných oviec v 42. dni ($P < 0,01$). Dynamika koncentrácií anorganického fosforu, ako sme zistili u kontrolnej skupiny, bola podobná výsledkom, ktoré uvádzajú Jelínek *et al.* (1985) do prvého mesiaca po pôrode. Nami zaznamenané hladiny anorganického fosforu u ošetrovaných oviec a najmä oviec po podaní Depotocinu podporuje i naša predchádzajúca práca (Krajničáková *et al.*, 1995) o vzostupe reprodukčných ukazovateľov u takto ošetrovaných bahnič v porovnaní s kontrolou.

Na základe nami dosiahnutých výsledkov sledovaných parametrov usudzujeme, že aktívne vedenie puerpéria malo pozitívny vplyv na koncentrácie minerálnej homeostázy s následným účinkom na fertilitu a obnovu pohlavných funkcií bahnič v popôrodnom období.

LITERATÚRA

- Berger E., Marshall J. M. (1961): Interactions of oxytocin, potassium and calcium in the rat uterus. *Amer. J. Physiol.*, 5: 931-934.
- Garbarcik A., Balon M. (1978): Poziom fosforu w surowicy krwi krów chorych na zatrzymanie blon plodowych. *Med. veter.*, 34: 49-50.
- Hirota K., Hirota T., Aguilera G., Catt K. J. (1985): Hormone-induced redistribution of calcium-activated phospholipid-dependent protein kinase in pituitary gonadotrops. *J. Biol. Chem.*, 260: 3243-3253.
- Hunter G. L., Van Aarde I. M. R. (1973): Influence of season of lambing on postpartum intervals to ovulation and estrus in lactating and dry ewes at different nutritional levels. *J. Reprod. Fertil.*, 32: 1-11.
- Ivanov I., Rajic M., Jovanovic J., Lallie M. (1990): Koncentracija kalcijuma u krvnom serumu krava u visokoj brejmenitosti i laktaciji u intenzivnom nacinu drzanja. *Veter. Glas.*, 44: 359-364.
- Jelínek P., Illek J., Frajs Z., Jurajdová H., Helanová I. (1985): Dynamika biochemických ukazatelů krve bahnic v průběhu roku. *Živoč. Vyr.*, 30: 555-564.
- Krajničáková M., Bekeová E., Maraček I., Hendrichovský V. (1995): The effect of Depotocin inj. Spofa on concentrations of cholesterol, total lipids, progesterone and on the conception rate in postparturient ewes. *Acta Vet.*, 64: 263-268.
- Kudláč E., Sakour M., Čanderle J. (1995): Metabolický profil v peripartálném období u krav bez retenice a s retenicí sekundin. *Vet. Med. - Czech.*, 40: 201-207.
- Mason W. T., Sikdar S. K. (1988): Characterization of voltage-gated sodium channels in ovine gonadotrophs: relationship to hormone secretion. *J. Physiol.*, 399: 493-517.
- McArdle C. A., Conn P. M. (1986): Hormone stimulated redistribution of protein kinase C *in vivo*: dependence on Ca^{++} influx. *Mol. Pharmacol.*, 29: 570-576.
- McArdle C. A., Cradge E. J., Doch A. (1991): Na dependence of gonadotropin-releasing hormone action: characterisation of the Na^+/H^+ antiporter in pituitary gonadotrophs. *Endocrinology*, 128: 771-778.
- Okab A. B., Mekkawy M. Y., Elbanna I. M., Hassan G. A., El-Nouty F. D., Salem M. H. (1992): Seasonal changes in plasma volume, adrenocortical hormones, osmolality and electrolytes during pregnancy and at parturition in Barhi and Rahmani ewes. *Indian J. Anim. Sci.*, 62: 302-306.
- Ortman O., Merelli F., Stojilković S. S., Schulz K. D., Emons G., Catt K. J. (1994): Modulation of calcium signalling and LH secretion by progesterone in pituitary gonadotrophs and clonal pituitary cells. *J. Steroid. Biochem.*, 48, 1994:47-54.
- Rubython J., Morgan D. B. (1983): The effect of pregnancy and pregnancy induced hypertension on active sodium transport in the erythrocyte. *Clin. Chim. Acta*, 132: 91-99.
- Schvarc F. (1965): Štúdium motility maternice kráv za normálneho a porušeného puerpéria. [Kandidátska dizertačná práca.] Košice: 1-199.
- Sobiraj A., Busse G., Gips H., Bosted H. (1986): Investigations into the blood plasma profiles of electrolytes, 17 beta oestradiol and progesterone in sheep suffering from vaginal inversion and prolapse antepartum. *Brit. Vet. J.*, 142: 218-223.
- Tse A., Hille B. (1993): Role of voltage-gated Na^+ and Ca^{2+} channels in gonadotropin-releasing hormone - induced membrane potential changes in identified rat gonadotrophs. *Endocrinology*, 132: 1475-1481.
- Van der Kraak G. (1991): Role of calcium in the control of steroidogenesis in preovulatory ovarian follicles of the goldfish. *Gen. Comp. Endocrin.*, 81: 268-275.
- Zanca M., Philippot J., Cayzac M. (1983): Early stimulation of endometrial ($Na^+ - K^+$) - ATPase by estradiol. *J. Recept Res.*, 3: 451-461.

Došlo 27. 2. 1998

Prijaté k publikovaniu 7. 9. 1998

Contact Address:

MVDr. Mária Krajničáková, CSc., Ústav experimentálnej veterinárnej medicíny, Duklianských hrdinov 1/A, 040 01 Košice, Slovenská republika, tel.: 095/633 20 12, fax: 095/633 18 53

LARVAL DEVELOPMENT AND GROWTH OF THE EUROPEAN WELS (*SILURUS GLANIS*) UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS FED NATURAL AND PELLETTED DIETS*

LARVÁLNÍ VÝVOJ A RŮST SUMCE VELKÉHO (*SILURUS GLANIS*) V EXPERIMENTÁLNÍCH PODMÍNKÁCH KRMEŇÉHO PŘIROZENOU A GRANULOVANOU POTRAVOU

M. Prokeš¹, V. Baruš¹, M. Peňáz¹, J. Hamáčková², J. Kouřil²

¹ Institute of Vertebrate Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Brno, Czech Republic

² Research Institute of Fisheries and Hydrobiology, South Bohemian University, Vodňany, Czech Republic

ABSTRACT: The development and growth rate were studied in two groups of the European Wels (*Silurus glanis*) larvae fed different diets. The first group was fed size-sorted live zooplankton, and the second group was fed the artificial universal pelleted, so-called starter feed, prepared in the INRA in France. The rearing was performed under experimental conditions of aquaria in the Research Institute of Fisheries and Hydrobiology of the South Bohemian University, Vodňany. The larval developmental period was divided into 6 steps (L1–L6). In the first group of free embryos, exogenous food was first taken on day 4 of age with 10.2 mm TL, in the second group on day 5 of age with 11.3 mm TL. Mixed, endogenous and exogenous nutrition occurred coincidentally in both larval groups during the first two steps of development (L1–L2). During the third step of development (L3) at 8–9 days of age with 14.6–15.5 mm TL, a marked intensification of feeding appeared. The first signs of cannibalism were observed during the fifth step (L5) at 15–16 days of age with 21.0–21.7 mm TL. The termination of the larval developmental period occurred in the first experimental group of larvae at 26–31 days of age with 30–35 mm TL, and in the second group of larvae at 33–39 days of age with 28–30 mm TL. Up to 16 days of age (21.9 mm TL), no differences in the development and growth rate were observed between the groups compared. The specific length and weight growth ratio (SLGR and SWGR) and also parameters of weight condition (FWC, coefficients of length-weight relationship) were very similar. During the next rearing period up to the end of experiment, however, the intensity of growth rate dropped successively in the larvae fed artificial diet. At the end of experiment, the mean length of the larvae fed artificial diet was lower by 46.6%, and their mean weight was lower by 137% ($t = 2.3575$, $p = 0.01$) than those in the larvae fed live diet. On the contrary, the mean FWC value was higher by 37.6% in the larvae fed artificial diet. In the present study, developmental deviations and predatory injuries are described. It is stated concluding that the artificial universal starter feed is appropriate to initial feeding and rearing of larvae up to 16 days of age, i.e., to the mean total length (TL) of 22 mm and weight (w) of 0.1 g.

Keywords: European Wels; larval ontogeny; larval growth rate; experimental pelleted feed; factor of weight condition; length-weight relationship; morphological anomalies

ABSTRAKT: Byl srovnán vývoj a růst dvou skupin larev sumce velkého (*Silurus glanis*) krmených rozdílným krmivem. První skupina byla krmena živým, velikostně tříděným zooplanktonem a druhá skupina umělým, univerzálním, granulovaným, tzv. startérovým krmivem, připraveným v INRA ve Francii. Odchov byl proveden v experimentálních akvarijních podmínkách ve VÚRH JU ve Vodňanech v roce 1996. Larvální perioda vývoje byla rozčleněna na 6 etap (L1–L6). K prvnímu příjmu exogenní potravy došlo u 1. skupiny volných embryí ve čtvrtém dni věku při TL 10.2 mm a u druhé skupiny v pátém dni věku při TL 11.3 mm. Smíšená, endogenní i exogenní výživa probíhala u obou skupin larev shodně během prvních dvou etap vývoje (L1–L2). V průběhu třetí etapy vývoje (L3) ve věku 8–9 dní při TL 14.6–15.5 mm došlo k výraznému zintenzívnění příjmu potravy. První příznaky kanibalismu byly pozorovány v páté etapě (L5) ve věku 15–16 dní při TL 21.0–21.7 mm. K ukončení larvální periody vývoje (konec L6) došlo u první skupiny larev ve věku 26–31 dní při TL 30–35 mm a u druhé

* This work was partly supported by the National Agency of Agricultural Research of the Czech Republic (Grant No. IE 5139) and by the Grant Agency of the Academy of Sciences of the Czech Republic (Grant No. A 6087804).

skupiny larev ve věku 33–39 dní při TL 28–30 mm. Do věku 16 dní (TL 21,9 mm) nebyly mezi srovnávanými skupinami larev zjištěny rozdíly v rychlosti vývoje a intenzitě růstu. Specifická rychlost délkového a hmotnostního růstu (SLGR, SWGR) i parametry hmotnostní kondice (FWC, koeficienty délko-hmotnostního vztahu) byly velmi podobné. V dalším období chovu až do konce pokusu se však postupně snižovala rychlost vývoje a intenzita růstu u larev krmených umělou potravou. Na konci pokusu byla průměrná délka larev krmených umělou potravou o 46,6 % a hmotnost o 137 % ($t = 2,3575$, $p = 0,01$) nižší než u larev krmených živou potravou. Průměrná hodnota FWC však byla naopak u larev krmených umělou potravou o 37,6 % vyšší. V práci jsou dále popsány vývojové odchylky a poškození predací. V závěru je konstatováno, že umělé univerzální startérové krmivo je velmi vhodné pro rozkrmení a počáteční odchov larev až do věku 16 dní, tj. do průměrné celkové délky (TL) 22 mm a hmotnosti (w) 0,1 g.

Klíčová slova: sumec velký; larvální vývoj; larvální růst; experimentální granulované krmivo; koeficient kondice; délko-hmotnostní vztah; morfologické anomálie

INTRODUCTION

In the study submitted, the results are presented as obtained during the solving of a part of the scientific project "Biological and Technological Aspects of the European Wels (*Silurus glanis* L.) Culture under Conditions of the Czech Republic", which was realized in 1995–1997 in three research institutions: Institute of Fisheries and Hydrobiology of the Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Research Institute of Fishery and Hydrobiology of South Bohemian University, Vodňany, and Institute of Vertebrate Biology of the Academy of Sciences of the Czech Republic in Brno (Jirásek *et al.*, 1998b). Performed were analyses and comparisons of the basic ontogenic and growth rate parameters of two larval groups reared under the same experimental conditions but fed different diets: natural live zooplankton and artificial experimental pellets of French origin.

Investigations into the ontogeny of the European Wels were carried out by Kryzhanovskiy (1949), Ginzburg (1950) and Lange *et al.* (1977). Partly, the development or characterization of developmental steps (stages) are dealt with in the studies by Vojnárovič (1954), Mihálik (1968), Hochman (1970), Koblitiskaya (1981) and others. Morphological characteristics of larvae are presented in the study by Ginzburg (1950), Černý (1979) and Oliva (1963 – see Baruš, Oliva, 1995). A considerably large amount of papers has been published on larval growth rate and food. During the post-war period, the rearing and growth rate of European wels have been studied in the Czech Republic since 1950s. Presented are reviews of the results published by 1980 in the paper by Kouřil and Berka (1981), and results of the rearing of young in troughs are in the study by Mareš and Kouřil (1988). A present review of the knowledge on biology and technology of the European Wels culture: in the study by Mareš (1996) and that of the knowledge on larval growth rate under conditions of aquaria, including the testing of various sorts of pelleted starter feeds, are presented in the studies by Hamáčková *et al.* (1997a, b).

MATERIAL AND METHODS

Experimental rearing of free embryos, larvae and juvenile specimens of the European Wels was performed

in two 100 l aquaria with controlled water temperature, recirculation and aeration in the Research Institute of Fishery and Hydrobiology of South Bohemian University, Vodňany. The initial stock of three days old free embryos (D3) was 2000 individuals (ind) per aquarium (20 ind.l^{-1} , 0.152 g.l^{-1}). The stocking density was reduced every five or seven days as follows: at age of 9 days (D9) to 1000 ind (10 ind.l^{-1} , 0.285 g.l^{-1}), on D4 to 600 ind (6 ind.l^{-1} , 0.451 g.l^{-1}), on D18 to 500 ind (5 ind.l^{-1} , 0.541 g.l^{-1}) and on D24, 29, 34 to 400 ind (4 ind.l^{-1} , 0.902 g.l^{-1} , 300 ind (3 ind.l^{-1} , 1.122 g.l^{-1}), 200 ind (2 ind.l^{-1} , 1.612 g.l^{-1}), respectively. Aquaria were supplied with water from the Blanice River, which was filtered and heated to 25 °C ($23.2\text{--}27.0$ °C) before use. Water exchange rate in aquaria: once per 3 hours at the beginning of experiment and once an hour at the end of experiment. The oxygen content in aquaria was maintained above $4 \text{ mg O}_2\text{.l}^{-1}$ ($2.0\text{--}5.1 \text{ mg O}_2\text{.l}^{-1}$). The contents of ammonia, nitrites, nitrates, alkalinity and acidity were within the norm of fish culture. The pH was 7.1–7.4.

In the first aquarium, larvae were fed experimental pellets sized 0.25–0.45 mm which had been produced in the Laboratory for Larval Fish Nutrition in the INRA at St. Pee sur le Nivelles in France. The feed composition was as follows: dry matter 91%, crude protein 49%, crude fat 11%, raw carbohydrates 30% and raw ash 10%.

In the second aquarium, the control group was fed with zooplankton (*Rotatoria*, *Copepoda*, *Cladocera*) caught in ponds and graded to appropriate size (0.25–0.30 mm at the beginning of experiment and 0.7–1.0 mm at the end of experiment).

Feeds were given to larvae every two hours during the daylight period (8 times a day). Daily doses were calculated according to Pfikryl *et al.* (1990). Calculations were based on the temperature of rearing water, mean individual net weight of larvae, specific weight growth ratio (SWGR), stocking rate in aquaria and food conversion ratio (FCR). Aquaria were cleaned twice a day. The survival rate was calculated on countings of larvae recovered at the end of 7, 16, 22, 27, 32 and 37 days of experiment. Cumulative survival of the larvae fed experimental pellets was 86.3%, and that of the larvae fed zooplankton was 64.7%.

For ontogenetic and growth analyses during the whole experimental period of 37 days, 5 specimens were taken daily from each aquarium, and at water exchange (at recapture), the sample of 30–39 specimens was taken from each aquarium on days 5–7. The specimens taken were fixed in 4% solution of formaldehyde and preserved till reprocessing, which was performed in the Institute of Vertebrate Biology of the Academy of Sciences of the Czech Republic in Brno. In the total, 729 young specimens were treated.

The experiment was launched on 28.6.1997 and stopped on 3.8.1997. On 28.6.1997 free embryos of the total length (TL) of 8.5–9.5 mm (mean 9.1 mm) and weight (w) of 0.0060–0.0087 g (mean 0.0076 g) were stocked into both aquaria at the same time; their developmental step was classified to be the final step of the embryonal developmental period. The experimental material produced artificially at Vodňany was derived from one parental fish pair.

During the proper reprocessing of fixed samples, the total length (TL in mm), weight (w in g), developmental step and morphological anomalies or other characteristics from the point of view of evaluating the ontogenetic process, growth rate and health state were registered in each specimen. The larval developmental period was divided into 6 steps (L1–L6) analogical to the division in the methodology by Lange *et al.* (1974). Mathematico-statistical processing of data was done on PC and Microsoft Office software programs (basic statistics, regressions) were used.

Factor of weight condition was calculated using the form $FWC = w \cdot 10^5 / TL^3$, specific length growth ratio (in % of $TL \cdot day^{-1}$) according to the form $SLGR = (\ln TL_t - \ln TL_0/t) \cdot 100$, specific weight growth ratio (in % of $w \cdot day^{-1}$) according to the form $SWGR = (\ln w_t - \ln w_0/t) \cdot 100$. For the fry age, the symbol of D (days after hatching) was used.

RESULTS

Ontogeny

Free embryos released into the experiment were noted for large head with small eyes, 3 pairs of developing barbels, large oval yolk sac, large unpair fin fold and pigmented body. The age of embryos stocked was 3 days, mean total length was 9.1 mm and mean weight was 0.0076 g. At the beginning of mixed feeding (endogenous and exogenous), i.e. after consumption of the first exogenous food (L1), the larvae fed zooplankton were 10.2 mm long (on day 4 of age) and the larvae fed pellets were 11.3 mm long (on day 5 of age). A part of yolk was not still resorbed. The digestive tract consisted of the developing oesophagus, stomach, intestine and functional anus. Moreover, the basis of liver could be observed. Configuration of the fin fold was noted for a straight long line of the dorsal part, long line of the ventral postanal part and short line of the preanal part.

The developing pectoral fins were without rays. Dorsal part of the head was pigmented intensively with melanine. The head length was 18%, body length was 21% and tail length was 60% of the total length. The eye horizontal diameter was only 13% of the head length. All larvae consumed round pellets, sized 0.25 mm, given to them.

At the age of 6 days with 12.8 mm TL (L2) the gas bladder basis and that of the dorsal fin at the beginning of the fin fold dorsal part were registered for the first time. The yolk was resorbed almost completely. The lengths of the fast growing barbels were equal or greater than the head length. The shape of markedly pigmented eyes continued to change gradually from round to oval one. The digestive tract developed intensively, the stomach size and intestine length were enlarged markedly.

At the age of 8–9 days with 14.6–15.5 mm TL (L3), an important change occurred in the feeding rate due to well developed gas bladder and digestive tract. In the gas bladder, its connection with oesophagus by *ductus pneumaticus* was distinctly visible. The stomach was massive, the intestine was always right-sided to the stomach and formed two loops before its transition into the anus. The volumen of the digestive tract changed markedly depending on its food fullness. Larvae took food intensively which resulted in a fast increase of weight condition, see the course of the FWC value (Tabs. I, II, Fig. 2). During this developmental period, no developmental differences were found between the larvae fed natural and pelleted diets, and no marked manifestations of cannibalism were observed. During the next steps, in particular the development of fins could be observed externally.

At the age of 15–16 days with 21.0–21.7 mm TL (L5), the first signs of starting cannibalism (biting off the eyes and tail fin) and those of food insufficiency were observed in the larvae receiving pelleted feed. This fact is evident after performed analyses of TL, w and FWC values, and it is manifested by a decreased intensity of ontogenetic development and growth rate in larvae.

The termination of the larval developmental period (end of L6) occurred in the specimens receiving natural feed at the age of 26–31 days with 30–35 mm TL, and in the specimens fed experimental pellets up to the age of 33–39 days with 28–30 mm TL (Tab. III). During this developmental period, all larval features disappeared. However, no initial formation of scales is observed here, as it is the case in cyprinids, because they are not formed in European Wels at all. Towards the end of our trial, the specimens fed pellets had a changed body shape, dominated by the large head, and they had a higher value of weight condition than the specimens fed zooplankton, where the development and growth rate were higher. This fact is documented in greater detail in the subchapters below.

Length and weight growth rates

The characterization of the length growth rate in the European Wels larvae is presented using the limit and

I. Parameters of the length and weight growth rates and factor of weight condition in the European Wels (*Silurus glanis*) fry fed zooplankton

Ex.	Date	n	Age (days)	Interval (days)	TL (mm)	[TL.d ⁻¹] (mm)	SLGR (%)	w (g)	[w.d ⁻¹] (g)	SWGR (%)	FWC
1	28. 6.	27	3	-	9.1	-	-	0.0076	-	-	1.01
2	29. 6.	5	4	1	10.2	1.1311	11.7294	0.0095	0.0019	22.4453	0.89
3	30. 6.	5	5	1	11.3	1.1200	10.3990	0.0128	0.0033	29.8697	0.88
4	1. 7.	5	6	1	12.8	1.5000	12.4229	0.0161	0.0033	22.8450	0.76
5	2. 7.	5	7	1	13.8	1.0000	7.4998	0.0184	0.0023	13.3843	0.69
6	3. 7.	5	8	1	14.6	0.8000	5.6195	0.0217	0.0033	16.6216	0.69
7	4. 7.	33	9	1	15.5	0.8691	5.7669	0.0320	0.0103	38.9062	0.86
8	5. 7.	5	10	1	16.0	0.4409	2.8032	0.0319	-0.0001	-0.2062	0.78
9	6. 7.	5	11	1	16.1	0.1500	0.9360	0.0308	-0.0011	-3.5875	0.73
11	8. 7.	6	13	2	18.9	1.4000	8.0171	0.0609	0.0150	34.0531	0.90
13	10. 7.	5	15	2	21.0	1.0500	5.2680	0.0875	0.0133	18.1531	0.94
14	11. 7.	5	16	1	21.7	0.7200	3.3711	0.0956	0.0081	8.8952	0.93
15	12. 7.	5	17	1	22.7	1.0200	4.5892	0.1144	0.0188	17.9110	0.97
16	13. 7.	33	18	1	22.5	-0.2461	-1.0880	0.1050	-0.0094	-8.5885	0.92
17	14. 7.	5	19	1	23.9	1.3661	5.8958	0.1220	0.0170	15.0205	0.90
18	15. 7.	5	20	1	24.9	1.0800	4.4270	0.1289	0.0069	5.5016	0.83
19	16. 7.	5	21	1	24.3	-0.6000	-2.4352	0.1369	0.0080	5.9922	0.94
20	17. 7.	5	22	1	27.0	2.6600	10.3716	0.1890	0.0522	32.3000	0.96
21	18. 7.	5	23	1	27.6	0.6400	2.3427	0.1896	0.0006	0.3063	0.90
22	19. 7.	30	24	1	28.2	0.5873	2.1025	0.2254	0.0358	17.2855	1.01
24	21. 7.	5	26	2	30.2	0.9864	3.3777	0.2424	0.0085	3.6274	0.87
25	22. 7.	5	27	1	32.3	2.1000	6.7225	0.3176	0.0752	27.0243	0.93
26	23. 7.	5	28	1	31.9	-0.4000	-1.2461	0.3008	-0.0167	-5.4088	0.92
27	24. 7.	33	29	1	34.3	2.3848	7.2098	0.3740	0.0731	21.7604	0.91
28	25. 7.	5	30	1	34.4	0.1152	0.3353	0.3605	-0.0135	-3.6802	0.88
29	26. 7.	5	31	1	36.9	2.5000	7.0155	0.4887	0.1283	30.4450	0.92
30	27. 7.	5	32	1	37.2	0.2600	0.7021	0.4467	-0.0420	-8.9899	0.86
31	28. 7.	5	33	1	36.4	-0.7600	-2.0664	0.4447	-0.0020	-0.4442	0.92
32	29. 7.	32	34	1	38.5	2.0706	5.5325	0.5428	0.0980	19.9202	0.94
33	30. 7.	5	35	1	36.2	-2.2706	-6.0835	0.4394	-0.1034	-21.1328	0.93
34	31. 7.	5	36	1	42.0	5.8000	14.8610	0.7180	0.2786	49.1133	0.97
37	3. 8.	34	39	3	45.3	1.1143	2.5528	0.8062	0.0294	3.8632	0.85
Total		348									

mean values of TL, daily increments of TL (TL.d⁻¹) and the values of specific length growth ratio (SLGR) – Tabs. I and II. Analysing the length growth rate, we found that, during the period between 3 days of larval age (TL = 9.1 mm) and 16 days (TL = 21.9 mm), no differences occurred in the larvae fed live and artificial feeds. During the next rearing period up to the end of experiment, however, the intensity of length growth rate in the larvae fed pellets dropped down successively. The difference of the mean TL at the end of experiment at 39 days of fry age, was 46.6%. Analogical differences were also found in daily increments and specific length growth ratio.

The characterization of the weight growth rate is presented in a similar way like in the weight growth

rate (Tabs. I and II, Fig. 1). A successive decrease in the intensity of weight growth rate occurred, of course, only as late as from day 21 of larval age, i.e. from the weight of 0.1369 g, in the group of the larvae fed zooplankton, or from the weight of 0.1240 g in the group of larvae fed experimental pellets. At the end of experiment, the difference in the mean weight between the fry groups compared was 137% in disfavour to the larvae fed pellets ($t = 2.3575$, $p = 0.01$).

Factor of weight condition and length-weight relationship

During the period of the first 7–8 days of life of the European Wels fry, in association with successive yolk

II. Parameters of the length and weight growth rates and factor of weight condition in the European Wels (*Silurus glanis*) fry fed experimental pelleted starter feed

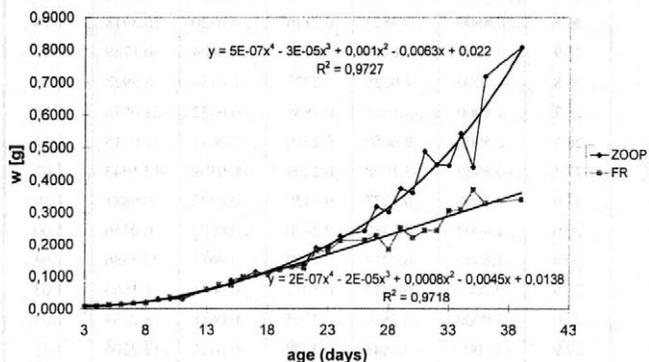
Ex.	Date	n	Age (days)	Interval (days)	TL (mm)	[TL.d ⁻¹] (mm)	SLGR (%)	w (g)	[w.d ⁻¹] (g)	SWGR (%)	FWC
1	28. 6.	27	3	–	9.1	–	–	0.0076	–	–	1.01
2	29. 6.	5	4	1	10.1	0.9911	10.3501	0.0092	0.0016	19.2296	0.90
3	30. 6.	5	5	1	11.3	1.2200	11.4249	0.0122	0.0031	28.7682	0.85
4	1. 7.	5	6	1	12.0	0.7400	6.3432	0.0136	0.0013	10.2415	0.78
5	2. 7.	5	7	1	13.0	0.9800	7.8252	0.0171	0.0036	23.4291	0.80
6	3. 7.	5	8	1	14.2	1.1800	8.6755	0.0187	0.0016	8.9245	0.65
7	4. 7.	33	9	1	15.1	0.8813	6.0210	0.0285	0.0097	41.7488	0.82
8	5. 7.	5	10	1	16.4	1.3588	8.6265	0.0365	0.0080	24.8068	0.81
9	6. 7.	5	11	1	16.2	-0.2800	-1.7178	0.0332	-0.0033	-9.3666	0.77
11	8. 7.	6	13	2	18.8	1.2950	7.4327	0.0591	0.0129	28.8200	0.89
12	9. 7.	33	14	1	20.4	1.6561	8.4638	0.0751	0.0160	24.0275	0.88
13	10. 7.	5	15	1	20.4	-0.0261	-0.1278	0.0734	-0.0018	-2.3845	0.86
14	11. 7.	5	16	1	21.9	1.4800	7.0104	0.0972	0.0238	28.0980	0.93
15	12. 7.	5	17	1	21.8	-0.0200	-0.0915	0.1030	0.0058	5.7981	0.99
16	13. 7.	33	18	1	22.3	0.4509	2.0436	0.1081	0.0052	4.8884	0.97
17	14. 7.	5	19	1	23.4	1.1291	4.9411	0.1195	0.0113	9.9757	0.94
18	15. 7.	5	20	1	24.2	0.7400	3.1108	0.1285	0.0090	7.2947	0.91
19	16. 7.	5	21	1	23.8	-0.4000	-1.6695	0.1240	-0.0045	-3.5486	0.93
20	17. 7.	5	22	1	25.1	1.3800	5.6457	0.1792	0.0552	36.7948	1.12
21	18. 7.	5	23	1	25.6	0.4400	1.7351	0.1796	0.0004	0.2341	1.06
22	19. 7.	30	24	1	26.5	0.8800	3.3823	0.2116	0.0320	16.3918	1.14
24	21. 7.	5	26	2	27.9	0.7200	2.6496	0.2123	0.0004	0.1769	0.97
25	22. 7.	5	27	1	26.8	-1.1000	-4.0225	0.2277	0.0154	6.9928	1.20
26	23. 7.	5	28	1	25.7	-1.1000	-4.1911	0.1845	-0.0432	-21.0576	1.08
27	24. 7.	33	29	1	28.3	2.5909	9.6050	0.2516	0.0671	31.0215	1.11
28	25. 7.	5	30	1	27.4	-0.8909	-3.1998	0.2207	-0.0309	-13.1043	1.07
29	26. 7.	5	31	1	27.6	0.2000	0.7273	0.2439	0.0232	9.9881	1.16
30	27. 7.	5	32	1	29.0	1.4000	4.9480	0.2440	0.0002	0.0656	1.00
31	28. 7.	5	33	1	30.8	1.8000	6.0219	0.3052	0.0611	22.3586	1.04
32	29. 7.	32	34	1	31.0	0.2000	0.6473	0.3087	0.0036	1.1663	1.03
33	30. 7.	5	35	1	33.0	2.0000	6.2520	0.3705	0.0618	18.2354	1.03
34	31. 7.	5	36	1	29.9	-3.1000	-9.8649	0.3279	-0.0426	-12.2206	1.21
37	3. 8.	34	39	3	30.9	0.3225	1.0617	0.3404	0.0042	1.2537	1.17
Total		381									

resorption, the weight condition (FWC) dropped successively (1.01–0.69 with zooplankton feed and 1.01–0.78 with pelleted feed). During the next rearing period up to 17 days of age, the weight condition in both experimental fry groups rose up to the value of 0.97–0.99. From day 18 of age (22.5 mm TL, zooplankton; 22.3 mm TL, pellets), the FWC value changed differently for the fry fed zooplankton as compared with that for the fry fed with pellets. Higher FWC values were found in the same age larvae fed pellets, of which the development and also growth rate were slower. On the last trial day, the difference in the FWC value was 37.6% in favour of the larvae fed pellets (Tabs. I and II, Fig. 2).

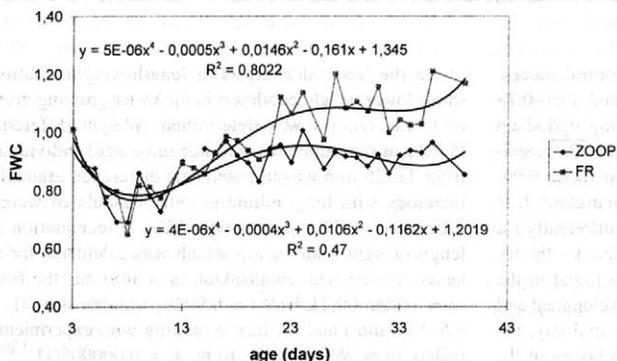
On the basis of analysis of length-weight relationships, lower weight condition in the faster growing group of larvae (zoop.) was determined. Weight difference (5.9%) in the same size (but not same age) individuals from TL 25 mm was initiate. This difference gradually increases with longitudinal growth. Calculated weight difference at TL 34 mm was 12%. The equation of length-weight relationship which was calculated for all larvae feeding with zooplankton ($n = 348$) has the form $w = 0.000009 \cdot TL^3$ ($R^2 = 0.9929$, validity for TL = 8.5–55.0 mm) and for larvae feeding with experimental pellets ($n = 381$) has the form $w = 0.000005 \cdot TL^{3.2014}$ ($R^2 = 0.9839$, validity for TL = 8.5–34.0 mm). Using

III. Regression and correlation coefficients of the length-weight relationship in the European Wels (*Silurus glanis*) fry fed zooplankton and experimental pelleted starter feed prepared in the INRA (FR) (1996)

Date	Age (days)	TL (mm)		Development period	Coefficients			n
		range	aver.		a	b	R ²	
Zooplankton								
28. 6.	3	8.5–9.5	9.1	E	0.001276	0.805813	0.2868	27
4. 7.	9	14.1–16.5	15.5	L	0.000319	1.680112	0.6374	33
13. 7.	18	19.2–25.0	24.9	L	0.000099	2.236384	0.7960	33
19. 7.	24	22.0–32.0	28.2	L–J	0.000586	1.778968	0.7502	30
24. 7.	29	29.0–40.0	34.3	L–J	0.000014	2.873357	0.9800	33
29. 7.	34	32.0–52.0	38.5	J	0.000103	2.339418	0.9329	32
3. 8.	39	39.0–55.0	45.3	J	0.000032	2.651716	0.9464	34
INRA experimental pelleted starter feed								
28. 6.	3	8.5–9.5	9.1	E	0.001276	0.805813	0.2868	27
4. 7.	9	10.8–16.2	15.1	E–L	0.000012	2.857885	0.9150	33
9. 7.	14	18.0–22.5	20.4	L	0.000006	3.108017	0.8812	33
13. 7.	18	18.0–25.0	22.3	L	0.000099	2.236384	0.7960	33
19. 7.	24	23.2–29.0	26.5	L	0.000048	2.559247	0.8087	30
24. 7.	29	24.9–31.0	28.3	L	0.000039	2.624143	0.7812	33
29. 7.	34	28.0–34.0	31.0	L	0.000036	2.647157	0.8619	32
3. 8.	39	23.0–34.0	30.9	L–J	0.001311	1.618292	0.7928	34



1. Relationship between the weight (w in g) and age (t in days) of the European Wels (*Silurus glanis*) fry fed zooplankton (ZOOP) and experimental starter feed prepared in the INRA in France (FR) in 1996



2. Relationship between the factor of weight condition (FWC) and age (t in days) of the European Wels (*Silurus glanis*) fry fed zooplankton (ZOOP) and experimental pelleted starter feed prepared in the INRA in France (FR) in 1996

these equations for weight calculation of the smallest and largest larvae is however inappropriate. In Tab. III are therefore presentation equations, which was calculated for material from individual take-of (28. 6., 4. 7. ... 3. 8.).

Developmental deviations and injuries by predation

In both experimental fish groups, we registered only rarely the occurrence of developmental anomalies (curved spine, absence of one or both eyes, shortening of tail peduncle, absence of caudal fin, deformation of dorsal or anal fins, prolapsus of intestine and partial or total absence of body pigmentation). In the sample of 348 larvae and juvenile specimens fed zooplankton, developmental anomalies were found in 7 individuals (2.01%). In the sample of 381 specimens fed artificial pelleted feed, developmental anomalies were found in 13 specimens (3.41%).

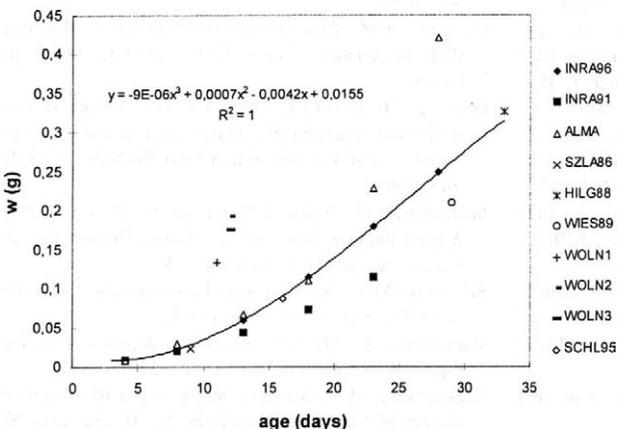
A special category of external defects in larvae and juvenile specimens is represented by injuries of the caudal fin and eyes by reciprocal biting off, which suggests significant food deficiency and increased predatory pressure on fish. In the experimental group fed zooplankton, we found this characteristic injury only once, namely on day 16 of experiment, in 6 specimens (1.72%). In the fish group fed artificial pelleted feed, these injuries were registered as late as on day 22 of experiment, after that, however singly, even on other days (days 25–28 of experiment). In total 5 specimens (1.31%) from this group was registered.

DISCUSSION

Analysing the ontogenetic development of the European Wels, we confirmed all specific characteristics referred to by the authors who dealt with the present species (Kryzhanovskiy, 1949; Ginzburg, 1950; Hochman, 1970; Koblitskaya, 1981; Lange *et al.* 1977).

Compared with phytophilous cyprinids, free European Wels embryos differ by round yolk sac not connected with intestine in its posterior part, by short body part, long tail part and by three pairs of barbels. Initially, *ductus* Cuvieri serves to respiration, later on, gills are formed. The unpair *subintestinal* vein or other organs do not serve to respiration. Embryos are light-shy, take shelters from predators on the bottom, move their tail parts improving the conditions for their own respiration. In order to identify food items, they use their relatively long barbels; eyes are relatively very small. There are sense organs on margins of the unpair fin fold.

The first three steps of the larval period (L1–L3, TL = 10.2–15.5 mm, w = 0.0095–0.0320 g) are considered by us to be the crucial period of the early development as to the artificial rearing of fry. During this period, larvae pass successively from endogenous nutrition to exclusively exogenous one, important changes occur in values of weight condition, in moving capacities, in reaction to light intensity and in oxygen and food consumption. During this period, the specific length growth ratio (SLGR) dropped from the values of 10.4–12.4% down to the values lower than 6%, SWGR dropped from the values of 22.4–29.9% to the values lower than 17% and FWC dropped from the values of 0.89 to 0.69, which was the absolute minimum. The oxygen consumption dropped from the value of 2.437 mg.h⁻¹.g⁻¹ to 0.844 mg.h⁻¹.g⁻¹ (Jirásek *et al.*, 1998a). The typical larval respiratory system was replaced by gill respiration. Successively, the light-shyness and tigmophily receded, and as a result, the developmental levels achieved in gas bladder function, moving capacities and possibilities of active capture of food organisms were markedly improved. It can be stated on the basis of metabolic intensity changes (Jirásek *et al.*, 1998a) that two hours' interval between daily feeding rations is acceptable. We do not recommend, of course, a longer interval. As regards the fast size increase of digestive tract, it is necessary that the pellet size should be enlarged from the initial diameter of 0.25 mm to 0.50–0.75 mm during this period of development. The



3. Larval weight growth rate of the European Wels according to different authors. Explanations: INRA96 – our results with the experimental feed INRA (France) 1996; INRA91 – results of Hamáčková *et al.* (1991) with experimental pelleted starter INRA (France) 1991; ALMA – results of Hamáčková *et al.* (1997) with pelleted starter ALMA; SZLA86 – Szlamińska (1986); HILG88 – Hilge (1988), live artemia and salmonid pellets; WIES89 – Wiesniewolski (1989), European catfish starter (Hamburg); WOLN1 – Wolnicki (1995), salmonid pelleted starter; WOLN2 – Wolnicki and Starzonek (1996), live artemia; SCHL95 – Schlumberger *et al.* (1995), ALMA pelleted starter

fat content in the feed should not be lower than 10%, but the optimum is 14–15%, especially in the case when this feed is used in the same composition of individual components also during the second half of larval developmental period. The capacity of the European Wels early larvae to consume large food pieces was pointed out as early as by Jaszfalusi (1954).

From comparisons of our own and literature data on the weight growth rate of the European Wels larvae fed different sorts of feeds (Fig. 3), it can be stated that the larvae fed experimental pelleted starter feed prepared in the INRA in France in 1996 indicated the weight growth rate of the same intensity, or a better one, than the larvae reared by other authors and fed other sorts of feeds (Szlamińska, 1986; Schlumberger *et al.*, 1995; Wiesniewolski, 1989; Hilge, 1988). The starter feed INRA (1996) was clearly better than the starter feeds TROUVIT and TACO (Hamáčková *et al.*, 1997b). A higher growth rate was achieved from day 20 of age only using the starter feed ALMA (Hamáčková *et al.*, 1997b), and till days 11–12 of larval age using the starter salmonid feed and live artemia (Wolnicki, 1995; Wolnicki, Starzonek, 1996).

From the results of the total analysis of fixed samples of European Wels fry reared experimentally up to 39 days of age after hatching, and fed natural and artificial diets, it can be stated that pellets prepared experimentally, substituting the live feed, are appropriate to the culture of the European Wels fry (larvae) only during the first two weeks of rearing (up to the larval total length of 22 mm and weight 0.1 g). For larval feeding during the next rearing period, the size of the extant experimental pellets needs to be enlarged, and the formulation for the composition of individual components needs to be adjusted in order that it might be comparable e.g. with the ALMA feed.

REFERENCES

- Baruš V., Oliva O. (eds.) (1995): Petromyzontes and Osteichthyes. Praha, Academia: 623 + 698 pp. (in Czech).
- Černý, J. (1979): Biometrics, descriptive and topographic anatomy of head muscle and utility value of the European Wels *Silurus glanis* Linnaeus, 1758. [Final Report.] Bratislava, Laboratórium rybárstva. 67 p. (in Slovak).
- Ginzburg Y. I. (1950): Development of *Silurus glanis* L. Trudy Kasp. fil. VNIRO, 11: 109–148 (in Russian).
- Hamáčková J., Szlamińska M., Kouřil J., Kozák P. (1997a): Feeding of European catfish larvae with pelleted starters under three temperature regimes. Kom. Rybac., 3: 10–11 (in Polish).
- Hamáčková J., Szlamińska M., Kouřil J., Vachta R., Stibranyiová I. (1997b): European catfish (*Silurus glanis* L.): early feeding with four starters and zooplankton. Živoč. Vyr., 42: 27–32.
- Hilge V. (1988): Anfütterung von Welsbrut mit Lebend- und Trockenfutter. Fischwirtschaft, 38: 35–36.
- Hochman L. (1970): Early developmental steps in the European Wels (*Silurus glanis* L.) regards the requirements of mass rearing for repopulation purposes. Vertebr. Zpr., 2: 71–76 (in Czech).
- Jászfalusi L. (1954): Semi-artificial culture of the European Wels. Čs. Rybářství, 3: 26–28 (in Czech).
- Jirásek J., Mareš J., Panský B. (1998a): Factors affecting the intensity of metabolism in the juvenile wels. In: Mikešová, J. (ed.): Sbor. Ref. III. české ichtyologické Konf., Vodňany: 229–233 (in Czech with summary in English).
- Jirásek J., Hamáčková J., Kouřil J., Mareš J., Peňáz M., Prokeš M., Baruš V. (1998b): Biological and technological aspects of breeding in the European Wels (*Silurus glanis* L.) under conditions of the Czech Republic. [Final Report of Project NAZV No. IE 5139.] Brno, Mendel University of Agriculture and Forestry. 58 p. (in Czech).
- Koblitskaya A. F. (1981): A key of young freshwater fishes. Legkaya i pishchevaya promyshlennost. Moskva. 208 p. (in Russian).
- Kouřil J., Berka R. (1981): Culture of the European Wels and the largemouth bass. Stud. inform., ÚVTIZ, Živoč. Vyr. 80 p. (in Czech).
- Kryzhanovskiy S. G. (1949): Ecological and morphological regularities of development in Cyprinoidei and Siluroidei. Trudy Inst. morfol. zhivotn., 1: 5–332 (in Russian).
- Lange N. O., Dmitrieva E. N., Smirnova E. N., Penyaz M. (1974): Methods of studying the morphological and ecological peculiarities of fish development during the embryonic, larval and juvenile periods. In: Tipovye metodiki issledovaniya produktivnosti vidov ryb v predelakh ikh arealov, Vilnius: 56–71 (in Russian).
- Lange N. O., Dmitrieva E. N., Peseridi, N. E., Islamgazieva, R. B. (1977): Peculiarities of development of young Teleostei in the River Ural. Moskva, Nauka. 112 p. (in Russian).
- Mareš J. (1996): Biological and technological aspects of intensive rearing of the European Wels (*Silurus glanis* L.). [PhD Dissertation.] Brno. 153 p. – Mendel University of Agriculture and Forestry (in Czech).
- Mareš J., Kouřil J. (1988): Rearing of the European Wels early fry in troughs (Review). Bull. VÚRH Vodňany, 24: 20–27 (in Czech).
- Mihálik J. (1968): The European Wels. Praha, SZN. 132 p. (in Czech).
- Oliva O. (1963): Cyclostomata and Teleostei of Bohemia. [PhD Dissertation.] Praha, Zool. ústav UK. 584 p. (in Czech).
- Příkryl L., Hamáčková J., Kouřil J. (1990): Rearing of carp fry in early stages under experimental conditions. I. Analysis of the growth rate. Bul. VÚRH Vodňany, 26: 3–13 (in Czech).
- Schlumberger O., Proteau J. P., Grevet B., Arnal A. (1995): Alimentation des juvéniles de *Silurus glanis* en élevage intensif. Aquat. Liv. Res., 8: 347–350.
- Szlamińska M. (1986): Rearing of European catfish in heated water. Gosp. Ryb., 38: 13 (in Polish).
- Vojnárovič E. (1954): Hatching and development of the European Wels fry. Čs. Rybář., 3: 41–42 (in Czech).
- Wiesniewolski, W. (1989): Zuchtmöglichkeiten des Welses in Teichen in Polen. Roczn. Nauk Roln., Ser. H., 102: 131–167.

Wolnicki, J. (1995): Estimation of the suitability of commercial feeds and *Artemia* cysts in controlled rearing of European catfish, *Silurus glanis* L. larvae. *Kom. Rybac.*, 24: 12–14 (in Polish).

Wolnicki, J., Starzonek I. (1996): Possibilities of using trout starters and *Artemia* cysts in controlled rearing of Euro-

pean catfish (*Silurus glanis* L.) larvae. *Kom. Rybac.*, 30: 21–24 (in Polish).

Received for publication on May 26, 1998

Accepted for publication on September 7, 1998

Contact Address:

Ing. Miroslav Prokeš, CSc., Ústav biologie obratlovců AV ČR, Květná 8, 603 65 Brno, Česká republika, tel.: 05/43 32 13 06, fax: 05/43 21 13 46, e-mail: prokes@brno.cas.cz

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

Current Contents

na disketách

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

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

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojnásobem:

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

Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu
– odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce
– vytištění rešerše – 1 Kč za 1 stranu A4
– žadanky o separát – 1 Kč za 1 kus
– poštovné + režijní poplatek 15 %

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

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

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

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna

Dr. Bartošová

Slezská 7

120 56 Praha 2

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

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

ANALÝZA KVALITY JATEČNÉHO TĚLA SYNŮ PLEMENNÝCH BÝKŮ MASNÝCH PLEMEN

ANALYSIS OF CARCASS QUALITY IN SONS OF BREEDING BULLS OF MEAT BREEDS

J. Šubrt¹ J. Frelich² P. Polách¹ J. Voříšková²

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

²University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: The objective of the paper was to elucidate the carcass composition of beef bulls-products of commercial crossing between dams of Czech Pied cattle and 10 breeding bulls of five specialized meat breeds (AA – Aberdeen Angus, BA – Blonde d'Aquitaine, BBW – Belgian Blue-White, Ch – Charolais and Li – Limousine). Evaluation of the basic parameters of performance and carcass value in 107 bulls did not show any statistically significant differences ($P > 0.05$) between the groups of bulls in relation to commercial types of cattle fattened to the identical age of 500 days. But significant differences ($P < 0.05$) between the groups of bulls were determined by detailed dissection of sides and quarters of beef and butcher's cuts. There were significant differences ($P < 0.05$) in relative proportions of cuts from chuck (13.03–12.15%), round + rump (26.87–24.48%), flank with bones (3.71–4.35%) and flank (4.74–5.63%). Crossbreds after sires of BA breed had the highest proportion of prime cuts while the proportion of grade II meat was highest in the progeny after sires of breeds with intermediate body framework (Aa – 48.83%, Li – 48.13%). The highest total meat proportion was observed in group Li (80.07%) as a result of low bone proportion. Evaluation of the proportion of separable external fat indicated significant differences between the commercial types on the basis of hindquarter dissection (0.97–1.69%). Bulls after Li sires had the lowest proportion of bones in the side of beef – 18.24%. Bone proportions in the side of beef ranged from 19.21 to 19.69% in all the other commercial types of beef bulls. The meat/bone ratio can be considered as an important indicator: its value was 3.98–4.40 in the groups of slaughter bulls concerned.

Keywords: slaughter cattle; commercial crossing; meat breeds; carcass composition; carcass quality

ABSTRAKT: Cílem práce bylo přispět k objasnění poměrů ve skladbě jatečného těla vykrmovaných býků – produktů komerčního křížení matek českého strakatého skotu a 10 plemenných býků pěti specializovaných masných plemen (AA – aberdeen angus, BA – plavé akvitánské, BM – belgické modrobílé, Ch – charolais a Li – limousine). Při hodnocení základních ukazatelů výkrmnosti a jatečné hodnoty u 107 býků jsme nezjistili statisticky významné difference ($P > 0.05$) mezi skupinami býků podle užitkových typů skotu, vykrmovaných do shodného věku 500 dnů. Signifikantní rozdíly ($P < 0.05$) mezi skupinami býků jsme však stanovili při detailním bourání jatečných polovin, čtvrtí a výsekových částí. Významné difference ($P < 0.05$) byly zjištěny zejména při relativním zastoupení masa plece (13,03–12,15 %), masa kýty (26,87–24,48 %), masa z boku s kostí (3,71–4,35 %) a boku bez kosti (4,74–5,63 %). Nejvyšší podíl masa I. jakosti vykázali kříženci po otcích plemene BA (51,57 %), zatímco podíl masa II. jakosti byl stanoven u potomstva otců náležejících k plemenům se středním tělesným rámcem (AA – 48,83 %, Li – 48,13 %). Nejvyšší celkový podíl masa v důsledku nízkého zastoupení kostí měla skupina Li (80,07 %). Signifikantní rozdíly mezi užitkovými typy jsme při hodnocení podílu oddělitelného loje z povrchu těla zjistili pouze při bourání zadní jatečné čtvrti (0,97–1,69 %). Nejmenší zastoupení kostí v jatečné polovině měli býci po otcích Li – 18,24 %. U všech ostatních užitkových typů vykrmovaných býků se podíl kostí v jatečné polovině pohyboval v rozmezí od 19,21 do 19,69 %. Za významný ukazatel lze považovat poměr maso/kostí, který se u sledovaných skupin jatečných býků pohyboval na úrovni hodnot 3,98–4,40.

Klíčová slova: jatečný skot; komerční křížení; masná plemena; skladba jatečného těla; kvalita jatečného těla

ÚVOD

Křížení skotu s kombinovanou a mléčnou užitkovostí se specializovanými masnými plemeny je v neustálém zájmu chovatelů, jejichž zaměření je přímo ne-

bo i nepřímo soustředěno na produkci jatečného skotu. Výsledky ověřování vlivů specializovaných masných plemen na změny masné užitkovosti u kříženců jsou uvedeny v celé řadě domácích vědeckých prací. Převážná část autorů uvádí pozitivní vliv masných plemen

na zvýšení produkce masa a ukazatele jatečné hodnoty u kříženců první filiální generace (Teslík *et al.*, 1991, 1994; Antal, Bulla, 1993; Nosál, Čuboň, 1994; Šubrt, 1994, 1995; Voříšková *et al.*, 1995, 1998; Ponižil *et al.*, 1997; Frelich, Voříšková, 1997). Ze zahraničních publikací, poukazujících na zlepšování skladby jatečného těla kříženců s masnými plemeny, lze uvést zejména práce autorů Weiher *et al.* (1991) a Mandell *et al.* (1997a, b).

Voříšková *et al.* (1995) uvádějí u býků-kříženců českého strakatého skotu s masnými plemeny, vykrmovaných do hmotnosti 500 dnů, nejvyšší jatečnou výtěžnost u potomstva otců plavého akvitánského plemene. Hodnota jatečné výtěžnosti byla o 2 % vyšší (59,6 %) než zjištěná výtěžnost u kontrolní skupiny plemene C. Intermediální hodnoty jatečné výtěžnosti autoři prokázali u jatečných býků C x Li a C x Ch. Při použití plavého akvitánského plemene k produkci masných užitkových typů vykrmovaných do vyšší porážkové hmotnosti stanovil nejvyšší hodnotu jatečné výtěžnosti a procentuální výtěžnost masa z jatečně opracovaného těla i Šubrt (1995). Nejvyšší podíl masa první jakosti (maso kýty, roštěnce, plece a svičkové) však vykázala skupina po otcích plemene Li, což koresponduje i s vý-

MATERIÁL A METODA

Hodnocení masné užitkovosti bylo provedeno ve spolupráci s Českým svazem chovatelů masného skotu u býků, kteří byli vykrmováni ve shodných chovatelských podmínkách v testovací stanici skotu masných plemen v Zemědělském podniku Úsovsko, a. s., v letech 1996–1997. Zástavová zvířata byla podle původu vykoupena ze zemědělských podniků a farem na Moravě a v podmínkách stanice vykrmována do věku 500 dnů. Jedná se o křížence masných plemen první filiální generace s českým strakatým skotem.

V následujícím přehledu je uvedena struktura a značení sledovaných skupin býků, včetně jejich původu po otci. Ve třech skupinách analyzovaných jatečných zvířat je zahrnuto potomstvo pouze po jednom plemenném býkovi, což do určité míry nepříznivě ovlivňuje vypovídací schopnost výsledků analýz v jednotlivých skupinách. Z toho důvodu je třeba publikované výsledky chápat jako analýzu potomstva jednoho ročníku plemenných býků, která je příspěvkem ke komplexnímu zhodnocení vlivu specializovaných plemen na masnou užitkovost kříženců s českým strakatým skotem první generace hybridizace.

Struktura a označení užitkových typů skotu

Ukazatel	Celkem	Plemenná příslušnost otce / označení skupiny				
		AA	BA	BM	Ch	Li
		a	b	c	d	e
Počet otců	10	1	2	1	5	1
Registr otců	-	ZAa 184	ZBa 192 ZBa 173	ZBm 169	ZCh 215 ZCh 243 ZCh 245 ZCh 236 ZCh 232	ZLi 197
Počet analyzovaných býků-potomků	107	11	20	11	55	10

sledky autorů Ponižil *et al.* (1987). Shodný pohled na využití plavého akvitánského plemene v křížení s domácí mateřskou populací strakatého skotu uvádí Páleník (1993). Obdobné závěry při realizaci jednoduchého užitkového křížení masných plemen se slovenským strakatým skotem publikovali Nosál a Čuboň (1994).

Voříšková *et al.* (1998) uvádějí při použití šesti otcovských plemen a výkrmu jejich potomstva do věku 500 dnů nejvyšší jatečnou výtěžnost u býků po otcích belgického modrobílého plemene (60,37 %) a výtěžnost celkového množství masa z pravé jatečné poloviny u kříženců s akvitánským plemem (77,74 %). Mezi vykrmovaným samcím potomstvem po otcích plemen se středním tělesným rámcem a otcích plemen s velkým tělesným rámcem se difference v celkové produkci masa, v důsledku odlišné úrovně tvorby tuku, pohybovala na úrovni 3 %. Příznivý poměr masa I. a II. jakosti v jatečně opracovaném těle uvádějí Šubrt (1995) a u českého strakatého skotu Teslík *et al.* (1995).

Jatečné a technologické analýzy byly prováděny v podmínkách Masokombinátu Polička, a. s., v průběhu roku 1997. Po porážce byla provedena klasifikace zmasilosti a průtlačení teplých jatečných těl s cílem jejich zařazení do kvalitativních tříd pro zpeněžení jatečného skotu. K matematicko-statistickému zhodnocení zmasilosti byly třídy převedeny na tyto kódy: třída E = 1, třída A = 2, třída B = 3, třída C = 4. Kódy pro hodnocení tukového krytí jatečných těl odpovídají jakostní třídě 1 až 3.

U poražených zvířat byla po 24hodinovém odvěšení jatečně opracovaného těla stanovena technologická hodnota pravé jatečné poloviny. U jatečných polovin byla provedena detailní disekce na jednotlivé výsekové části. Následně byla každá výseková část jatečné poloviny bourána až na tělesné tkáň – maso (svalovina s vnitrosvalovým a mezisvalovým tukem), povrchový (oddělitelný) tuk a kosti. Kostí byly rozříděny do skupiny kostí technických (kosti pletence hrudního a pá-

nevního a žebra) a kostí masitých (kosti osového skeletu – páteře). Dále byly vyhodnoceny absolutní hodnoty hmotnosti jednotlivých výsekových částí a tělesných tkání a výtěžnostní poměry v přední a zadní jatečně čtvrti a pravé jatečně polovině. Získaná data byla vyhodnocena matematicko-statistickými metodami programu UNISTAT. K testaci diferencí mezi úrovní znaků v celém souboru skupin bylo použito neparametrického Kruskal-Wallisova testu s detailní analýzou diferencí mezi jednotlivými skupinami pomocí vícenásobného porovnání pro *t*-rozdělení a s použitím Dunnetova testu s korekcí standardní odchylky podle pořadí.

Statistická významnost byla testována při 95% pravděpodobnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Nejvyšší živou hmotnost na konci testovacího období, tj. ve věku 500 dnů, měli býci s polovičním podílem plemene charolais – 566 kg, což úzce souvisí s jejich nejvyšší celoživotní růstovou intenzitou (1 049 g) a druhou nejvyšší intenzitou růstu po dobu vlastního testu (1 139 g). Nevýznamně vyšší průměrný denní pří-

I. Základní charakteristika užitkových typů býků – Basic characteristics of commercial types of bulls

Ukazatel / Statistická data ¹		Plemenná příslušnost otce / Označení skupin ²				
		AA	BA	BM	Ch	Li
		a	b	c	d	E
Porážková hmotnost ³ (kg)	\bar{x}	544	555	548	566	533
	<i>s</i>	41,92	62,08	42,02	44,55	43,68
	V (%)	7,70	11,18	7,67	7,87	8,20
Průměrný denní přírůstek od narození do konce testu ⁴ (g)	\bar{x}	1 006	1 032	1 013	1 049	981
	<i>s</i>	80,43	126,22	85,24	89,60	85,09
	V (%)	7,99	12,23	8,41	8,54	8,68
Průměrný denní přírůstek v testu ⁵ (g)	\bar{x}	1 094	1 150	1 058	1 139	1 051
	<i>s</i>	85,28	141,49	85,95	101,98	78,16
	V (%)	7,80	12,31	8,12	8,95	7,43
Hmotnost teplého jatečně opracovaného těla ⁶ (kg)	\bar{x}	318,14	324,77	318,08	329,58	311,05
	<i>s</i>	27,14	37,08	25,21	25,75	26,51
	V (%)	8,64	11,42	7,93	7,81	8,51
Netto přírůstek ⁷ (g)	\bar{x}	627	651	635	657	620
	<i>s</i>	52,71	75,81	51,30	52,03	52,53
	V (%)	8,41	11,65	8,08	7,92	8,47
Jatečná výtěžnost ⁸ (%)	\bar{x}	57,68	58,52	58,09	58,21	58,49
	<i>s</i>	1,0886	1,1900	0,9204	1,0854	1,6836
	V (%)	1,89	2,03	1,58	1,86	2,88
Hodnocení konformace jatečného těla ⁹ *	\bar{x}	2,00	1,80	1,64	1,62	1,70
	<i>s</i>	0,0000	0,4104	0,5045	0,4903	0,4830
	V (%)	0,00	22,80	30,83	30,30	28,41
Hodnocení tukového krytí jatečného těla ¹⁰ *	\bar{x}	1,36	1,35	1,36	1,56	1,30
	<i>s</i>	0,5045	0,4894	0,5045	0,5005	0,4830
	V (%)	37,00	36,25	37,00	32,01	37,16
Ledvinový lůj ¹¹ (%)	\bar{x}	1,39	0,96	1,09	1,18	1,21
	<i>s</i>	0,5153	0,3667	0,4505	0,3939	0,3299
	V (%)	37,16	38,02	41,42	33,27	27,25
Poměr předních a zadních jatečných čtvrtí ¹²	\bar{x}	0,90	0,90	0,89	0,88	0,89
	<i>s</i>	0,0493	0,0389	0,0486	0,0646	0,0537
	V (%)	5,46	4,32	5,43	7,31	6,03
Poměr hmotnost JOT/délka JOT ¹³ (kg.cm ⁻¹)	\bar{x}	1,23	1,27	1,23	1,29	1,23
	<i>s</i>	0,0830	0,1064	0,0699	0,0707	0,10
	V (%)	6,77	8,39	5,69	5,50	8,42

a, b, c, d = $P < 0,05$

* Hodnocení zmasilosti a protučnění jatečného těla je uvedeno v metodice práce – Evaluation of carcass meatiness and fat content is described in the section Method

¹parameter / statistical data, ²sire breed / group designation, ³slaughter weight, ⁴average daily weight gain from birth to test end, ⁵average daily weight gain in test, ⁶weight of warm dressed carcass, ⁷net weight gain, ⁸dressing percentage, ⁹evaluation of carcass conformation, ¹⁰evaluation of carcass external fat, ¹¹kidney fat, ¹²forequarter to hindquarter ratio, ¹³DC weight to DC length ratio

růstek za dobu testace byl zjištěn u býků s podílem plemene BA (1 150 g). Vyrkrmování býci se shodným podílem specializovaných masných plemen středního tělesného rámce (Li, AA, BM) vykázali v porovnání s plemeny velkého tělesného rámce (Ch a BA) nižší průměrnou denní intenzitou růstu od narození do 500 dnů věku. S uvedenou růstovou intenzitou souvisí i hmotnost teplého jatečně opracovaného těla (tab. I). Statisticky nesignifikantní rozdíly v tomto ukazateli jsme stanovili mezi skupinami po otcích s velkým tělesným rámcem (Ch a BA). Nesignifikantní rozdíly průměrů vykázaly i skupiny býků v rámci otcovských plemen se středním tělesným rámcem. Hmotnost jatečně opracovaného těla u skupiny s podílem Ch přesáhla 325 kg, zatímco u ostatních užitkových typů byla v rozmezí 311 až 324 kg. S hmotností jatečně opracovaného těla a intenzitou růstu skotu souvisí i výše netto přírůstu

(nejvyšší hodnota u Ch – 657 g a nejnižší hodnota u Li – 620 g).

Odlíšné a převážně očekávané výsledky jsme zjistili při hodnocení vývoje jatečné výtěžnosti. Býci s podílem plemene Li se v tomto významném ukazateli řadí mezi skupiny s nejlepšími výsledky. S výjimkou skupiny s podílem plemene AA (57,68 %) vykázali všechny užitkové typy hodnoty přesahující 58 %. Obdobné výsledky zjištěné v testovací stanici býků publikovali Voříšková *et al.* (1995) a Frelich, Voříšková (1997). Výjimku představuje potomstvo po býcích plemene BA, u kterého autoři první citované práce uvádějí jatečnou výtěžnost významně vyšší (59,6 %). Rovněž Šubrt (1995) hodnotil potomstvo první generace křížení českého strakatého skotu s býky plemene BA v jatečné výtěžnosti nejvýše. Součástí tab. I je hodnocení zmasilosti (konformace) a protučnění jatečného těla. Nejlépe byly

II. Bourárenská kvalita přední jatečné čtvrti (PČ) – Butcher's quality of the forequarter (PČ)

Ukazatel / Statistická data ¹			Plemenná příslušnost otce / Označení skupin ²				
			AA	BA	BM	Ch	Li
			a	b	c	d	E
Vykostěná plec ³	% PČ	\bar{x}	12,15 ^h	13,03 ^d	12,96	12,52	12,27
		<i>s</i>	0,5913	0,7600	0,9101	0,6571	0,6200
		V (%)	4,87	5,83	7,02	5,25	5,05
Přední kliška ⁴	% PČ	\bar{x}	4,94 ^{bc}	5,07 ^{bc}	5,06 ^{cd}	4,77 ^c	4,49 ^b
		<i>s</i>	0,4406	0,5916	0,5246	0,4392	0,3409
		V (%)	8,90	11,67	10,36	9,19	7,58
Vykostěné žebro ⁵	% PČ	\bar{x}	10,29	9,37	10,08	9,57	9,41
		<i>s</i>	1,0797	0,6949	0,5743	0,7547	0,9470
		V (%)	10,50	7,42	5,70	7,89	10,06
Vykostěné podlečří a vysoký roštěnec ⁶	% PČ	\bar{x}	6,88	6,86	6,73	6,92	7,25
		<i>s</i>	0,6570	0,8090	0,6337	0,7810	0,5163
		V (%)	9,56	11,80	9,41	11,28	7,12
Vykostěný krk a špička krku ⁷	% PČ	\bar{x}	7,46	7,64	7,15	7,45	8,22
		<i>s</i>	0,7852	0,6197	0,8131	0,9683	1,2622
		V (%)	10,53	8,12	11,37	12,99	15,36
Oddělitelný lůj ⁸	% PČ	\bar{x}	0,93	0,79	0,72	0,96	0,76
		<i>s</i>	0,4191	0,5655	0,2575	0,3669	0,2463
		V (%)	44,91	71,39	35,77	38,22	32,41
Kosti technické ⁹	% PČ	\bar{x}	6,07	5,95 ^d	6,11	6,22 ^{bc}	4,60 ^d
		<i>s</i>	0,2938	0,3584	0,2620	0,9971	0,4397
		V (%)	4,84	6,02	4,29	16,01	9,56
Kosti masité ¹⁰	% PČ	\bar{x}	3,24	3,43	3,18	3,21	2,96
		<i>s</i>	0,6956	0,6516	0,3014	0,4872	0,2266
		V (%)	21,46	18,98	9,48	15,17	7,65
Poměr masitých a technických kostí ¹¹	- PČ	\bar{x}	0,85	0,88	0,81	0,82	0,80
		<i>s</i>	0,2074	0,1736	0,0969	0,1506	0,1309
		V (%)	24,52	19,70	11,91	18,30	16,46

a, b, c, d = $P < 0,05$

¹parameter / statistical data, ²sire breed / group designation, ³deboned chuck, ⁴fore shank, ⁵deboned ribs, ⁶deboned fore ribs and short loin, ⁷deboned neck and neck tip, ⁸separable fat, ⁹technical bones, ¹⁰butcher's bones, ¹¹butcher's bones to technical bones ratio

hodnoceny jatečné poloviny potomstva po plemenicích Ch a BM – část jatečných těl byla zatříděna do jakostní třídy E, zatímco u skupiny AA byla všechna jatečná těla zařazena do třídy A. Za zajímavé zjištění lze považovat nejnižší tukové krytí jatečných polovin u býků skupiny Li a vyšší u skupiny Ch, zatímco horší hodnocení z pohledu tvorby povrchového (podkožního) tuku u skupiny AA se dalo předpokládat.

Za významnější lze považovat analýzy jednotlivých jatečných čtvrtí testovaných zvířat. V tab. II jsou uvedeny výsledky bourání předních jatečných čtvrtí býků. Percentuální zastoupení masa z plece (vykostěná plec) se u jednotlivých užitkových typů pohybuje od 12,15 do 13,03 %, s nejvyšší hodnotou u potomků po otcích plemene BA. Nejnižší podíl masa z plece z pravé jatečné poloviny jsme stanovili u býků s podílem plemen AA a Li. Za zajímavé lze považovat zjištění, že vyšší podíl masa ze žebra (> 10 %) byl zjištěn převážně u potomstva po otcích plemen se středním tělesným rámcem – AA (10,29 %) a BM (10,08 %).

Vykostěné výsekové části podplečí a vysoký roštěnec byly hodnoceny jako jedna část – podíl se pohyboval v průměru skupin od 6,73 % (BM) do 7,25 % (Li), bez významných rozdílů mezi skupinami tříděnými podle otcovských plemen. U býků s podílem plemene BM byl zjištěn nejmenší podíl masa z krku (7,15 %), zatímco významně nejvyšší hodnota tohoto ukazatele byla stanovena u skupiny Li (8,22 %), i když u býků po otcích Li byla rovněž nejvyšší variabilita znaku ($v = 15,36\%$). Nejvyšší procentuální podíl masa z krku, podplečí a vysokého roštěnce u skupiny po otcích plemene Li ve značné míře souvisí i s jeho raností.

Podíl povrchového (oddělitelného) loje z jatečné čtvrti byl u všech skupin býků nízký a rozdíly mezi skupinami byly statisticky nevýznamné.

Celkové množství kostí bylo rozděleno na kosti technické (kosti hrudního pletence a žebra) a kosti masité (kosti páteře). Relativně nejvyšší hmotnost kostí hrudní končetiny a žeber z přední jatečné čtvrti jsme zjistili u skupiny Ch a BM (6,22 % a 6,11 %). Velmi nízký podíl kostí technických jsme stanovili u skupiny Li (4,6 %). V porovnání s potomstvem po plemeni Ch vykazovala signifikantně příznivější procentuální podíl kostí hrudní končetiny a žeber i skupina BA (5,95 %), která však měla v přední jatečné čtvrti relativně nejtěžší kosti páteře (3,43 %), zatímco při porovnání otcovských typů plemen velkého rámce bylo potomstvo po otcích Ch (3,21 %) hodnoceno lépe. Nejnižší hodnoty podílu masitých kostí jsme opět prokázali u skupiny Li (2,96 %). Nízký podíl technických a masitých kostí svědčí o nejjemnější kostře přední jatečné čtvrti limousinského skotu v celém hodnoceném souboru skupin masných užitkových typů skotu.

Největší podíl masa z kýty (tab. III) byl prokázán u skupiny BM (26,87 %) a naopak nejnižší u býků AA (24,48 %). Dobrou zmasilost kýty jsme zjistili i u potomstva po otcích plemen BA (26,71 %) a Li (26,61 %). Statisticky významné diference u procentuálního zastoupení svíčkové byly zjištěny jen ve skupinách AA a BA,

AA a BM. Absolutní množství vykostěného roštěnce se v rámci skupin pohybovalo od 7,72 kg (AA) do 7,41 kg (BM). Nejvyšší podíl roštěnce vykazaly shodně skupiny AA (4,83 %) a Li (4,81 %), zatímco nejnižší podíl jsme zaznamenali u skupiny Ch (4,58 %).

Skupina testovaných býků po otci AA měla v jatečné polovině nejvyšší podíl masa z boku s kostí a boku bez kosti (4,35 %; 5,63 %), což ukazuje na větší hloubkové rozměry těla tohoto užitkového typu. Téměř shodné hodnoty výše hodnocených částí jsme stanovili i u potomstva po otci Li (4,33 %; 5,09 %). Úroveň zastoupení nízkého roštěnce, masa z boku s kostí a boku bez kosti u skupin AA a Li ve srovnání s potomstvem po otcích masných plemen Ch, BA a BM ukazuje na větší osvalení středotrupí.

Býci skupiny AA však vykazali ve srovnání s převážnou částí ostatních sledovaných skupin signifikantně vyšší množství oddělitelného (povrchového) loje (2,71 kg, 1,70 %).

Při hodnocení zastoupení masitých a technických kostí v zadní jatečné čtvrti jsme mezi sledovanými skupinami býků nezjistili statisticky významné diference. Jsou zde však naznačeny tendence vývoje tvorby kostí jako při hodnocení bourárenské kvality přední jatečné čtvrti. Podíl kostí technických (skelet pánevní končetiny a žebra boku s kostí) byl v hranicích od 6,19 % (Li) do 6,99 % (Ch). Kategorie testovaných býků po otcích AA patřila mezi skupiny s nejvyšším podílem kostí technických (6,97 %) i masitých (2,63 %). Nejnižší zastoupení kostí masitých jsme zaznamenali u býků skupiny BM (2,35 %) a Li (2,42 %). Při hodnocení potomstva po býcích masných plemen náležejících k typům s velkým tělesným rámcem (Ch, BA) byl stanoven nevýznamně nižší podíl kostí technických i masitých u skupiny BA (6,86 %; 2,53 %). Mezi užitkové typy s nejpříznivějším podílem technických i masitých kostí patří potomstvo po plemeníkovi ZLi 197 (6,19 %; 2,42 %).

V tab. IV a V jsou sumarizovány výtěžnostní poměry masa a kostí v jatečné polovině testovaných býků. Nevýznamně nejvyšší podíl masa I. jakosti z přední jatečné čtvrti (plec) jsme zaznamenali u býků skupiny BA (6,69 %), zatímco při hodnocení vývoje daného znaku v zadní jatečné čtvrti byla nejlepší skupina BM (25,64 %). V zastoupení masa I. jakosti v zadní jatečné čtvrti byla pozitivně hodnocena i skupina Li (25,38 %). Nejnižší relativní hodnoty tohoto ukazatele jsme zjistili jak u předních, tak u zadních jatečných čtvrtí u býků skupiny AA (5,96 %; 23,29 %), což se projevilo v celkově nižším podílu masa I. jakosti v jatečné polovině (29,25 %). V celkové výtěžnosti masa I. jakosti bylo nejlépe hodnoceno potomstvo ve skupinách BM (32,23 %) a Li (31,94 %). Z potomstva po otcích masných plemen s velkým tělesným rámcem se této úrovni výsledků nejvíce přibližuje skupina BA – 31,78 %. Obdobné rozpětí hodnot podílu masa I. jakosti, které byly získány při výkrmu býků do shodného věku uvádějí Voříšková *et al.* (1998). Vyšší hodnoty výtěžnosti masa I. jakosti u kříženců slovenského strakatého skotu uvádějí

III. Bourárenská kvalita zadní jatečné čtvrti (ZČ) – Butcher's quality of the hindquarter (ZČ)

Ukazatel / Statistická data ¹			Plemenná příslušnost otce / Označení skupin ²				
			AA	BA	BM	Ch	Li
			a	b	c	d	E
Vykostěná kýta ³	% ZČ	\bar{x}	24,48 ^{bcde}	26,71 ^a	26,87 ^a	26,22 ^a	26,61 ^a
		<i>s</i>	1,1316	0,9606	0,5925	0,9829	0,8897
		V (%)	4,62	3,60	2,20	3,75	3,34
Zadní kliška ⁴	% ZČ	\bar{x}	2,52 ^b	2,77 ^{ac}	2,68	2,73	2,48 ^b
		<i>s</i>	0,2235	0,1958	0,1436	0,1834	0,3121
		V (%)	8,87	7,05	5,35	6,71	12,54
Svíčková ⁵	% ZČ	\bar{x}	1,45 ^{bc}	1,65 ^a	1,66 ^a	1,58	1,62
		<i>s</i>	0,1506	0,1298	0,1560	0,1287	0,1587
		V (%)	10,36	7,86	9,37	8,16	9,78
Vykostěný roštěnec ⁶	% ZČ	\bar{x}	4,83	4,69	4,66	4,58	4,81
		<i>s</i>	0,5542	0,4772	0,4439	0,3989	0,4063
		V (%)	11,48	10,18	9,52	8,71	8,45
Vykostěný bok s kostí ⁷	% ZČ	\bar{x}	4,35 ^{bc}	3,72 ^a	3,71 ^a	4,01	4,33
		<i>s</i>	0,5159	0,4857	0,4854	0,5778	0,6988
		V (%)	11,85	13,03	13,06	14,40	16,13
Bok bez kostí ⁸	% ZČ	\bar{x}	5,63 ^{bcd}	4,75 ^a	4,74 ^a	4,88 ^a	5,09
		<i>s</i>	0,3558	0,4399	0,3524	0,4626	0,4342
		V (%)	6,31	9,25	7,43	9,47	8,53
Oddělitelný lůj ⁹	% ZČ	\bar{x}	1,69 ^h	0,97 ^{ad}	1,36	1,56 ^b	1,24
		<i>s</i>	0,4554	0,2642	0,3880	0,5793	0,3663
		V (%)	26,86	27,06	28,54	36,97	29,63
Kosti technické (kosti pánevního pletence a žebra boku s kostí) ¹⁰	% ZČ	\bar{x}	6,97	6,87	6,86	6,99 ^e	6,19 ^d
		<i>s</i>	0,4631	0,6389	0,5196	0,3608	0,9169
		V (%)	6,64	9,30	7,57	5,16	14,80
Kosti masité (kosti osového skeletu) ¹¹	% ZČ	\bar{x}	2,63	2,53	2,35	2,56 ^e	2,42 ^d
		<i>s</i>	0,4119	0,3727	0,3559	0,4316	0,4061
		V (%)	15,69	14,73	15,15	16,83	16,74
Poměr masitých a technických kostí ¹²	ZČ	\bar{x}	0,38	0,37	0,34	0,37	0,40
		<i>s</i>	0,0670	0,0627	0,0392	0,0556	0,0890
		V (%)	17,71	16,92	11,48	15,17	22,30

a, b, c, d = $P < 0,05$

¹parameter / statistical data, ²sire breed / group designation, ³deboned rump and round, ⁴hind shank, ⁵sirloin, ⁶loin and sirloin, ⁷deboned flank with bones, ⁸flank, ⁹separable fat, ¹⁰technical bones (bones of pelvic girdle and ribs of flank with bones), ¹¹butcher's bones (bones of axial skeleton), ¹²butcher's bones to technical bones ratio

Nosál a Čuboň (1994). Hodnoty vyšší než 38% výtěžnosti masa I. jakosti u býků první filiální generace užitkového křížení českého strakatého skotu s plemenem Li, vykrmovaných do hmotnosti 600 kg, uvádí i Šubrt (1994).

Nejnižší výtěžnost masa II. jakosti jsme v jatečné polovině zjistili u skupiny po otci ZBm 169 (46,80%) a naopak nejvyšší zastoupení masa dané jakosti bylo zaznamenáno u býků náležející ke skupině AA – 48,84%. Blízké poměry masa I. a II. jakosti uvádí v závěrečných pokusného sledování shodných masných užitkových typů po jiných otcích Šubrt (1995).

Výše uvedeným výsledkům odpovídá i nejnižší výtěžnost celkového množství masa u skupiny AA (78,09%), zatímco u skupiny Li jsme v důsledku nízkého podílu kostí v jatečné polovině (18,24%) zjistili hodnotu nevýznamně převyšující 80%. Mezi průměrnými hodnotami skupin ve výtěžnosti masa však byly zjištěny v převážné míře signifikantní rozdíly, takže se nejedná pouze o vývojové tendence úrovně hodnot. I v produkci masa na 1 cm délky jatečné poloviny nebyly mezi skupinami stanoveny významnější rozdíly. Průměrné hodnoty skupin vykazaly rozpětí od 0,96 do 1,01, s nejvyšší hodnotou u býků skupiny Ch.

IV. Bourárenská kvalita jatečně opracované poloviny (JP) – maso – Butcher's quality of the dressed side of beef (JP) – cuts of meat

Ukazatel / Statistická data ¹			Plemenná příslušnost otce / Označení skupin ²				
			AA	BA	BM	Ch	Li
			a	b	c	d	E
Maso I. jakosti z přední čtvrti ³	% JP	\bar{x}	5,96 ^b	6,69 ^a	6,59	6,49	6,56
		<i>s</i>	0,5329	0,3335	0,4890	0,4299	0,4400
		V (%)	8,93	4,98	7,43	6,62	6,78
Maso I. jakosti ze zadní čtvrti ⁴	% JP	\bar{x}	23,29 ^{bcd}	25,08 ^a	25,64 ^{ad}	24,57 ^c	25,38 ^a
		<i>s</i>	1,3277	1,1672	0,8336	1,0140	1,2500
		V (%)	5,70	4,65	3,25	4,13	4,91
Maso I. jakosti celkem ⁵	kg	\bar{x}	46,77 ^{hd}	51,57 ^a	51,19	51,46 ^a	49,58
		<i>s</i>	3,1566	6,2363	3,0277	3,3171	3,6200
		V (%)	6,75	12,09	5,91	6,45	7,3000
	% JP	\bar{x}	29,25 ^{bcd}	31,78 ^a	32,23 ^{ad}	31,06 ^c	31,94 ^a
		<i>s</i>	1,4511	1,4110	0,9983	1,1478	1,5500
		V (%)	4,96	4,44	3,10	3,70	4,86
Maso II. jakosti z přední čtvrti ⁶	% JP	\bar{x}	30,96	30,31	30,46	30,12	30,71
		<i>s</i>	1,5225	1,1739	1,3241	1,4004	1,5900
		V (%)	4,92	3,87	4,35	4,65	5,19
Maso II. jakosti ze zadní čtvrti ⁷	% JP	\bar{x}	17,88	16,77	16,34	17,08	17,42
		<i>s</i>	1,4387	1,2119	1,1037	1,1405	1,1900
		V (%)	8,05	7,23	6,75	6,68	6,82
Maso II. jakosti celkem ⁸	kg	\bar{x}	78,37	76,55	74,41	78,32	75,13
		<i>s</i>	8,5228	9,8474	5,8679	6,6359	9,9100
		V (%)	10,87	12,86	7,89	8,47	13,20
	% JP	\bar{x}	48,83 ^c	47,08	46,79 ^a	47,20	48,13
		<i>s</i>	2,2818	1,7549	1,3918	1,5673	1,5100
		V (%)	4,67	3,73	2,97	3,32	3,13
Maso celkem ⁹	kg	\bar{x}	125,15	128,12	125,60	129,78	124,71
		<i>s</i>	10,6875	15,4532	8,3068	9,1783	13,2400
		V (%)	8,54	12,06	6,61	7,07	10,62
	% JP	\bar{x}	78,09 ^c	78,86	79,03	78,25 ^c	80,07 ^{ad}
		<i>s</i>	1,6666	1,3219	1,0721	1,2269	1,2300
		V (%)	2,13	1,68	1,36	1,57	1,54
Poměr masa I. a II. kvality ¹⁰	JP	\bar{x}	0,60 ^{bc}	0,67 ^a	0,68 ^a	0,66	0,66
		<i>s</i>	0,0532	0,0495	0,0378	0,0422	0,0486
		V (%)	8,85	7,31	5,48	6,41	7,32
Poměr hmotnosti masa a délky jatečného těla ¹¹	kg.cm ⁻¹	\bar{x}	0,96	1,00	0,97	1,01	0,99
		<i>s</i>	0,0754	0,0901	0,0606	0,0568	0,0902
		V (%)	7,86	9,01	6,24	5,65	9,14

a, b, c, d = $P < 0,05$

¹parameter / statistical data, ²sire breed / group designation, ³meat of prime cuts from forequarter, ⁴meat of prime cuts from hindquarter, ⁵meat of prime cuts in total, ⁶grade II meat from forequarter, ⁷grade II meat from hindquarter, ⁸grade II meat in total, ⁹meat in total, ¹⁰prime cuts to grade II meat ratio, ¹¹meat weight to carcass length ratio

Rozdíly v průměrech skupin jsme zjistili i při hodnocení výtěžnosti kostí technických a masitých i celkového množství kostí v jatečném těle. Nejjemnější kostru vykázali býci s podílem plemene Li (18,24 %), zatímco rozdíly v zastoupení celkového množství kostí u ostatních skupin byly statisticky nevýznamné a hodnoty se pohybovaly v hranicích od 19,21 do 19,69 %.

Z předcházejících údajů vyplývá, že nejpříznivější poměr masa a kostí byl zjištěn u potomstva ve skupině Li (4,41), přičemž všechny skupiny hodnocených masných užitkových typů skotu s výjimkou skupiny AA (3,99 %) vykázaly vyšší poměr než 4,00 %. Rozpětí uvedených výsledků odpovídá publikovaným hodnotám u shodných užitkových typů skotu, avšak s využí-

Ukazatel / Statistická data ¹			Plemenná příslušnost otce / Označení skupin ²				
			AA	BA	BM	Ch	Li
			a	b	c	d	E
Kosti technické (kosti hrudního a pánevního pletence a žebra) ³	kg	\bar{x}	15,56	15,88	15,60	16,44 ^c	13,86 ^d
		<i>s</i>	0,9190	1,4788	0,9306	1,5285	2,0100
		V (%)	5,90	9,31	5,97	9,29	14,48
	% JP	\bar{x}	9,74	9,84	9,84	9,91 ^c	8,90 ^d
		<i>s</i>	0,5644	0,8531	0,6922	0,5818	1,0100
		V (%)	5,79	8,67	7,03	5,87	11,29
Kosti masité (kosti osového skeletu) ⁴	kg	\bar{x}	15,94	15,87	14,90	16,03 ^c	14,48 ^d
		<i>s</i>	2,1348	1,9549	1,3400	1,6366	1,2800
		V (%)	13,40	12,32	8,99	10,21	8,85
	% JP	\bar{x}	9,94	9,79	9,37	9,66	9,33
		<i>s</i>	1,0637	0,6979	0,5497	0,6823	0,6800
		V (%)	10,69	7,13	5,87	7,06	7,24
Kosti celkem ⁵	kg	\bar{x}	31,50	31,75	30,50	32,48 ^c	28,34 ^d
		<i>s</i>	2,6530	3,0589	2,1198	2,7693	2,7500
		V (%)	8,42	9,63	6,95	8,53	9,70
	% JP	\bar{x}	19,69 ^c	19,63 ^c	19,21	19,58 ^c	18,24 ^{abd}
		<i>s</i>	1,2350	1,1222	1,0963	0,8732	1,1900
		V (%)	6,27	5,72	5,71	4,46	6,54
Poměr masitých a technických kostí ⁶	JP	\bar{x}	1,02	1,00	0,95	0,98	1,06
		<i>s</i>	0,1298	0,1094	0,0602	0,0908	0,1301
		V (%)	12,68	10,92	6,30	9,28	12,29
Poměr maso/kosti ⁷	JP	\bar{x}	3,98 ^c	4,03	4,13	4,00 ^c	4,40 nd
		<i>s</i>	0,3524	0,2738	0,2863	0,2262	0,34
		V (%)	8,84	6,79	6,93	5,65	7,64
Oddělitelný lůj ⁸	kg	\bar{x}	3,53 ^{bc}	2,48 nd	2,81	3,54 ^{bc}	2,65 nd
		<i>s</i>	1,1944	1,3497	0,7259	1,3846	0,8300
		V (%)	33,77	54,42	25,84	39,03	31,18
	% JP	\bar{x}	2,21 ^{bc}	1,49 nd	1,76	2,13 ^h	1,68 ^a
		<i>s</i>	0,7472	0,6717	0,4168	0,7852	0,4500
		V (%)	33,74	44,85	23,68	36,77	26,5100
Poměr maso + lůj/kosti ⁹	JP	\bar{x}	4,09 ^c	4,10 ^c	4,22	4,11 ^c	4,50 ^{abd}
		<i>s</i>	0,3408	0,2760	0,2970	0,2240	0,3400
		V (%)	8,32	6,72	7,04	5,44	7,66

a, b, c, d = $P < 0,05$

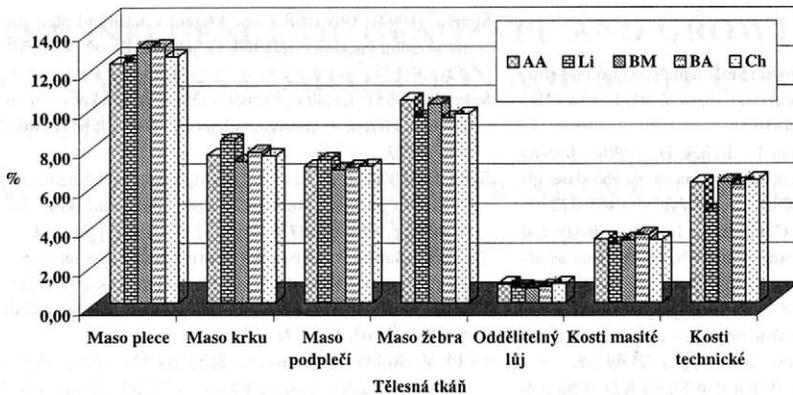
¹parameter / statistical data, ²sire breed / group designation, ³technical bones (bones of pectoral, pelvic girdles and ribs), ⁴butcher's bones (bones of axial skeleton), ⁵bones in total, ⁶butcher's bones to technical bones ratio, ⁷meat to bones ratio, ⁸separable fat, ⁹meat + fat/bones ratio

tím jiných plemenných býků k produkci potomstva (Voříšková *et al.* (1998). Vyšší poměry maso/kosti jsou součástí závěrů studií vývoje masné užitkovosti různých užitkových typů skotu (Teslík *et al.*, 1996; Bartoň *et al.*, 1996; Suchánek *et al.*, 1990).

Nejmenší povrchové krytí jatečných polovin tukem jsme stanovili u skupin BA (2,48 kg a 1,49 %) a nejvyšší tvorbu povrchového tuku jsme zjistili shodně u býků typu Ch a AA (3,54 kg a 3,53 %, resp. 2,13 kg a 2,21 %). Stanovené relativní hodnoty oddělitelného

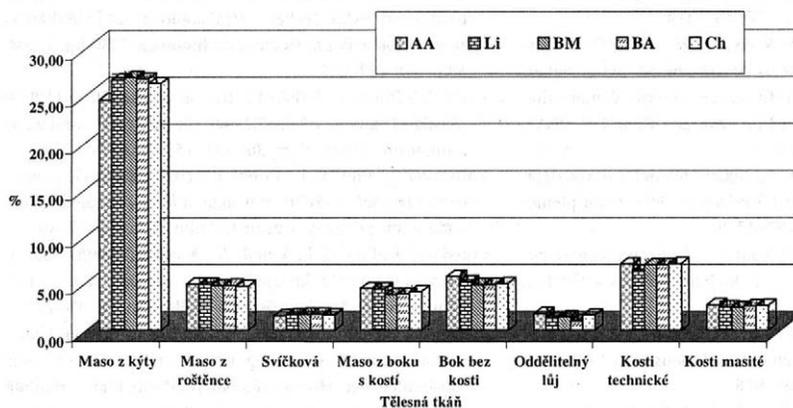
tuku při bourání jatečných polovin jsou významně vyšší, než které uvádí při výkrmu býků s nižší úrovní výživy Šubrt (1994). Tendence k vyšší tvorbě tuku při vyšší úrovni výživy jsou v souladu s výsledky, které u typů AA a Ch zjistili Coleman *et al.* (1993).

Při celkovém zhodnocení pořadí jednotlivých užitkových typů v rámci sledovaných skupin znaků jsme u zvolených ukazatelů výkrmnosti nejlépe hodnotili potomky po otcích Ch a BA, zatímco nejhůře byli hodnoceni býci po otcích plemen AA a Li. Potomstvo ve



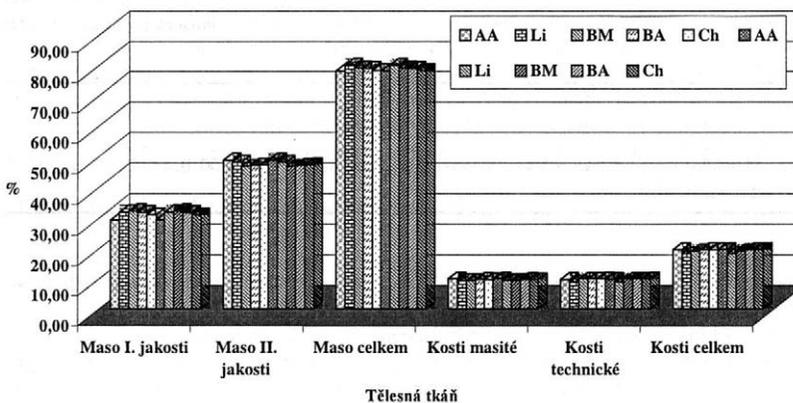
1. Výťažnostní poměry v přední jatečné čtvrti (přední čtvrt = 100 %) – Dressing percentage of the forequarter (forequarter = 100%)

Maso plece = cuts of chuck; Maso krku = cuts of neck; Maso podplečí = cuts of foreribs; Maso žebra = cuts of ribs; Oddělitelný lůj = separable fat; Kosti masité = butcher's bones; Kosti technické = technical bones; Tělesná tkáň = edible portion



2. Výťažnostní poměry v zadní jatečné čtvrti (zadní čtvrt = 100 %) – Dressing percentage of the hindquarter (hindquarter = 100%)

Maso z kýty = cuts of rump and round; Maso z roštěnce = cuts of short loin; Svíčková = sirloin; Maso z boku s kostí = cuts of flank with bones; Bok bez kostí = flank; Oddělitelný lůj = separable fat; Kosti technické = technical bones; Kosti masité = butcher's bones; Tělesná tkáň = edible portion



3. Výťažnostní poměry v jatečné polovině (jatečná polovina = 100 %) – Dressing percentage of the side of beef (side of beef = 100%)

Maso I. jakosti = prime cuts; Maso II. jakosti = grade II cuts; Maso celkem = meat cuts in total; Kosti masité = butcher's bones; Kosti technické = technical bones; Kosti celkem = bones in total; Tělesná tkáň = edible portion

skupině po otcích plemen Li a BM bylo však nejpříznivěji hodnoceno při bodové klasifikaci pořadí ve znacích bourárenské kvality jatečných polovin. Mezi nejhůře hodnocené samčí potomstvo při sledování pořadí v jednotlivých ukazatelích bourárenské kvality jatečných polovin patří překvapivě potomstvo plemenných

býků Ch a AA. Z prezentovaných výsledků je zřejmé, že volba optimálního užitkového typu je pro chovatele velmi složitá a bude o ní vedle plemenné hodnoty býků v masné užitkovosti rozhodovat zejména zpeněžování jatečných zvířat a požadavky zpracovatelských podniků na kvalitu a skladbu jatečných těl vykrmovaného skotu.

LITERATURA

- Antal J., Bulla J. (1993): Projekt šľachtenia slovenského strakatého plemena na intenzívnu mäsovú užitkovosť. *Náš Chov (Praha)*, 53 (1): 14–16.
- Bartoň L., Teslík V., Urban F., Řehák D. (1996): Jatečná hodnota býků českého strakatého a černostrakatého skotu při výkrmu do hmotnosti 620 kg. *Živoč. Vyr.*, 41: 467–472.
- Colleman S. W., Evans B. C., Guenther J. (1993): Body and carcass composition of Angus and Charolais steers as affected by age and nutrition. *Anim. Sci.*, 71: 88–95.
- Frelich J., Voříšková J. (1997): Výsledky výkrmnosti u býků-kříženců českého strakatého skotu a černostrakatého skotu s masnými plemeny. *Živoč. Vyr.*, 42: 49–58.
- Mandell I. B., Gullett E. A., Buchanan-Smith J. G., Campbell C. P. (1997): Effects of diet and slaughter endpoints on carcass composition and beef quality in Charolais cross steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 77: 403–414.
- Mandell I. B., Gullett E. A., Wilton J. W., Allen O. B., Osborne V. R. (1997): Effects of diet, breed and slaughter endpoints on growth performance, carcass composition and beef quality traits in Limousin and Charolais steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 77: 23–32.
- Nosáľ Č., Čuboň J. (1995): Produkcia mladého hovädzieho mäsa při využití užitkového kříženia s mäsovými plemenami. *Živoč. Vyr.*, 39: 467–473.
- Páleník V. (1993): Blonde d'Aquitaine – bezproblémové pody a masová užitkovosť při křížení. *Náš Chov (Praha)*, 53: 128–130.
- Ponížil A., Vrchlabský J., Golda J. (1987): Masná užitkovosť býků po otcích plemen charolais, limousine a české strakaté. *Živoč. Vyr.*, 32: 961–968.
- Suchánek B., Vrchlabský J., Štefunka F. (1990): Jatečná hodnota býků českého strakatého skotu. *Živoč. Vyr.*, 35: 595–601.
- Šubrt J. (1994): Vliv užitkového křížení s masnými plemeny na skladbu jatečného těla býků a jalovic. *Živoč. Vyr.*, 39: 321–330.
- Šubrt J. (1995): Kvalita jatečného těla a masa skotu z užitkového křížení s masnými plemeny. *Náš Chov (Praha)*, 55: 22–23.
- Šubrt J., Mikšík J., Polách P. (1996): Vliv úrovně netto přírůstku na jatečnou hodnotu českého strakatého skotu. *Živoč. Vyr.*, 41: 365–373.
- Teslík V., Bartoň L., Urban F. (1996): Jatečný a technologický rozbor jatečných půlek býků českého strakatého a černostrakatého skotu při ukončení výkrmu do hmotnosti 575 kg. *Živoč. Vyr.*, 41: 175–181.
- Teslík V., Bouška J., Bartoň L., Stípková M. (1994): Masná užitkovosť kříženců F₁ generace po býcích plemen aberdeen-angus a fleckvieh. *Živoč. Vyr.*, 39: 193–205.
- Teslík V., Urban F., Bouška J., Řehák D. (1995): Masná užitkovosť býků českého strakatého a černostrakatého skotu v intenzivním výkrmu do hmotnosti 530 kg. *Živoč. Vyr.*, 40: 227–232.
- Teslík V., Burda J., Urban F., Bartoň L., Řehák D. (1991): Masná užitkovosť býků-kříženců plemen české strakatého a limousin. *Živoč. Vyr.*, 36: 141–151.
- Voříšková J., Frelich J., Přibyl J. (1998): Jatečná hodnota býků kříženců českého strakatého a černostrakatého skotu s masnými plemeny. *Czech J. Anim. Sci.*, 43: 77–86.
- Voříšková J., Frelich J., Vejčík A., Kuník J. (1995): Jatečná hodnota masa býků kříženců domácí populace skotu s masnými plemeny. In: Sbor. Ref., VÚCHS Rapotín: 19–22.
- Weiber O., Buhz C., Neumann W., Munch H. (1991): Untersuchungen zur Bestimmung der Rassendifferenz zwischen Mastbullen der Milchrindpopulation und Fleischrindbullen verschiedenen Rassen. *Arch. Tierz.*, 34: 125–130.

Došlo 26. 5. 1998

Přijato k publikaci 7. 9. 1998

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jan Šubrt, Csc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 32 42, e-mail: subrt@mendelu.cz

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

POKYNY PRO AUTORY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CONTENTS

Genetics and Breeding

Dušinský R., Schröffel J., Říha J., Landa V., Glasnák V., Simon M.: Segregation of blood groups in progeny of chimeric bulls born after transfer of aggregates constructed from 1/16-blastomeres of different genetic origin (in English).....	1
--	---

Physiology and Reproduction

Asefa Asmare A., Kováč G., Reichel P., Ščuroková E.: Serum LDH isoenzymes activity and other constituents to predict liver damage in dairy cows (in English).....	5
Čeřovský J., Hudeček V., Rozkot M., Herčík Z.: Effect of heterospermic insemination of hybrid sows on the farrowing rate and the litter size (in English).....	13
Říha J., Čunát L.: Superovulation, embryo yield, quality, and embryo transfer in sheep (in English).....	19
Krajničáková M., Bekeová E., Valocký I.: Sodium, potassium, calcium, and phosphorus concentrations in blood serum after the treatment of ewes in puerperium (in Slovak).....	25

Nutrition and Feeding

Prokeš M., Baruš V., Peňáz M., Hamáčková J., Kouřil J.: Larval development and growth of the European Wels (<i>Silurus glanis</i>) under experimental conditions fed natural and pelleted diets (in English).....	29
---	----

Animal Products

Šubrt J., Frelich J., Polách P., Voříšková J.: Analysis of carcass quality in sons of breeding bulls of meat breeds (in Czech).....	39
---	----

OBSAH

Genetika a šlechtění

Dušinský R., Schröffel J., Říha J., Landa V., Glasnák V., Simon M.: Segregácia krvných skupín v potomstve chimerických býkov narodených po prenose agregátov vytvorených z 1/16-blastomér rôzneho genetického pôvodu.....	1
---	---

Fyziologie a reprodukce

Asefa Asmare A., Kováč G., Reichel P., Ščuroková E.: Sérová aktivita LDH izoenzymov a iných parametrov z pohľadu odhadu poškodenia pečene u dojníc.....	5
Čeřovský J., Hudeček V., Rozkot M., Herčík Z.: Vliv heterospermní inseminace hybridních prasnic na jejich zabřezávání a počet narozených selat.....	13
Říha J., Čunát L.: Superovulace, zisk, kvalita a přenos embryí u ovcí.....	19
Krajničáková M., Bekeová E., Valocký I.: Koncentrácie sodíka, draslíka, vápnika a fosforu v krvnom sére po ošetrovaní oviec v puerperálnom období.....	25

Výživa a krmení

Prokeš M., Baruš V., Peňáz M., Hamáčková J., Kouřil J.: Larvální vývoj a růst sumce velkého (<i>Silurus glanis</i>) v experimentálních podmínkách krměnou přirozenou a granulovanou potravou.....	29
---	----

Živočišné produkty

Šubrt J., Frelich J., Polách P., Voříšková J.: Analýza kvality jatečného těla synů plemenných býků masných plemen.....	39
--	----