

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Czech Journal of
ANIMAL SCIENCE

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

9

VOLUME 44
PRAGUE
SEPTEMBER 1999
ISSN 1212-1819

CZECH JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

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

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

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

Chairman – Předseda

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

Members – Členové

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

Doc. Ing. Josef Čeřovský, DrSc. (Výzkumný ústav živočišnej 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 Margetín, CSc. (VÚŽV Nitra, Stanica chovu a šľachtenia oviec a kôz, Trenčín, SR)

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

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

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

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

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

Editor-in-Chief – Vedoucí redaktorka

Ing. Marie Černá, CSc.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ANALYSIS OF MILK CHARACTERISTICS OF COWS AND THEIR DAUGHTERS

ANALÝZA VLASTNOSTÍ MLÉKA DOJNIC A JEJICH DCER

I. Zwolińska-Bartczak, B. Żuk, E. Pawlina

University of Agriculture, Department of Genetics and Animal Breeding, Wrocław, Poland

ABSTRACT: Milk yields of 43 419 Black-White and 20 995 Red-White cows and their daughters used in 1978–1993 in the South-West region of Poland were analysed. Breeding values of all animals were estimated by BLUP (Animal Model). The data was preadjusted for age and season of calving. Cows-dams were classified to a group of cows with high performance by two ways: 1. cows recorded in High Performance Register, 2. cows which exceeded an assumed production level ($\bar{x} + 1.96 s$, $1.64 s$ or $1.28 s$, respectively). Breeding values of classified dams were higher than those of remaining dams. Similarly, daughters of these dams had higher breeding values than daughters of remaining dams. Greater differences were observed in Black-White breed. Generally, differences of breeding value in dam group were higher than in daughter group.

Keywords: dairy cattle; milk performance; breeding value; dam–daughter comparison

ABSTRAKT: V letech 1978–1993 jsme v jihozápadní části Polska prováděli rozbor dojivosti u 43 419 černostrakatých dojnic a jejich dcer a 20 995 červenostrakatých dojnic a jejich dcer. Odhad plemenných hodnot všech zvířat jsme provedli pomocí BLUP (animal model). Hodnoty jsme předem korigovali s ohledem na věk a sezonu otelení. Dojnice-matky jsme zařadili do skupiny dojnic s vysokou užitkovostí podle dvou kritérií: 1. dojnice evidované v Registru vysoké užitkovosti, 2. dojnice, které překročily předpokládanou výši produkce ($\bar{x} + 1,96 s$, $1,64 s$ nebo $1,28 s$). Takto zařazené dojnice měly vyšší plemenné hodnoty než ostatní matky. Obdobně dcery těchto matek měly vyšší plemennou hodnotu než dcery ostatních matek. Větší rozdíly jsme zjistili u černostrakatého plemene. Lze konstatovat, že rozdíly v plemenné hodnotě u skupiny matek byly větší než u skupiny dcer.

Klíčová slova: mléčný skot; mléčná užitkovost; plemenná hodnota; srovnání matka–dcera

INTRODUCTION

Comparison dam–daughter has been known for a long time. One of the methods of heritability estimation and also evaluation of sire breeding value is based on it. Regression coefficient of dam–daughter yields is $0.5 h^2$. However, if extremely high performance of dam is the result of non-additive gene effects (e.g. dominance), then a relationship between dam and daughter yield can be lower than $0.5 h^2$. Cows are recorded in High Performance Register on the basis of their milk production. Sobek (1988) showed that milk yield of daughters of such cows was distinctly lower but his observations were conducted on a small number of individuals. Kennedy (1984) underlined relation between lifetime production and profit from this production. Also Mailländer and Distl (1992) showed that high lifetime production was connected with profit and survivability.

The aim of this paper was to analyse the performance and genetic value of cows with high milk yield and their daughters.

MATERIAL AND METHODS

Milk yields of 43 419 Black-White and 20 995 Red-White cows and their daughters used in 1978–1993

were analysed. Cows were kept in herds of the South-West part of Poland (regions: Opole and Wrocław). Structure of analysed material was presented in Table I. Only the first lactation was taken into account in calculations. Group of cows with high performance: 1) cows recorded in High Performance Register and 2) cows with milk yield in the first lactation higher than the mean of the population (for the whole data set) by 1.96, 1.64 and 1.28 of standard deviation of this trait (level A, B and C, respectively – Table II). As in High Performance Register were recorded from 22.4% to 34.6% of all cow population we decided to classify cows-dams according to these three levels. In this way, we selected about 4% of cows-dams – level A, about 6.5% – level B and about 10.5% of dams – level C.

Breeding values of analysed cows were estimated by BLUP method (Animal Model):

$$y_{ijkl} = \mu + H_i + G_j + P_{ijk} + a_{ijk} + e_{ijkl}$$

where: y_{ijkl} – observed yield of l -th lactation of k -th cow in j -th genetic group and i -th herd-year group

μ – mean of the population

H_i – fixed effect of herd-year of calving

G_j – fixed effect of genetic group (year of birth)

P_{ijk} – permanent environment effect of cow

a_{ijk} – genetic effect of cow

e_{ijkl} – error

I. Structure of analysed material

Breed	Region	Number of dam-daughter pairs	Number of dams in 1st lactation (%)	Number of dams recorded in High Performance Register	Number of remaining dams
Red-White	Opole	8 747	81.1	3 024 (34.6%)	5 723
	Wroclaw	9 391	78.6	2 834 (30.2%)	6 557
Black-White	Opole	15 955	79.2	4 747 (29.8%)	11 208
	Wroclaw	19 365	81.8	4 334 (22.4%)	15 031

II. Milk yield in the first lactation of cows-dams

Breed	Region	Mean of milk yield (kg)	Standard deviation of milk yield	Levels		
				A	B	C
Red-White	Opole	3739.51	1006.27	5711.80	5389.79	5027.54
	Wroclaw	3553.65	955.48	5426.38	5120.63	4776.66
Black-White	Opole	3493.27	1017.58	5487.73	5162.10	4795.77
	Wroclaw	3384.10	912.83	5173.24	4881.14	4552.52

III. Mean breeding values of milk traits of dams recorded in High Performance Register (High) and of remaining dams (Rest) and their daughters – Red-White breed

Dams	Opole region				Wroclaw region			
	milk yield (kg)		fat yield (kg)		milk yield (kg)		fat yield (kg)	
	dams	daughters	dams	daughters	dams	daughters	dams	daughters
High	3658	3590	143.57	140.61	3695	3598	144.99	140.97
Rest	3537	3509	138.57	137.31	3568	3514	139.67	137.48
Difference	+121	+81*	+5.00	+3.30*	+127	+84*	+5.32	+3.49*

* difference significant at $P \leq 0.05$

IV. Mean of breeding values of milk traits of dams recorded in High Performance Register (High) and of remaining dams (Rest) and their daughters – Black-White breed

Dams	Opole region				Wroclaw region			
	milk yield (kg)		fat yield (kg)		milk yield (kg)		fat yield (kg)	
	dams	daughters	dams	daughters	dams	daughters	dams	daughters
High	3645	3543	146.66	140.81	3569	3423	141.92	135.21
Rest	3509	3405	141.56	135.72	3400	3294	134.96	129.66
Difference	+136	+138*	+5.10	+5.09*	+169	+129*	+6.96	+5.55*

* difference significant at $P \leq 0.05$

The sum $\mu + G_j + a_{ijk}$ was treated as a breeding value of animal. The data were preadjusted for age, season of calving and parity. The values 0.2 and 0.5 were assumed as heritability and repeatability coefficients. Only one generation of ancestors (parents: sire and dam) was taken into account in relationship matrix.

RESULTS AND DISCUSSION

Results of research are presented in Tables III–VI. Breeding values of Red-White dams recorded in High Performance Register were presented in Table III. They were higher than those of remaining dams (by 121 kg of milk and 5.00 kg of milk fat in Opole region and by

127 kg of milk and 5.32 kg of milk fat in Wroclaw region). Daughters of these dams also had higher breeding values than daughters of remaining dams (by 81 kg of milk and 3.30 kg of milk fat in Opole region and by 84 kg of milk and 3.49 kg of milk fat in Wroclaw region). Milk performance breeding values of Red-White cows from two regions were similar.

Breeding values of Black-White cows were shown in Table IV. Breeding values of dams recorded in High Performance Register were higher than those of remaining dams (by 136 kg of milk and 5.10 kg of milk fat in Opole region and by 169 kg of milk and 6.96 kg of milk fat in Wroclaw region). Daughters of these dams also had higher breeding values than daughters of re-

V. Mean of breeding values of milk traits of dams classified to level A, B and C and of remaining dams (Rest) and their daughters – Red-White breed

Dams	Opole region				Wrocław region			
	milk yield (kg)		fat yield (kg)		milk yield (kg)		fat yield (kg)	
	dams	daughters	dams	daughters	dams	daughters	dams	daughters
A	3883	3729	151.22	145.61	3815	3673	148.34	143.22
Rest	3547	3528	138.96	138.02	3583	3532	140.35	138.20
Difference	+336	+201*	+12.26	+7.59*	+232	+141*	+7.99	+5.02*
B	3831	3692	149.38	144.28	3788	3666	147.53	143.02
Rest	3542	3525	138.77	137.92	3579	3529	140.20	138.09
Difference	+289	+167*	+10.61	+6.36*	+209	+137*	+7.33	+4.93*
C	3780	3662	147.55	143.04	3765	3644	146.79	142.28
Rest	3534	3521	138.49	137.77	3571	3524	139.32	137.93
Difference	+246	+141*	+9.06	+5.27*	+194	+120*	+6.87	+4.35*

* difference significant at $P \leq 0.001$

VI. Mean of breeding values of milk traits of dams classified to level A, B and C and of remaining dams (Rest) and their daughters – Black-White breed

Dams	Opole region				Wrocław region			
	milk yield (kg)		fat yield (kg)		milk yield (kg)		fat yield (kg)	
	dams	daughters	dams	daughters	dams	daughters	dams	daughters
A	3862	3767	152.41	147.38	3699	3538	145.21	138.18
Rest	3506	3420	141.16	136.28	3410	3309	135.45	130.41
Difference	+356	+347*	+11.25	+11.10*	+289	+229*	+9.76	+7.77*
B	3815	3723	151.03	146.29	3656	3505	144.03	137.12
Rest	3501	3415	140.99	136.09	3406	3305	135.28	130.28
Difference	+314	+308*	+10.04	+10.2*	+250	+200*	+8.75	+6.84*
C	3768	3675	149.65	144.84	3619	3479	142.83	136.25
Rest	3493	3407	140.72	135.83	3399	3299	135.03	130.07
Difference	+275	+268*	+8.93	+9.01*	+220	+180*	+7.80	+6.18*

* difference significant at $P \leq 0.001$

maining dams (by 138 kg of milk and 5.09 kg of milk fat in Opole region and by 129 kg of milk and 5.55 kg of milk fat in Wrocław region). Milk performance breeding values of Black-White cows in Opole region were higher than in Wrocław region.

Generally, greater differences were observed in Black-White breed. Differences in breeding value in dam group were also larger than in daughter group (except Black-White cows in Opole region). Breeding values of daughters of dams with high performance and of daughters of remaining dams differed significantly.

A similar trend was observed for dams classified into particular levels but differences between the breeding values of classified and of remaining dams were larger. For level A the values ranged from 232 to 356 kg of milk and from 7.99 to 12.26 kg of milk fat (Tables V and VI). Daughters of dams classified to level A also had higher breeding values than daughters of remaining dams (from 141 to 347 kg of milk and from 5.02 to 11.10 kg of milk fat). Differences in breeding value in dam group were larger than in daughter group; they

were similar only in Black-White breed in Opole region. Greater differences were observed in breeding values of Black-White cattle. All differences were lower for levels B and C, respectively.

Obtained results are different than in Sobek (1988) research. But Tarkowski and Kawka (1992) received similar results for cow population from the East-South region of Poland – daughters of dams with higher milk performance produced more than the remaining cows. But results of Sobek and Tarkowski and Kawka referred to milk production, not breeding value of milk yield.

Results of our researches confirmed a thesis that daughters of cows with high milk performance should also reach higher genetic values than the rest of the population.

REFERENCES

Kennedy B. (1984): Selection limits: have they been reached with the dairy cow? *Can. J. Anim. Sci.*, 64: 207–215.

Mailländer Ch., Distl O. (1992): Sieben Jahre und noch mehr. *Tierzüchter*, 10: 25-27.

Sobek Z. (1988): Zależność pomiędzy wykorzystaniem krów o rekordowych wydajnościach a postępem hodowlanym. *Acta Acad. Agr. Techn. Olst., Zoot.*, II, 53: 1-7.

Tarkowski J., Kawka R. (1992): Ocena wydajności potomstwa krów CB o wysokiej produktywności. In: *Proc. Conf. Genetyka 2000. XI Walny Zjazd PTG*, Kraków: 208.

Received for publication on December 22, 1998

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

Dr Irena Zwolińska-Bartczak, Akademia Rolnicza, Katedra Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt, Koźuchowska 7, 51-631 Wrocław, Poland, tel.: (0) 48 71 205 754, fax: (0) 48 71 32 05 758, e-mail: irena@gen.ar.wroc.pl

THE RESULTS OF BREEDING MEASURES WITHIN THE POPULATION OF CHAROLAIS CATTLE IN THE CZECH REPUBLIC IN 1991–1997*

VÝSLEDKY ŠLECHTITELSKÉHO POKROKU V POPULACI CHAROLAISKÉHO SKOTU V ČESKÉ REPUBLICE V LETECH 1991–1997

L. Stádník¹, F. Louda¹, P. Dvořák¹, K. Šeba², V. Řehounek¹

¹*Czech University of Agriculture, Faculty of Agronomy, Prague, Czech Republic*

²*Czech Union of Beef Cattle Breeders, Prague, Czech Republic*

ABSTRACT: Data on the place and time of birth, the type of mating, sex of calf, the dam's body conformation, parity at the birth of calf, and live weights at birth, at the age of 120, 210 and 365 days of a set of 3 903 of Charolais calves in the Czech Republic were included in the observation. Data obtained from the central records were processed using the desk processor EXCEL '95, the statistical programme SAS / STAT 6.12 and the model equation comprising birth weight of calves, and body weights at 120, 210 and 365 days of age in relation to the follows factors: year of birth of calf, month of birth of calf, region where the calf was born, the type of mating (AI or natural), sex of calf, the dam's body conformation, parity at the calf birth, birth weight of calf when evaluating body weight of calf at 120, 210 and 365 days of age, body weight of calf at 120 days of age when evaluating body weight of calf at 210 and 365 days of age, and body weight of calf at 210 days of age when evaluating body weight of calf at 365 days of age. Birth weight of calves born in the consecutive years decreased significantly from year to year ($P < 0.001$). At 365 days of age the significance of difference in body weight was $P < 0.05$. The effect of the season of the year on birth weight of calves born was significant ($P < 0.05$). The highest birth weight was found for calves born in winter and the lowest for calves born in autumn. Calves born in winter attained significantly highest body weights up to 365 days of age ($P < 0.05$). Differences in birth weights of calves born in 7 regions of the Czech Republic were significant ($P < 0.001$). Significantly highest body weights of calves at 365 days of age ($P < 0.001$) were recorded in the region where the highest birth weights were recorded. Significantly higher ($P < 0.001$) birth weights of bull calves were obtained compared with heifer calves. Similarly, significant differences were found in body weights of bull calves and heifer calves at 365 days of age. A significant relationship ($P < 0.05$) was found between birth weight of stillborn calves and difficult calvings. The dam's body conformation had a significant effect on body weight of calves at 365 days of age. Parity at the birth of calf had a significant effect ($P < 0.001$) on birth weight and body weight at 365 days of age. The dynamics of a higher growth rate identified at birth of calves were retained up to the ages of 120, 210 and 365 days, and were significant ($P < 0.001$).

Key words: cattle; Charolais; birth weight; growth; body weight; calving; parity; seasons; AI; mating; body conformation

ABSTRAKT: Do vyhodnocení byla zahrnuta data o místu a období narození, způsobu využívání otce v reprodukci, pohlaví, velikosti tělesného rámce matky, věku matky při narození a hmotnostech při narození a ve věku 120, 210 a 365 dnů pro 3 903 telat plemene charolais v České republice. Data získaná z centrální evidence byla seříděna a uspořádána pomocí tabulkového procesoru EXCEL '95 a zpracována metodou nejmenších čtverců (PROC GLM SAS / STAT 6.12) při použití modelové rovnice zahrnující hmotnosti telat při narození a ve věku 120, 210 a 365 dnů, hodnocené v závislosti na roku narození telete, měsíci narození telete, kraji, v němž se tele narodilo, způsobu připoštění (inseminace, přirozená plemenitba), pohlaví telete, velikosti tělesného rámce matky, paritě při narození telete, hmotnosti telete při narození u hodnocení živé hmotnosti telete ve věku 120, 210 a 365 dnů, živé hmotnosti telete ve věku 120 dnů při hodnocení živé hmotnosti telete ve věku 210 a 365 dnů a živé hmotnosti telete ve věku 210 dnů při hodnocení živé hmotnosti telete ve věku 365 dnů. V průběhu sledování růstových schopností souboru 3 903 telat plemene charolais v České republice během let 1991 až 1997 docházelo ke snižování porodní hmotnosti telat z průměrné hodnoty 42,92 kg v letech 1991 až 1994 na 38,57 kg v roce 1997 ($P < 0,001$). Růstová schopnost telat se v průběhu let zvyšovala, což dokumentují výsledky průměrných hmotností telat ve věku 120, 210 a 365 dnů. V prvním sledovaném období se rodil velký počet telat po embryotransferu (ET), a tato telata dosahovala vyšší růstové schopnosti než telata pocházející z přirozené plemenitby či inseminace. Tento efekt se projevil v hmotnosti telat ve 210 dnech, kdy až telata

* Research was supported by the Ministry of Agriculture of CR (Project No. EP-0960006538-Rapotín of the National Agency for Agricultural Research).

narozená v roce 1996 dosáhla stejné hmotnosti jako telata narozená po ET v letech 1991 až 1994. Telata narozená v roce 1997 dosáhla vyšší růstové schopnosti než telata narozená z ET ($P < 0,001$). Při hodnocení hmotnosti v 365 dnech věku je nutné konstatovat, že u telat narozených po ET se nepotvrdila vyšší růstová schopnost oproti všem ostatním sledovaným telatům. Nejvyšších sledovaných hmotností, kromě hmotnosti ve 120 dnech věku, dosáhla telata narozená v měsících leden až duben ($P < 0,05$), které jsou nevhodnější pro telení ve stádech krav bez tržní produkce mléka. Telata narozená v ostatních ročních obdobích dosahovala průkazně nižších hmotností ($P < 0,05$). U telat narozených po ET byla zjištěna vysoce průkazně ($P < 0,001$) nejnížší hmotnost při narození. Byly zjištěny průkazné rozdíly v hodnocených hmotnostech mezi jednotlivými kraji. Hmotnost telat při narození nebyla ovlivněna způsobem reprodukce, tj. zda jsou telata potomkem býka používaného v inseminaci či v přirozené plemenitbě. Hodnoty hmotnosti ve 120, 210 a 365 dnech věku byly průkazně rozdílné mezi telaty narozenými po inseminaci a po připuštění matky v přirozené plemenitbě. Vyšší hmotnosti byly zjištěny u telat po býcích v inseminaci ($P < 0,001$). Nejvyšší porodní hmotnost byla zjištěna u mrtvě narozených telat ($P < 0,05$). V závislosti na pohlaví byly zjištěny vysoce průkazné rozdíly ($P < 0,001$) mezi všemi sledovanými hmotnostmi ve prospěch býčků. Tyto rozdíly se pohybovaly od 4,13 kg při narození do 82,34 kg v 365 dnech věku. Při hodnocení hmotnosti při narození v závislosti na velikosti tělesného rámce matky nebyly zjištěny průkazné rozdíly. Při hodnocení růstové schopnosti ve 120, 210 i 365 dnech v závislosti na tomto faktoru byl zjištěn průkazný ($P < 0,05$) rozdíl mezi telaty pocházejícími od matek s bodovým ohodnocením tělesného rámce 1 až 5 a telaty od matek s ohodnocením 6 až 10. Vyšší růstové schopnosti dosahovala telata matek s vyšším bodovým ohodnocením tělesného rámce. U telat narozených při třetím a dalším porodu byly zjištěny průkazně vyšší hmotnosti než u telat narozených při prvním a druhém otelení. Tento jev zvyšování hmotnosti telat souvisí s ukončením růstu matky. Hmotnost při narození se projevila jako vysoce průkazný ($P < 0,001$) faktor pro intenzitu růstu až do 365 dní věku. Telata s vyšší hmotností při narození měla vyšší hmotnost ve 120, 210 i 365 dnech věku. Jako středně průkazný ($P < 0,01$) byl zjištěn vliv hmotnosti ve 120 dnech na hmotnost telat ve 210 a 365 dnech věku. Hmotnost ve 210 dnech byla zjištěna jako vysoce průkazný faktor ($P < 0,001$) ovlivňující hmotnost telat ve věku 365 dnů.

Klíčová slova: skot; charolais; hmotnost při narození; růst; tělesná hmotnost; telení; parita; období; umělá inseminace; připouštění; utváření těla

INTRODUCTION

The period of improving beef breeds in the Czech Republic was initiated by importing 800 Hereford heifers in 1974, of Charolais heifers from Hungary, Germany and Soviet Union by the end of the year 1990 and from France after the year 1991. At present, there are approximately 1650 Charolais cows in the Czech Republic. The heterogeneity of the imported population requires a continuous analysis of the improvement work and control of the effectiveness of the improvement process of the population.

A seasonal system of calving is applied in suckler herds. Calves are weaned at the age of five months. The aim of the breeder is to have all calving completed within the shortest possible interval between the first and the last calving in the herd. Calving season lasting more than two months has an unfavourable effect on body weight of calves at weaning. Longer mating season is not suitable as the calves born late often suffer from diseases, are not sufficiently adapted to the movement on the pasture, are less able to consume large quantities of milk, and at the weaning they reach a considerably lower body weight than calves born early. The required high growth intensity, presumably up to the age of four months, depends to a great extent on the milking capacity of dams. Birth weight of calves which has, to a certain extent, an effect on dystocia, is greatly influenced by the breed, by the sire, by the dam's age at the first mating and at calving, by the sex of calf etc. Body weight of calves at the age of 120 and 210 days represents growth ability of calves during suckl-

ing by their dams. Indirectly it complements performance records of dams and sires. At the first stage, up to 120 days of age, body weight gain is particularly influenced by milking capacity of the dam. In the second stage, from 120 to 210 days of age, the proper ability of the calf to utilize bulk feed is manifested. This period is limited by the time of weaning and is connected with calving season. Optimum conditions for a further growth and development are created by rearing calves with their dams up to 120 days of age. The following authors studied the problems of suckler herds: Allen (1991), Bryan (1992), Čitek, Hintnaus, (1992), Dufka (1993), (1995a), Golda *et al.* (1995), Klanic *et al.* (1993), Louda (1995), Pytloun *et al.* (1994), Teslík *et al.* (1995).

MATERIAL AND METHODS

Data on 3903 Charolais calves in the Czech Republic were included in the observation. Birth weight (BW) and body weight at 120 (W120), 210 (W210) and 365 days (W365) of age in relation to some factors were used for evaluation. Among these factors were the effect of year of birth (Y), month of birth (M), region where the calf was born (R), mating methods (MM), sex of the calf (S), point classification of the dam's body conformation (B), age of the dam (A), parity at the birth of calf and the last body weights. Classification of the set of data according to individual factors used as classification criteria was as follows:

(1) according to the year of birth: set 1 – years of birth 1991–1994 (in one group due to the small number

of observations in individual years); set 2 – year of birth 1995; set 3 – year of birth 1996; set 4 – year of birth 1997.

(2) according to the month of birth: set 1 – January up to set 12 – December; set 10 – October – comprised calves born after embryo transfer.

(3) according to the region where the calf was born: set 1 – Central Bohemia; set 2 – Southern Bohemia; set 3 – Western Bohemia; set 4 – Northern Bohemia; set 5 – Eastern Bohemia; set 6 – Southern Moravia; set 7 – Northern Moravia.

(4) according to the method of mating: set 1 – calves from natural mating; set 2 – calves after AI.

(5) according to the sex of calf: set 1 – bull calves; set 2 – heifer calves; set 3 – calves stillborn.

299 sires were used during the period of observation and the distribution of offspring after these sires was as follows : (a) offspring imported in the uterus of the dam after AI by 178 sires proven in the country of origin, 12.6%; (b) offspring from natural mating, 24%; (c) offspring from natural mating with bulls of uncertain origin, 2.5%; (d) offspring after embryo transfer, 1.3%; (e) offspring by sires unproven in AI, 4.2%; (f) offspring by sires proven on maternal properties, 44.2%; (g) offspring by sires proven on dressing percentage, 3.2%; (h) offspring by sires proven on easy calving, 8%.

(6) according to point classification of the dam's body conformation: set 1 – point 1 to set 10 – point 10.

(7) according to the age of the dam: set 1 – 1st calf up to set 5 – 5th calf.

(8) according to birth weight : set 1 – up to 34 kg, set 2 – from 35 to 39 kg, set 3 – from 40 to 44 kg, set 5 – 45 kg and more.

(9) according to body weight at 120 days of age: set 1 – up to 149 kg, set 2 – from 150 to 169 kg, set 3 – from 170 to 189 kg, set 4 – 190 kg and more.

(10) according to body weight at 210 days of age: set 1 – up to 245 kg, set 2 – from 246 to 275 kg, set 3 – from 276 to 295 kg, set 4 – 296 kg and more.

In this way classified data were evaluated using the method of the GLM programme SAS/STAT 6.12. The following equation was used:

$$Y_{ijklmnoprs} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + f_m + g_n + h_o + i_p + j_r + k_s + e_{ijklmnoprs}$$

- where: $Y_{ijklmnoprs}$ – value of character measured
 a_i – effect of year of birth
 b_j – effect of month of birth (of embryo transfer)
 c_k – effect of region where the calf was born
 d_l – effect of the method of mating
 f_m – effect of sex of calf
 g_n – effect of point classification of the dam's body size
 h_o – effect of parity at the birth of calf
 i_p – effect of birth weight
 j_r – effect of body weight at 120 days of age
 k_s – effect of body weight at 210 days of age
 $e_{ijklmnoprs}$ – residual effects

Tables I and II present the number of observations in individual groups of the factors studied.

RESULTS AND DISCUSSION

Results presented in Table III show a significant decline of birth weight of calves born during the period 1991–1997. The lowest birth weights found in 1997 and significant differences ($P < 0.001$) in the later periods of observation confirmed the efficiency of selecting bulls for easy calving.

The highest birth weight was found during the period January to April. The lowest birth weight was found in calves born during the autumn (October–December). The difference of 2.74–4.05 kg was significant ($P < 0.05$). Birth weight (May–September) ranged from 40.07 to 40.81 kg and the differences from other periods of the year were non-significant. The significantly lowest birth weight ($P < 0.001$) was found for calves born after embryo transfers. This fact confirms the results of progeny testing for easy calving, which is recommended

I. The number of observations in groups at evaluation of birth weight of calves and body weight at 120 days of age

Set	Live weight of the new born calf to:							Body weight at 120 days of age to:							
	Y	M	R	MM	S	B	A	Y	M	R	MM	S	B	A	WB
1	734	477	746	1838	1778	83	1739	490	312	549	1382	1267	69	1090	393
2	801	682	231	2065	1792	62	948	752	483	147	1193	1308	43	648	804
3	1120	739	839		333	99	360	752	546	441			67	262	828
4	1248	664	500			192	119	883	433	319			130	93	550
5		402	1003			375	20		264	739			263	17	
6		152	437			576			95	295			433	2110	
7		103	147			538			53	85			408		
8		107				249			54				238		
9		109				239			87				217		
10		97				144			92				92		
11		109							66						
12		262							220						

Y – year of birth, M – month of birth, R – region where the calf was born, MM – mating method, S – sex of the calf, B – point classification of the dam's body conformation, A – age of the dam, WB – birth weight

II. The number of observations in groups at evaluation of live weight of calves at the age of 210 and 365 days

Set	Body weight of calves at 210 days of age to:									Body weight of calves at 365 days of age to:									
	Y	M	R	MM	S	B	A	BW	W120	Y	M	R	MM	S	B	A	WB	W120	W210
1	479	360	424	1016	1227	51	1097	372	670	338	155	175	395	568	48	566	150	670	739
2	556	519	133	1065	1254	39	531	776	629	389	211	36	814	641	27	245	318	629	709
3	805	552	594			60	261	797	637	482	207	260			38	74	430	637	435
4	641	378	348			119	82	536	639		205	202			62	21	311	639	598
5		145	635			247	14				80	328			131				
6		78	257			406					36	155			193				
7		49	90			382					32	53			205				
8		58				223					48				143				
9		76				209					61				101				
10		73				90					59				63				
11		51									45								
12		242									150								

Y – year of birth, M – month of birth, R – region where the calf was born, MM – mating method, S – sex of the calf, B – point classification of the dam's body conformation, A – age of the dam, WB – birth weight, W120 – body weight at 120 days of age, W210 – body weight at 210 days of age

III. Effects influencing live weight of new born calves

Set	Birth weights of calves (kg) to:						
	Y	M	R	MM	S	B	A
1.	42.92	42.97	42.22	39.21	40.73	43.62	39.28
2.	41.70	41.86	44.00	39.46	37.59	39.04	39.41
3.	40.42	42.34	41.28	–	41.42	40.57	39.83
4.	38.57	42.10	40.17	–	–	41.14	42.03
5.	–	40.07	41.08	–	–	40.08	45.74
6.	–	40.88	40.10	–	–	41.11	–
7.	–	40.79	37.45	–	–	40.77	–
8.	–	40.77	–	–	–	41.31	–
9.	–	40.81	–	–	–	41.18	–
10.	–	38.92	–	–	–	41.29	–
11.	–	40.75	–	–	–	–	–
12.	–	39.36	–	–	–	–	–
$P < 0.05$		1–6, 1–8, 1–11, 3–7, 3–8, 3–11, 6–10, 6–12	4–5			1–3, 2–3	4–5
$P < 0.01$		2–10, 3–6	1–3, 3–4, 3–6, 5–6				3–4
$P < 0.001$	1–2, 1–3, 1–4, 2–3, 2–4, 3–4	1–10, 1–12, 2–5, 2–12, 3–5, 3–10, 3–12, 4–5, 4–10, 4–12	1–2, 1–4, 1–5, 1–6, 1–7, 2–3, 2–4, 2–5, 2–6, 2–7, 3–7, 4–7, 5–7, 6–7		1–2		1–4, 1–5, 2–4, 2–5, 3–5

Y – year of birth, M – month of birth, R – region where the calf was born, MM – mating method, S – sex of the calf, B – point classification of the dam's body conformation, A – age of the dam

as a guarantee of easy calving. Easy calving is substantially influenced by the sire and by the pelvis conformation (Pytloun *et al.*, 1994).

Significant differences ($P < 0.001$) in birth weights were found for calves born in 7 regions of the Czech Republic. The highest difference was 6.5 kg.

The differences in birth weights of offspring sired by AI bulls or from natural mating were non-significant.

Significantly highest ($P < 0.05$) birth weights were found for stillborn calves and the frequency of stillbirths was the highest in cows with difficult calving. The difference in birth weight between bull calves and heifer calves was 3.14 kg, heifer calves being significantly lighter ($P < 0.001$).

The relationship between birth weight of calves to the size of dam's body conformation was statistically non-significant.

Birth weight of calves born to older cows was significantly higher ($P < 0.01$) than that of calves born to younger cows. This trend was apparent particularly after second calving of the dam for which the differences in birth weight from later calvings were significant. The increase in birth weight of calves in relation to the age of dam was connected with finishing of dam's own growth.

Results presented in Table IV show a significant increase in live weight of calves at the age of 120 days during the period of observation 1991–1997. The highest body weight at 120 days of age found in 1997 and the significant difference ($P < 0.01$) indicated the continuous improvement in the genetic potential of animals and their welfare. The difference between the year 1995 and 1997 was 15.25 kg ($P < 0.01$).

The highest significant difference ($P < 0.05$) in body weight of calves at 120 days of age was found for calves after embryo transfer which had the lowest birth weight. In accordance with this fact Žižlavský *et al.* (1997) published his findings that the effect of embryo transfer on body weight of heifers at 90 days of age was highly significant ($P < 0.001$) and on body weight at 180, 270 and 360 days of age was significant ($P < 0.05$).

Significantly higher body weight of calves at 120 days of age was influenced even by higher breeding value of the sire. Calves born to AI had a higher body weight at 120 days of age than calves from natural mating.

The highest body weight was determined for calves born during spring and summer (March–August). The

lowest body weights were found for calves born in autumn (with the exception of calves born in October, i.e. from embryo transfer) and winter (September–February). The differences between these two groups at the level 2.83–10.89 kg were significant at $P < 0.05$.

Differences in body weight at 120 days of age of calves from different regions were highly significant ($P < 0.001$), the difference between the best and the worst region being 17.34 kg. Regional differences in the highest body weights were statistically non-significant.

When classifying the set according to the type of mating, a significant difference ($P < 0.001$) was found in body weight at 120 days of age (10.42 kg in favour of calves born after AI). It was confirmed that the used proven sires in breeding will result in a higher growth ability of offspring.

Sex of calf influenced the difference in body weights between bull calves and heifer calves (9.5 kg), the difference being significant ($P < 0.001$). The effect of sex was considered by many authors as very important (Teslík *et al.*, 1995; Holton *et al.*, 1995).

When examining body weight of calves at 120 days of age in relation to body conformation of their dams, a tendency appeared of a higher growth ability of calves born to dams with higher body conformation ($P < 0.05$).

At the age of 120 days a significant influence ($P < 0.05$ to 0.001) of the parity at birth of calf was observed. Calves born after the third calving had higher body weights by 6.11–16.23 kg. Calves born to older dams had a higher growth ability.

IV. Effects influencing body weight of calves at 120 days of age

Set	Body weight of calves at 120 days of age (kg) to:							
	Y	M	R	MM	S	B	A	WB
1.	160.05	159.88	160.47	161.00	173.58	156.08	156.42	156.67
2.	161.82	161.88	174.17	171.42	164.08	157.93	164.46	162.74
3.	164.90	164.71	156.83	–	–	163.93	172.65	169.28
4.	176.07	170.13	159.68	–	–	164.74	171.48	174.16
5.	–	168.78	170.52	–	–	165.83	170.57	–
6.	–	167.51	167.67	–	–	167.63	–	–
7.	–	162.78	170.62	–	–	166.25	–	–
8.	–	167.95	–	–	–	172.01	–	–
9.	–	160.05	–	–	–	173.88	–	–
10.	–	185.07	–	–	–	166.89	–	–
11.	–	160.57	–	–	–	–	–	–
12.	–	159.24	–	–	–	–	–	–
$P < 0.05$		1–3, 1–6, 3–5, 3–12, 4–10, 5–11, 6–12, 8–10, 8–12	1–3, 2–6, 3–4			2–6, 3–8, 3–9, 4–8, 5–8, 6–8, 9–10	1–5, 2–4	
$P < 0.01$	1–3	2–5, 3–4, 4–11, 5–10, 6–10, 7–10, 9–10	1–6, 1–7			2–8, 4–9, 5–9, 6–9, 7–8		
$P < 0.001$	1–4, 2–4, 3–4	1–4, 1–5, 1–10, 2–4, 2–10, 3–10, 4–12, 5–12, 9–10, 10–11, 10–12	1–2, 1–5, 2–3, 2–4, 3–5, 3–6, 3–7, 4–5, 4–6, 4–7	1–2	1–2	2–9, 7–9	1–2, 1–3, 1–4, 2–3	1–2, 1–3, 1–4, 2–3, 2–4, 3–4

Y – year of birth, M – month of birth, R – region where the calf was born, MM – mating method, S – sex of the calf, B – point classification of the dam's body conformation, A – age of the dam, WB – birth weight

A higher birth weight of calf manifested itself also in a higher body weight at 120 days of age ($P < 0.001$).

When evaluating factors influencing body weight of calves at 210 days of age (Table V) it was found that a significantly lowest body weight ($P < 0.05$) occurred in 1995. Thereafter body weight at 210 days of age increased by 20.01 kg in 1997. The difference was statistically significant ($P < 0.001$).

The effect of the month of birth on body weight at 210 days of age was highest for calves born during the winter and lowest for calves born during the summer (May to August). The difference in body weight was 4.11–20.82 kg. Significant differences at 210 days of age were found even between the calves born during the summer and the autumn periods.

There were significant differences among body weights at 210 days of age for calves born in different regions ($P < 0.001$).

A significantly higher growth capacity of calves born from AI was apparent even at 210 days of age ($P < 0.001$). Similarly, a significantly higher ($P < 0.001$) growth ability to 210 days of age (by 19 kg) of bull calves than that of heifers was observed.

A tendency for a higher growth ability in offspring of dams with large body conformation was observed at 210 days of age. The difference of offspring of dams

awarded 5 points from offspring of dams awarded 6 to 10 points amounted to 21 kg.

A significantly higher growth ability at 210 days of age ($P < 0.001$) was recorded for the offspring born at the second and later calvings.

The dynamics of growth ability related to birth weight were expressed even at 210 days of age.

A tendency for higher growth ability of calves born from embryo transfers was not confirmed when evaluating body weight at 365 days of age (Table VI). The highest body weight at 365 days of age was found in calves born in September. However, the difference from calves born in other months was not significant. The highest body weight at 365 days of age was reached by the calves born during the winter season (January to March) ($P < 0.05$), which is the most suitable time for calving in suckler herds (Dufka, 1995a, b; Golda, Říha, 1995). The lowest body weight was found in calves born during the summer season, the difference from calves born in others seasons being statistically significant ($P < 0.05$). The dynamics of growth at 365 days of age have a same tendency like at 210 days of age.

The difference in body weight of calves at 365 days of age between the regions was 63.70 kg and was statistically significant ($P < 0.001$).

V. Effects influencing body weight of calves at 210 days of age

Set	Body weight of calves at 210 days of age (kg) to:								
	Y	M	R	MM	S	B	A	BW	W120
1.	264.56	264.21	266.37	256.00	276.10	241.10	252.24	248.64	223.74
2.	257.41	270.65	276.56	273.38	257.10	251.10	272.94	262.54	259.23
3.	265.25	273.62	262.96	–	–	258.06	282.87	268.70	283.51
4.	277.42	272.67	255.00	–	–	256.60	286.16	281.38	314.20
5.	–	259.64	274.18	–	–	263.96	287.93	–	–
6.	–	242.40	261.74	–	–	265.17	–	–	–
7.	–	240.00	279.62	–	–	268.76	–	–	–
8.	–	256.83	–	–	–	278.10	–	–	–
9.	–	266.54	–	–	–	274.78	–	–	–
10.	–	266.18	–	–	–	288.64	–	–	–
11.	–	261.65	–	–	–	–	–	–	–
12.	–	253.10	–	–	–	–	–	–	–
$P < 0.05$	1–2, 2–3	3–4, 4–7, 7–11, 10–11	1–3, 1–4, 2–6, 3–4, 5–6			1–5, 1–8, 1–10, 2–6, 3–5, 3–6, 3–8, 4–5, 4–6, 4–7, 4–8, 4–10, 5–7, 5–8, 5 to 7–10, 6–8, 9–10	1–5		
$P < 0.01$		2–6, 2–10, 4–6, 6–12, 8–11, 8–12, 9–11, 9–12				2–8, 4–9, 5–9, 6–9, 7–8			3–4
$P < 0.001$	1–4, 2–4, 3–4	1–2 to 4, 1–7 to 12, 2–5, 2–8 to 9, 3–5, 3–6, 3–8 to 10, 4–5, 4–8 to 11, 5–7 to 12, 6–11, 7–8 to 10	1–2, 1–5, 1–6, 2–3, 2–4, 3–5, 3–6, 4–5, 4–6	1–2	1–2	7–9	1–2, 1–3, 1–4, 2–3, 2–4	1–2, 1–3, 1–4, 2–3, 2–4, 3–4	1–2, 1–3, 1–4, 2–3, 2–4

Y – year of birth, M – month of birth, R – region where the calf was born, MM – mating method, S – sex of the calf, B – point classification of the dam's body conformation, A – age of the dam, BW – birth weight, W120 – body weight at 120 days of age

VI. Effects influencing body weight of calves at 365 days of age

Set	Body weight of calves at 365 days of age (kg) to:									
	Y	M	R	MM	S	B	A	WB	W120	W210
1.	413.50	410.80	407.34	394.10	451.45	340.75	397.23	362.11	358.26	352.27
2.	403.47	416.40	430.58	414.48	369.11	357.71	408.65	392.06	397.00	401.12
3.	407.27	425.17	412.15	-	-	363.89	434.49	411.42	424.05	428.07
4.	-	401.52	368.88	-	-	372.90	449.81	442.22	474.05	477.24
5.	-	391.34	423.88	-	-	386.98	-	-	-	-
6.	-	372.56	408.52	-	-	409.49	-	-	-	-
7.	-	363.00	419.09	-	-	417.77	-	-	-	-
8.	-	404.29	-	-	-	439.32	-	-	-	-
9.	-	430.00	-	-	-	427.07	-	-	-	-
10.	-	401.31	-	-	-	425.29	-	-	-	-
11.	-	398.62	-	-	-	-	-	-	-	-
12.	-	410.52	-	-	-	-	-	-	-	-
$P < 0.05$	1-2, 1-3, 2-3	1-5, 2-3, 2-4, 2-7, 2-9, 2-12, 3-10, 3-12, 4-7, 4-12, 6-11, 7-12	1-3, 1-4, 2-7, 3-4, 6-7			1-5, 1-6, 1-8, 2-6, 3-5, 3-6, 3-8, 4-6 to 9, 5-7, 5-8, 6-8 to 10				
$P < 0.01$		2-6, 4-6, 6-12, 8-11, 9-12				7-8			2-4, 3-4	
$P < 0.001$		1-2 to 4, 1-7, 1-12, 2-5, 3-5, 3-6, 4-5, 5-7, 5-12, 6-7	1-2, 1-5, 2-4, 3-5, 4-5	1-2	1-2	7-9	1-2, 2-3	1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4	1-2, 1-3, 1-4, 2-3	1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4

Y – year of birth, M – month of birth, R – region where the calf was born, MM – mating method, S – sex of the calf, B – point classification of the dam's body conformation, A – age of the dam, WB – birth weight, W120 – body weight at 120 days of age, W210 – body weight at 210 days of age

A significant difference of 31.58 kg ($P < 0.001$) was found at 365 days of age in favour of offspring sired by AI bulls. In practice, mating is realized mainly by AI because keeping the bull is expensive (Golda *et al.*, 1997). On the basis of results achieved the more suitable system of reproduction is AI, but data in Tab. I and II shown that natural breeding is the most frequently used way of reproduction.

The effect of sex on body weight at 365 days of age was significant ($P < 0.001$). Body weight of bull calves was higher by 82.34 kg than that of heifers calves.

When evaluating growth ability of offspring at 365 days of age according to body conformation of dams, a significant difference ($P < 0.05$) was found between offspring of dams awarded less to 5 points and offspring of dams awarded 6–10 points. At the age of 365 days offspring of dams which had been awarded 6–10 reached higher body weight by 59.34 kg than offspring of dams awarded 1–5 for body conformation.

A significant effect ($P < 0.001$) of parity on body weight at 365 days of age was confirmed. The difference in body weight of calves at 365 days of age that had been born at the first to fourth calvings was 52.58 kg in favour of calves born at later parities.

The dynamics of growth to 365 days of age were significantly influenced by birth weight, body weight

at 120 and at 210 days of age ($P < 0.01$ – 0.001). This finding corresponds with results of Kratochvílová *et al.* (1996) when reporting on growth and body development of Black Pied heifers.

REFERENCES

- Allen D. (1990): Planned Beef Production and Marketing. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, BSP Professional Books. 232 p.
- Bryan J. (1992): Mutterkühe: Wie erfolgreich sind die Briten? Tierzüchter (11): 24–27.
- Čítek J., Hintnaus L. (1992): Pastevní chov masných plemen skotu. Praha, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR: 65–76.
- Dufka J. (1993): Praktické zkušenosti z chovu krav bez tržní produkce mléka. Náš Chov (Praha), LIII: 108–111.
- Dufka J. (1995a): Reprodukce ve stádech masného skotu. Náš Chov (Praha), LV: 25.
- Dufka J. (1995b): Faktory úspěšnosti chovu krav bez tržní produkce mléka. In: Proc. Conf. Perspektivy chovu masných plemen skotu: 23–27.
- Golda J., Říha J. (1995): Chov a reprodukce krav bez tržní produkce mléka a masných plemen skotu v ČR. In: Proc. Conf. Perspektivy chovu masných plemen skotu: 55–67.

- Golda J., Suchánek B., Kvapilík J. (1995): Chov krav bez tržní produkce mléka. Metodika ÚZPI No. 13. 40 p.
- Golda J., Říha J., Jakubec V., Frelich, J. (1997): Chov krav bez tržní produkce mléka. VÚCHS Rapotín, ACHMP Rapotín. 121 p.
- Holton P., Williams J., Baker J. F., Pringle T. D. (1995): Comparison of palatability and carcass traits of steers from large and medium frame Angus and Limousine sires for 120, 140 and 160 days. Annual Report. Department of Animal and Dairy Science, The University of Georgia. 15 p.
- Klanic Z., Golda J., Suchánek B. et al. (1993): Uplatnění masných plemen skotu v České republice. VÚCHS Rapotín. 46 p.
- Kratochvílová M., Vacek M., Řehák D., Štipková M., Urban F. (1996): Vztahy mezi růstem a tělesným vývinem jalovic černostrakatého skotu v 15 měsících věku. Živoč. Vyr., 41: 257–263.
- Louda F. (1995): Tělesná kondice plemenic masných plemen skotu. Náš Chov (Praha), LV: 26–27.
- Pytloun J., Louda F., Suchan V. et al. (1994): Základy chovu masných plemen skotu. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. 35 p.
- Teslík V. et al. (1995): Chov masných plemen skotu. Šumperk, ČSCHMS. 241 p.
- Žižlavský J., Kučera J., Ondráková M., Gotthardová J. (1997): Hodnocení růstu jalovic narozených z embryotransferu. Živoč. Vyr., 42: 303–309.

Received for publication on November 6, 1998

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

Ing. Luděk Stádník, Česká zemědělská univerzita, katedra chovu skotu a mlékařství, Kamýcká 297, 165 21 Praha 6-Suchdol, Česká republika, tel.: 02/24 38 30 71, fax: 02/24 38 30 76, e-mail: stadnik@af.czu.cz

OVĚŘENÍ VLIVU ZVÝŠENÝCH DÁVEK VITAMINU E NA UŽITKOVÉ A HEMATOLOGICKÉ UKAZATELE U BROJLERŮ

THE INFLUENCE OF INCREASED DOSES OF VITAMIN E ON PRODUCTION AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN BROILERS

A. Fučíková¹, L. Papešová², A. Konečná¹, T. Hodina¹

¹*Czech University of Agriculture, Faculty of Agronomy, Prague, Czech Republic*

²*Biofaktory Praha s.r.o., Prague, Czech Republic*

ABSTRACT: The aim of the work was to study an effect of higher vitamin E doses in fat-enriched diets on production and hematological parameters in broilers, and to recommend an optimum dose. The effect of graded vitamin E doses was verified on ROSS 208 broilers. The graded vitamin E doses in the loose diet fed *ad libitum* were 0; 25; 50; 100; and 150 ppm (added values). Trials lasted for 42 days. In trials 1 and 2, the following was studied: production parameters (live body weight, feed conversion), state of health on days 21 and 42, red and white blood picture on day 42. The evaluation of the red blood picture in trial 1 revealed significant differences in hematocrit values between 50 ppm vitamin E group and that of 150 ppm vitamin E. The red blood count results have indicated an evident growth of all its values in doses of 25, 50 and 100 ppm in both trials. The white blood count revealed no substantial dependence on vitamin E levels, even though a significant difference was found in monocyte counts between 25 ppm and 100 ppm. The data found must be verified on a higher number of animals using higher doses of vitamin E than those tested. It can be stated that the highest efficacy of vitamin E in terms of growth and feed conversion has been proved in 50 ppm and/or 100 ppm of vitamin E. Due to an insignificant difference between the above groups, the dose of 50 ppm added to the diet is considered to be effective.

Keywords: vitamin E; production; hematology; broiler

ABSTRAKT: Cílem pokusů bylo ověřit vliv zvýšených dávek vitamínu E (0, 25, 50, 100, 150 ppm) na užitkové vlastnosti a hematologické ukazatele u brojlerů. Pokusy byly prováděny na brojlerech masného typu ROSS ve dvou opakováních. V 21 a 42 dnech věku brojlerů byla hodnocena hmotnost a ve 42 dnech věku konverze krmiva a ukazatele červeného a bílého krevního obrazu. U hematologických ukazatelů byly signifikantní rozdíly zjištěny u hodnot hematokritu v 1. pokuse a u hodnot monocytů ve 2. pokuse. Z výsledků červeného krevního obrazu je patrné mírné zvýšení jeho hodnot u 25, 50 a 100 ppm vitamínu E v obou pokusech. Zjištění závislosti vyžaduje prověření na větším počtu zvířat při použití vyšších dávek vitamínu E (nad 150 ppm). Nejvyšší účinnost vitamínu E ve vztahu k růstu a konverzi krmiva byla prokázána na hladině 50 ppm, resp. 100 ppm vitamínu E. Vzhledem k nevýznamnosti rozdílu mezi výše uvedenými skupinami pokládáme za dostatečně účinnou dávku 50 ppm vitamínu E přidávaného do krmné směsi.

Klíčová slova: vitamin E; užitkové ukazatele; hematologie; brojler

ÚVOD

V letech 1920–1923 byl izolován alfa a beta tokoferol z klíčkového oleje a byl nazván „vitaminem E“. Od té doby bylo nashromážděno velké množství poznatků o vlastnostech a působení tokoferolů. V přirozených podmínkách zahrnuje skupina tokoferolů 7 forem, z nichž nejúčinnější je alfa forma. Tato forma představuje 95 % celkové aktivity vitamínu E v krmivech (Vrzgula, 1990). Vitamin E je významný antioxidant a je přítomen ve všech orgánech a tkáních. Do celko-

vého metabolismu zasahuje tím, že zpomaluje štěpení živin při následném uvolňování energie. Uvnitř buněk chrání buněčné membrány, mitochondrie a nenasycené fosfolipidy před oxidací a snižuje tak spotřebu kyslíku v organismu (Putman, 1982), stimuluje imunitní odpověď a tlumí zánětlivé procesy (Dutta-Roy *et al.*, 1994). V plazmě je vitamin E vázán především na lipoproteiny (chylomikra, VDL a HDL), ale o jeho transportu v buňce je zatím známo málo (Dutta-Roy *et al.*, 1994). Vitamin E příznivě zasahuje do metabolismu svalové bílkoviny, přispívá k normálnímu vývinu buněk, k je-

jich regeneraci a růstu (Zalabák *et al.*, 1984). Vitamin E je důležitý pro dělení buněk, dále pro nervstvo a kožní svalovinu. Nejdéle známý je vliv tokoferolu na plodnost. Podle novějších poznatků je charakteristickou vlastností vitamínu E jeho schopnost předávat vodík radikálům, které vznikají při intermediárním metabolismu, a v dalším cyklu regenerovat chromované jádro molekuly prostřednictvím systému kyselina askorbová – glutation. Má tedy výrazný účinek antioxidační podobně jako jiné přirozené antioxidanty, např. vitamin C nebo selen (Zalabák *et al.*, 1984). Obsah vitamínu E v krmivu je nezastupitelný zejména u prasat a drůbeže (Vrzgula, 1990). Velmi důležité je zastoupení vitamínu E v krmivech pro plemennou i vykrmovanou drůbež, protože nedostatečné zásobení plemenných nosnic má za následek především nízký obsah vitamínu E ve vejcích a s tím související jeho nedostatečnou rezervu u jednodenních kuřat. Whitehead (1995) zjistil v celé řadě pokusů na drůbeži, že potřeba vitamínu E pro růst a snášku vajec je relativně nízká. Vysoké hladiny vitamínu E v dietě (10 000 mg/kg diety) snižují vaječnou produkci. Nutriční zásady ve smyslu vysokých dávek zlepšují imunitní reakce organismu, ale pozitivní vliv na užitkové ukazatele (růst, konverze krmiva, produkce vajec) nebyl při zvyšování přidávaného vitamínu E prokázán (Klasing, 1991; Weber, 1995).

MATERIÁL A METODA

Cílem biologické testace bylo ověřit vliv zvýšených dávek vitamínu E na užitkové vlastnosti a hematologické ukazatele u brojlerů a podle výsledků doporučit dávku vitamínu E do tukovaných krmných směsí pro brojlerů. Výsledné ukazatele byly studovány ve skupinách s odstupňovanými dávkami vitamínu E ve 42denním výkrmu brojlerů. Pokusy probíhaly podle následujícího schématu:

Pokus	1 + 2	1 + 2	1 + 2	1 + 2	1 + 2
Skupina	I	II	III	IV	V
Počet ks	60	60	60	60	60
Přidaný vitamin E v mg/kg KS*	0	25	50	100	150

* v dalším textu budou dávky vitamínu E (mg/kg) vyjadřovány v hodnotách ppm

Pokusy byly prováděny na brojlerch masného typu ROSS. Průměrná živá hmotnost brojlerů při naskladnění se pohybovala od 42 do 45 g. Brojleři byli umístěni v boxech po 30 kusech a dostávali sypkou krmnou směs BR 1 a BR 2 (tab. I) *ad libitum*. Pokusné krmné směsi byly bez doplňků biofaktorů připravovány ve výrobně krmných směsí společnosti Bentrade Benešov. Ve vývojové hale firmy Biofaktory Praha, s. r. o., byly přidávány doplňky biofaktorů (tab. II) s odstupňovanými dávkami vitamínu E. Během pokusu byl dodržován technologický postup platný pro výkrm brojlerů ROSS (teplotní a světelný režim). Vliv dávek vitamínu E byl

I. Složení pokusných krmných směsí BR1 a BR2 a kalkulovaný obsah živin – Formulation of experimental feed mixtures BR1 and BR2 and calculated nutrient contents

Komponenta ¹	BR1 (%)	BR2 (%)
Pšenice ² (12,5 % NL)	47	29,5
Kukuřice ³	18,5	37,8
Extrahovaný sójový šrot ⁴ (43 % NL)	21	19,5
Rybí moučka ⁵ (62 % NL)	4	3
Masokostní moučka ⁶ (49 % NL)	4	5
Tuk kafleřní ⁷	3	3
Minerální směs ⁸	1,5	1,2
Směs vitamínů, aminokyselin a antikoagidič (Biovitamin Super BR1) – doplněk biofaktorů ⁹	1	1
Kalkulovaný obsah živin ¹⁰	BR1	BR2
Med MJ	12,50	12,80
NL g	216,85	203,45
VL g	32,46	30,85
ARG g	13,16	12,37
LYS g	12,33	11,45
MET g	5,52	5,12
THR g	7,76	7,39
TRP g	2,41	2,12
MET + CYS g	9,20	8,60
P nefyt. g	4,03	4,15
Ca g	10,77	10,55
P celk. g	7,81	7,57
Na g	1,74	1,61
Mn g	66,99	52,30
Zn g	71,73	61,21
Kyselina linolová ¹¹ g	10,72	13,55
Vitamin ¹² A m.j.	14 433,24	11 677,45
Vitamin D ₃ m.j.	3 000,30	2 000,20
Vitamin B ₂ mg	6,69	6,14
Vitamin B ₁₂ mg	0,04	–
Vitamin E mg*	8,8	6,8

* obsah vitamínu E z nativních zdrojů – vitamin E content from native sources

¹ingredient, ²wheat, ³corn, ⁴soybean meal, ⁵fishmeal, ⁶meat-bone meal, ⁷waste fat, ⁸mineral mixture, ⁹mixture of vitamins, amino acids and anticoccidials (Biovitamin Super BR1) – biofactor supplement, ¹⁰calculated nutrient contents, ¹¹linoleic acid, ¹²vitamin

ověřován v dvou pokusech. Do prvního pokusu byli zařazeni kohoutci a slepičky, do druhého pokusu pouze kohoutci.

SLEDOVANÉ UKAZATELE

- užitkové ukazatele
 - živá hmotnost
 - konverze krmiva
 - zdravotní stav (vyjádřen počtem úhynů)
- hematologické ukazatele
 - červený a bílý krevní obraz.

	Biovitamin BR1 – SUPER (m.j.)	Biovitamin BR2 – SUPER (m.j.)
VITAMINY¹		
Vitamin A	1 250 000	1 200 000
Vitamin D ₃	350 000	250 000
Vitamin E	*	*
Vitamin K ₃	300	500
Vitamin B ₁	300	500
Vitamin B ₂	600	1 000
Vitamin B ₆	450	600
Vitamin B ₁₂	2,5	4
Niacin ²	3 000	5 000
Pantotenan vápenatý ³	1 500	4 000
Biotin ⁴	7,5	–
Kyselina listová ⁵	100	–
Cholin ⁶	40 000	40 000
AMINOKYSELINY⁷		
DL-metionin	200 000	180 000
L-lyzin HCl	200 000	185 000
ANTI-KOKCIDIKA⁸		
Metichlorpindol	10 000	–
+ metylbenzochát	835	–
Maduramicin	–	500

Dávkování: 1 %, tj. 10 kg premixu do 1 t krmné směsi
Vitamin E byl zařazen do premixu (do DB) v odstupňovaných dávkách, tak aby konečná hladina vitamínu E v krmné směsi byla 25 až 150 mg/kg (tj. 25–150 ppm) podle schématu pokusu na začátku kapitoly Materiál a metoda

Dosing: 1%, i.e. 10 kg of premix per 1 t of feed mixture
Vitamin E was included in premix (in DB) at graded doses so that the final level of vitamin E in feed mixture would be 25–150 mg/kg (i.e. 25–150 ppm) in accordance with a trial design described at the beginning of the section Material and Methods

¹vitamins, ²niacin, ³calcium pantothenate, ⁴biotin, ⁵follic acid, ⁶choline, ⁷amino acids, DL-methionine, L-Lysine HCl, ⁸anticoagulants, Metichlorpindol + methylbenzoate, Maduramycin

Hmotnost kuřat byla sledována ve věku 21 a 42 dnů. Konverze krmiva a hematologické hodnoty byly vyhodnoceny ve 42. dni věku brojlerů. Krev byla odebrána z *vena brachialis* a stabilizována K₂EDTA. Počet erytrocytů (Er), hodnoty hematokritu (Hk), hodnoty hemoglobinu (Hb), hodnoty středního objemu erytrocytů (MCV – mean cell volume) a počet leukocytů (Le) byl stanoven na počítači COULTER COUNTER, model ZF (Coulter Electronics Ltd., England). Procentuální zastoupení jednotlivých typů bílých krvinek (diferenciální rozpočet leukocytů Ne, Mo, Ly) bylo vyhodnoceno po obarvení Papanheimovou metodou. Statistické zpracování zjištěných hodnot bylo provedeno analýzou rozptylu jednoduchého třídění s využitím Tukeyho metody (živá hmotnost, hematologické ukazatele) a průkaznost rozdílů byla vyhodnocena Duncanovým testem.

VÝSLEDKY

POKUS 1

Užitkové ukazatele

V pokuse byly zjištěny změny sledovaných parametrů v závislosti na hladině vitamínu E. Signifikantně vyšší hodnoty hmotnosti byly zjištěny ve skupině s 25 a 50 ppm vitamínu E. Nejvyšší účinnost konverze krmiva byla dosažena ve skupině s 50 ppm vitamínu E. Zdravotní stav kuřat byl dobrý, úhyny byly převážně v 1. týdnu věku kuřat. Výsledky užitkových ukazatelů pokusu 1 jsou uvedeny v tab. III.

Hematologické ukazatele

Ze sledovaných hematologických ukazatelů byly zjištěny signifikantní rozdíly u hodnot hematokritu mezi skupinou s dávkou 50 ppm a 150 ppm vitamínu E (tab. IV a V).

POKUS 2

Užitkové ukazatele

Ve 2. pokuse byly významně vyšší hodnoty živé hmotnosti zaznamenány ve skupinách s 50 ppm a 100 ppm vitamínu E (tab. VI). Celkově vyšší živá hmotnost kuřat dosažená na konci pokusu ve všech skupinách souvisí s pohlavím (kohoutci) a s vyšší počáteční hmotností jednodenních kuřat. Nejvyšší účinnost konverze krmiva byla prokázána ve skupině se 100 ppm vitamínu E.

Hematologické ukazatele

Ve 2. pokuse byl ve věku 42 dnů zaznamenán významný rozdíl v bílém krevním obrazu v počtu monocytů mezi skupinou s 25 ppm a 100 ppm vitamínu E (tab. VII a VIII).

DISKUSE

Hladina vitamínu E u drůbeže je stále sledovaným ukazatelem jak z hlediska využití a ovlivnění procesů v organismu, tak z hlediska ekonomického. Firmy, které se zabývají šlechtěním drůbeže, uvádějí různá doporučení dávek vitamínu E do krmných směsí (nejsou součástí sdělení). Na základě řady odlišných údajů, které jsme získali z teoretických studií a technologických postupů, jsme se rozhodli ověřit potřebnou dávku vitamínu E jako přísadku do krmných směsí pro výkrm drůbeže. Z výsledků našich pokusů vyplývá, že jako nejúčinnější se ukazuje fortifikace krmné směsi vitamí-

III. Výsledky pokusu č. 1 – Results of trial 1

Skupina ¹		I	II	III	V
Dávka přidávaného vitamínu E mg/kg KS ²	(ppm)	0	25	50	150
		$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
Průměrná počáteční hmotnost ³	(g)	42,4	42,6	42,6	42,5
Průměrná hmotnost v 21. dni věku ⁴	(g)	a 600 ± 37	a 602 ± 44	b 611 ± 25	ab 610 ± 8
Průměrná hmotnost ve 42. dni věku ⁵	(g)	a 1 834 ± 257	b 1 896 ± 251	b 1 903 ± 218	ab 1 879 ± 218
Konverze krmiva – 1. až 42. den ⁶	(kg)	2,10	2,06	2,04	2,05
Index	(%)	100	98,1	97,1	97,6
Ztráty úhynem ⁷					
1–21	(ks)	1	1	1	1
21–42	(ks)	0	0	0	0
Celkem ⁸ 1–42	(ks)	1	1	1	1

Poznámka: do pokusu byli zařazeni kohoutci i slepičky

a, b, c – rozdíly mezi hodnotami označenými stejnými písmeny (v řádku) jsou statisticky nevýznamné ($P > 0,05$)

Note: both cockerels and pullets were included in the trial

a, b, c – differences between the values designated by the same letters (in the line) are statistically insignificant ($P > 0,05$)

¹group 1, ²dose of vitamin E added, ³average initial weight, ⁴average weight at 21 days of age, ⁵average weight at 42 days of age, ⁶feed conversion – days 1–42, ⁷mortality loss, ⁸total

IV. Hodnoty červeného krevního obrazu u brojlerů (1. pokus) – The values of red blood picture in broilers (trial 1)

Skupina ¹	Vitamin ² E (mg/kg)	Er (T/l)				Hk (%)				Hb (g/100 ml)				MCV (fl)			
		n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s
1		8	2,26	a	0,23	8	29,99	ab	3,04	8	11,86	a	1,49	8	130,25	a	2,92
2	25	8	2,38	a	0,21	8	32,83	ab	2,75	8	13,19	a	1,03	8	135,00	a	7,33
3	50	8	2,46	a	0,12	8	34,10	b	1,89	8	13,25	a	0,70	8	135,50	a	4,14
4	100	8	2,40	a	0,16	8	32,64	ab	1,99	8	12,80	a	1,08	8	133,25	a	4,17
5	150	8	2,20	a	0,31	8	29,19	a	4,45	8	12,00	a	1,08	8	130,50	a	4,63

* rozdíly mezi průměry označené stejnými písmeny nejsou statisticky významné ($P > 0,05$) – differences between the means designated by the same letters are not statistically significant ($P > 0,05$)

¹group, ²vitamin

V. Hodnoty bílého krevního obrazu u brojlerů (1. pokus) – The values of white blood picture in broilers (trial 1)

Skupina ¹	Vitamin ² E (mg/kg)	Le (G/l)				Ly (%)				Mo (%)				Ne (%)			
		n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s
1		8	21,65	a	4,39	8	60,43	a	6,75	8	3,14	a	1,07	8	36,43	a	6,68
2	25	8	21,79	a	2,84	8	62,17	a	7,55	8	2,33	a	0,82	8	35,50	a	7,50
3	50	8	23,95	a	3,70	8	62,00	a	9,77	8	2,50	a	0,76	8	35,50	a	9,21
4	100	8	23,86	a	2,34	8	63,40	a	4,51	8	2,20	a	1,10	8	34,40	a	4,72
5	150	8	21,45	a	3,32	8	60,00	a	9,56	8	2,25	a	0,96	8	37,75	a	8,96

* rozdíly mezi průměry označené stejnými písmeny nejsou statisticky významné ($P > 0,05$) – differences between the means designated by the same letters are not statistically significant ($P > 0,05$)

¹group, ²vitamin

nem E v dávce 50 nebo 100 ppm. Maurice a Lightsey (1996), kteří studovali přídavky vitamínu E (13, 100, 300 ppm) do krmných směsí ve vztahu k užítkovosti a imunokompetenci u různých genotypů, zjistili nejlep-

ší užítkovost (hmotnost, konverze krmiva) u skupiny se 100 ppm vitamínu E. Obdobné výsledky získali Blumm *et al.* (1992) a McIlroy *et al.* (1993). Při vyšší hladině přidávaného vitamínu E (150 ppm) jsme prokázali, že

VI. Výsledky pokusu č. 2 – Results of trial 2

Skupina ¹	I	II	III	IV	V
Dávka přidávaného vitamínu E mg/kg KS ² (ppm)	0	25	50	100	150
	$\bar{x} \pm s$				
Průměrná počáteční hmotnost ³ (g)	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5
Průměrná hmotnost v 21. dni věku ⁴ (g)	a 676 ± 79	a 675 ± 76	b 705 ± 59	ab 683 ± 65	ab 684 ± 61
Průměrná hmotnost ve 42. dni věku ⁵ (g)	a 2 308 ± 207	b 2 374 ± 212	c 2 405 ± 205	c 2 405 ± 231	b 2 360 ± 215
Konverze krmiva – 1. až 42. den ⁶ (kg)	2,38	2,30	2,28	2,25	2,28
Index (%)	100	96,6	95,7	94,5	95,7
Ztráty úhynem ⁷					
1–21 (ks)	0	0	1	1	2
21–42 (ks)	0	2	2	1	2
Celkem ⁸ 1–42 (ks)	0	2	3	2	4

Poznámka: do pokusu byli zařazeni kohoutci i slepičky

a, b, c – rozdíly mezi hodnotami označenými stejnými písmeny (v řádku) jsou statisticky nevýznamné ($P > 0,05$)

Note: both cockerels and pullets were included in the trial

a, b, c – differences between the values designated by the same letters (in the line) are statistically insignificant ($P > 0,05$)

¹group, ²dose of vitamin E added, ³average initial weight, ⁴average weight at 21 days of age, ⁵average weight at 42 days of age, ⁶feed conversion – days 1–42, ⁷mortality loss, ⁸total

VII. Hodnoty červeného krevního obrazu u brojlerů (2. pokus) – The values of red blood picture in broilers (trial 2)

Skupina ¹	Vitamin ² E (mg/kg)	Er (T/l)				Hk (%)				Hb (g/100 ml)				MCV (fl)			
		n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s
1		8	2,34	a	0,25	8	30,04	a	3,23	8	12,59	a	1,14	8	125,38	a	6,02
2	25	8	2,42	a	0,25	8	30,93	a	3,38	8	12,60	a	1,19	8	125,25	a	4,06
3	50	8	2,62	a	0,16	8	33,93	a	3,94	8	14,09	a	0,93	8	126,13	a	8,44
4	100	8	2,49	a	0,23	8	33,06	a	4,88	8	13,39	a	2,42	8	130,50	a	14,61
5	150	8	2,51	a	0,46	8	31,25	a	5,81	8	14,38	a	3,48	8	121,75	a	6,43

* rozdíly mezi průměry označené stejnými písmeny nejsou statisticky významné ($P > 0,05$) – differences between the means designated by the same letters are not statistically significant ($P > 0,05$)

¹group, ²vitamin

VIII. Hodnoty bílého krevního obrazu u brojlerů (2. pokus) – The values of white blood picture in broilers (trial 2)

Skupina ¹	Vitamin ² E (mg/kg)	Le (G/l)				Ly (%)				Mo (%)				Ne (%)			
		n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s	n	\bar{x}	*	s
1		8	20,33	a	1,82	8	64,38	a	5,24	8	3,88	ab	1,13	8	31,75	a	4,37
2	25	8	19,31	a	3,52	8	61,38	a	4,31	8	5,50	b	1,31	8	33,13	a	3,72
3	50	8	22,49	a	0,98	8	66,00	a	5,13	8	4,63	ab	1,41	8	29,38	a	4,96
4	100	8	20,54	a	2,58	8	60,63	a	7,67	8	3,38	a	1,30	8	36,00	a	8,32
5	150	8	21,56	a	5,15	8	64,00	a	2,51	8	3,88	ab	1,55	8	32,13	a	3,60

* rozdíly mezi průměry označené stejnými písmeny nejsou statisticky významné ($P > 0,05$) – differences between the means designated by the same letters are not statistically significant ($P > 0,05$)

¹group, ²vitamin

se mírně snížila intenzita růstu a účinnost konverze krmiva, což je v souladu s tvrzením autorů Klasing (1991), Weber (1995) a Whitehead (1995). Hodnoty červeného a bílého krevního obrazu nebyly významně ovlivněny

dávkami vitamínu E. Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány u hodnot hematokritu v 1. pokuse a hodnot monocytů ve 2. pokuse. Z uvedených výsledků nelze učinit závěry, které se týkají dávek vitamínu E,

protože v dalším, resp. předchozím pokuse nebyly statistické rozdíly u uvedených ukazatelů zjištěny. Nicméně mírné zvýšení všech hodnot červeného krevního obrazu je patrné u dávek 25, 50 a 100 ppm v obou pokusech. Stejnou problematikou se zabývali Jakobsen *et al.* (1995). Tito autoři sledovali vliv diet s přísádkem vitamínu E (100 a 150 ppm krmné směsi) na ukazatele červeného krevního obrazu u brojlerových kuřic po dobu pěti týdnů. Rozdíly v hodnotách hematokritu nebyly u sledovaných skupin statisticky významné. Pokles počtu erytrocytů, hemoglobinu a hematokritu při dávce 325 ppm vitamínu E popisují ve své práci Franchini *et al.* (1988). Z našich výsledků hodnocení hematologických ukazatelů vyplývá, že sledované dávky vitamínu E neovlivnily významně ukazatele červeného a bílého krevního obrazu a zjištěné závislosti vyžadují ověření na větším počtu zvířat při použití vyšší (nad 150 ppm) dávky vitamínu E.

LITERATURA

Blumm, J. C., Touraille C., Salichon M. R., Ricard F. H., Frigg M. (1992): Effect of dietary vitamin E supplies in broilers. 2. Male and female growth rate, viability, immune response, fat content and meat flavour variations during storage. *Arch. Geflügelkd.*, 56: 37–42.

Dutta-Roy A. K., Gordon M. J., Campbell F. M., Duthie G. G., James W. P. T. (1994): Vitamin E requirements, transport, and metabolism: Role of alpha-tocopherol, binding proteins. *J. Nutr. Biochem.*, 5: 562–570.

Franchini A., Melluzzi M., Bertuzzi S., Giordani G. (1988): High dosis of vitamin E in the broilers diets. *Arch. Geflügelkd.*, 52: 12–16.

Jakobsen K., Engberg R. M., Andersen J. O., Jensen S. K., Lauridsen C., Sorensen P., Henckel P., Bertelsen G., Skibsted L., Jensen C. (1995): Supplementation of broiler diets with all- rac- alpha or a mixture of natural source RRR alpha, gamma, delta tocopheryl acetate. 1. Effect on vitamin E status of broilers in vivo and at slaughter. *Poultry Sci.*, 74: 12.

Klassing K. C. (1991): Avian inflammatory response: Mediation by macrophages. *Poultry Sci.*, 70: 1176–1186.

Maurice D. V., Lightsey S. F. (1996): Immunocompetence of slow and fast growing broiler chickens fed different levels of vitamin E. In: *Proc. World's Poultry Congr.*, Vol. II.: 93–98.

McIlroy S. G., Goodall E. A., McNulty M. S., Kennedy D. G. (1993): Improved performance in commercial broiler flocks with subclinical infectious bursal disease when fed diets containing increased concentration of vitamin E. *Avian Pathol.*, 22: 81–94.

Putman M. (1982): Vitamin E for pigs. In: *The Pigs Veterinary Society Proc.*, 4: 178–183.

Vrzgula L. (1990): Poruchy látkového metabolismu hospodárskych zvierat a ich prevencia. Bratislava, *Príroda*: 263–334.

Weber H. (1995): Vitamins and immune response of farm animals. In: *Proc. Feed Meeting, Expoaviga 95, Barcelona, November 1995.*

Whitehead C. C. (1995): Current knowledge on vitamin requirements of poultry. In: *Atlanta Conf.*, 1995.

Zalabák V. (1984): Specificky účinné látky ve výživě zvířat. Praha, *Academia*: 110–120.

Došlo 28. 12. 1998

Přijato k publikování 4. 5. 1999

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Alena Fučíková, CSc., Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, Kamýčká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 28 03, fax: 02/24 38 20 63

A COMPARATIVE STUDY ON THE INDUCED SPAWNING IN FEMALE LOACH (*MISGURNUS FOSSILIS*) BY MEANS OF SINGLE AND DOUBLE PITUITARY INJECTION TECHNIQUE*

SROVNÁVACÍ STUDIE INDUKOVANÉHO VÝTĚRU U SAMIC PISKOŘE PRUHOVANÉHO (*MISGURNUS FOSSILIS*) PROSTŘEDNICTVÍM JEDNO- A DVOUDÁVKOVÉ INJIKACE

I. Adámková-Stibranyiová¹, Z. Adámek¹, I. Šútovský²

¹ University of South Bohemia, Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology, Laboratory Pohořelice, Czech Republic

² Fisheries Pohořelice Co., Czech Republic

ABSTRACT: The spawning in eight loach (*Misgurnus fossilis* L.) females of body weight 36.3 ± 8.3 g (total and standard lengths of 200 ± 18 and 177 ± 16 mm, respectively) and five males of body weight 24.9 ± 4.5 g (total and standard lengths of 183 ± 14 mm and 162 ± 10 mm, respectively) was induced. The same dose (5 mg per kg of body weight) of carp pituitary was administered to the females in one (group A) and two (group B) injections, 12 h apart. Ovulation occurred in all treated females, while the used treatment technique affected significantly ($P < 0.001$) the time between injection and ovulation. Females in the group A appeared to have a longer time to ovulation compared to that in the group B. Ovulation occurred 20–21 h (392–412 hourgrades) and 12–13 h (234–254 hourgrades) following the decisive injection in the groups A and B, respectively. There were no statistically significant effects between both groups on any other spawning characteristics. The relative weight of ovulated eggs represented $22.6 \pm 5.0\%$ of female's weight prior to the propagation. Altogether $8\,786 \pm 2\,161$ eggs of individual weight of 1.00 ± 0.03 mg were gained from one female. Relative stripping fecundity reached 224.7 ± 51.0 ths. eggs per 1 kg female's weight. A viable offspring was gained after fertilization and incubation of stripped eggs.

Keywords: *Misgurnus fossilis*; induced spawning; pituitary treatment; ovulation; eggs; stripping fecundity

ABSTRAKT: Byl indukován výtěr u osmi samic piskoře pruhovaného (*Misgurnus fossilis* L.) o individuální hmotnosti $36,3 \pm 8,3$ g (celková a standardní délka 200 ± 18 mm a 177 ± 16 mm) a pěti samců o individuální hmotnosti $24,9 \pm 4,5$ g (celková a standardní délka 183 ± 14 mm a 162 ± 10 mm). Samicím byla podána identická dávka (5 mg na kg hmotnosti těla) kapří hypofýzy jednorázovou injikací (skupina A) nebo injikací ve dvou oddělených dávkách (skupina B) v intervalu 12 h. Ovulace byla dosažena u všech ošetřených samic, přičemž použitý injikační postup významně ovlivnil dobu mezi injikací a ovulací. Doba potřebná pro dosažení ovulace byla u samic skupiny A delší ($P < 0,001$) ve srovnání se skupinou B. Ovulace ve skupinách A a B nastala 20 až 21 h (392–412 hodinových stupňů) a 12 až 13 h (234–254 hodinových stupňů) po injikaci. Statisticky významné rozdíly mezi oběma skupinami u jiných reprodukčních ukazatelů nebyly prokázány. Relativní hmotnost vytřených jiker reprezentovala $22,6 \pm 5,0\%$ hmotnosti samic před výtěrem. Od jedné samice bylo získáno $8\,786 \pm 2\,161$ jiker o individuální hmotnosti $1,00 \pm 0,03$ mg. Relativní pracovní plodnost dosáhla $224,7 \pm 51,0$ tis. jiker na 1 kg hmotnosti samic. Po oplodnění a inkubaci vytřených jiker bylo získáno životaschopné potomstvo.

Klíčová slova: *Misgurnus fossilis*; indukovaný výtěr; hypofýzace; ovulace; jikry; pracovní plodnost

INTRODUCTION

Loach *M. fossilis* (Linnaeus, 1758) is classified among endangered species according to the Czech Nature Pro-

tection Act No. 114/1992. The endangered state of *Misgurnus fossilis* populations is documented by a considerable reduction of localities of its distribution and declining abundance of populations (Lusk, Hanel, 1996).

* This work was financially supported by the Fund of Universities Development of the Ministry of Education, Youth and Sport of the Czech Republic (Project No. F 826). Manipulation with loach individuals was performed on the basis of an exception from basic rules for the protection of particularly protected animals granted by Regional Council in Břeclav (No. ZP 693/95-246/Pr).

Artificial breeding methods have been recently started in *M. fossilis* for the needs of its reintroduction for the benefit of conservation of fish fauna species diversity. As known from the literature data, Geldhauser (1992) tested the possibility of carp pituitary treatment for the artificial propagation of loach, and he gained eggs from 9 (75%) females, when using one injection dose of 3 mg pituitary per kg of female body weight. On the contrary, Bohl (1993) reported that no induced ovulation was registered in any of 5 loach females treated with 3–5 mg carp pituitary in one injection, but the ovulation occurred in 23 (85%) females via high doses of carp pituitary (8–12 mg). In the Czech Republic, the loach artificial reproduction was attempted firstly in 1993 (Kouřil, Hamáčková, 1996; Kouřil *et al.*, 1996). A carp pituitary dose of 5 mg per kg administered in two injections (0.5 and 4.5 mg per kg) 17.5 h apart was found to be effective in induction of ovulation in 3 (60%) loach females.

In addition to this knowledge, this study was focused on the comparison between the use of pituitary treatment techniques with one and two (preliminary and decisive) injections as a tool of spawning induction in loach females of the identical origin. Carp pituitary of 5 mg per kg of body weight was used for this purpose, when 10 per cent of pituitary was given in a preliminary dose, and a shorter, only 12 h interval between preliminary and decisive injection was tested in the case of double injection treatment technique.

MATERIAL AND METHODS

The broodfish of loach were caught at the beginning of May (water temperature 15.2 °C), using a lift net and a dip net in macrophyte beds in a channel connecting the ponds in the Pohofelice region. Only eight females of individual weight of 36.3 ± 8.3 g, total length (TL) of 200 ± 18 mm and standard length (SL) of 177 ± 16 mm, and five males of weight of 24.9 ± 4.5 g, TL of 183 ± 14 mm and SL of 162 ± 10 mm were captured. Fish were transferred into flow-through hatchery tanks where they were left for one week under gradually increasing water temperature up to 19 to 20 °C. Subsequently, the females were divided into two groups (A and B), whilst the females of the group B were preliminarily treated with 0.5 mg dry pituitary per kilogram of body weight. After the elapse of 12 hours, the decisive injections of pituitary in the dose of 4.5 mg per kg were given to the females of the group B, and the pituitary dose of 5 mg per kg were administered in one injection to the females of the group A and to the males (Table I). Dried carp pituitaries were ground and dissolved in the physiological saline before the intramuscular administration.

Ovulating females were anaesthetised and hand stripped into separate dry containers. The stripped eggs were weighed and a representative sample of 100 to 150 eggs was taken from each female. After that, the

I. Experimental design of artificial propagation of loach (*Misgurnus fossilis* L.) under controlled conditions

Sex	Group	Pituitary dose	Fish weight	Total length	Standard length
		(mg/kg)	(g)	(mm)	(mm)
Females	A	5	44.9	213	190
			39.9	204	182
			37.4	211	184
			17.4	157	140
	B	0.5 + 4.5	41.5	210	187
			34.9	198	176
			37.7	199	174
			37.0	207	186
Males		5	21.0	177	155
			20.2	164	148
			26.1	186	168
			25.7	187	166
			31.4	201	173

eggs were mixed together and fertilized with pooled milt of males which was taken by a syringe. The container content was mixed, activated by tempered well water and the egg stickiness was removed using milk diluted with water at a ratio 1 : 10 (50 min) followed by the application of clay suspension (5 min). Eggs were incubated in 9-litre Zuger jars. The stripped fish were released into the natural locality after the preventive treatment in a formaldehyde-malachite green solution.

Each stripped female was subjected to the following examinations: time between injection and ovulation (hours and hourgrades), relative weight of ovulated eggs (% of total body weight of female prior to propagation), unswollen egg weight (mg), absolute stripping fecundity (eggs per female), relative stripping fecundity (ths. eggs per 1 kg of female). Because of restricted manipulation with loach individuals (see Introduction) the gonadosomatic index could not be assessed for the reasons of the necessity to sacrifice fish. Results were statistically analysed using two sample analysis.

RESULTS

Ovulation was induced in all (100%) females of loach treated with carp pituitary. Administration of pituitary either in one or two injections did not affect either ability to spawn or stripping fecundity of broodfish, but significantly influenced ($P < 0.001$) the time required for the attainment of ovulation (Table II). The females of the group B (double injection technique) ovulated 12 to 13 hours (234 to 254 hourgrades) following the decisive injection. In the group A (one injection) ovulation occurred 20–21 h (392–412 hourgrades) after pituitary administration, while one female in this group was not stripped totally. Its stripping was interrupted without

II. Artificial propagation characteristics of loach females, treated with one (A) and two (B) injections of carp pituitary

Group	Weight	Time between injection and ovulation		Relative weight of ovulated eggs	Egg weight	Absolute stripping fecundity	Relative stripping fecundity
	(g)	h	hourgrade	(%)	(mg)	(eggs/female)	(ths. eggs/kg female)
A	44.9	20	392	23.8	0.99	10 800	240.5
	39.9	20	392	28.1	1.00	11 200	280.7
	37.4	20	392	13.1	0.98	5 000	133.7
	17.4	21	412	11.8 ¹	0.98	2 100 ¹	120.7 ¹
B	41.5	12	234	19.4	1.06	7 600	183.1
	34.9	12	234	22.3	1.00	7 800	223.5
	37.7	13	254	24.4	1.00	9200	244.0
	37.0	13	254	26.8	1.00	9900	267.6

¹ partly stripped

emptying the ovary when finding a low quality of stripped eggs (approximately 30% proportion of eggs white in color) and due to the danger of a deep trauma for stripped fish. This phenomenon should not be linked with the single injection pituitary technique apparently, as this brood female was about half in size (17.4 g) in comparison with the others and externally it seemed not to be fully mature already prior to the injection.

Relative weight of stripped eggs reached on average $22.6 \pm 5.0\%$ of female's weight prior to the propagation. The mean weight of one egg fluctuated between 0.98 and 1.06 mg, and reached 1.00 mg on average. Number of eggs gained from one female was from 5 000 to 11 200, $8\ 786 \pm 2\ 161$ eggs on average. Relative stripping fecundity was found to be in the range of 133.7–280.7 ths. eggs per 1 kg of female's weight, and 224.7 ± 51.0 ths. eggs on average. After fertilization and incubation of stripped eggs, a viable offspring was gained.

DISCUSSION

After administration of pituitary in two injections 12 h apart, the ovulation was achieved after a shorter time than that observed at double injection given 17.5 h apart, as reported by Kouřil, Hamáčková (1996) and Kouřil *et al.* (1996) (Table III). When treating with the same dose of carp pituitary in one injection, the time period required to ovulation was by 65% longer in comparison with double treatment techniques. Similarly to our findings, Bohl (1993) registered that a bigger part of broodfish from single treated females ovulated within less than 456 hourgrades, but the ovulation time of the rest of fish was twice longer. His observation regarding the stripping time is missing more detailed specification unfortunately, probably due to the low frequent fish checking. The single injected females checked in two-hour intervals (Geldhauser, 1992) ovulated later, after 597 hourgrades. Taking into account that the author spawned fish at a considerably lower

temperature than we did, the difference in stripping times might be linked with the fact that the relation between water temperature and stripping time appears to be linear in a certain temperature range. Also, as concluded by Huisman (1979), the amount of heat needed for fish maturation is not a constant value, but varies depending on the starting temperature level. The individual egg weight, as well as the relative weight of stripped eggs, was in agreement with the data of Geldhauser (1992), Kouřil, Hamáčková (1996) and Kouřil *et al.* (1996) published earlier. Similarly to these results, Podubský, Štědrónský (1954) found an average weight of ovaries as 24.17% of total weight by examination of 15 sacrificed females weighing between 15.4 and 106.5 g during a prespawning period.

Absolute stripping fecundity achieved in our experiment corresponded to the values found by the other authors in fish of similar size. Higher values occurred in females of larger size used by Geldhauser (1992). Fecundity values as total numbers of eggs in the ovaries of sacrificed fish presented by Podubský, Štědrónský (1954) (5 000–35 000 eggs, 20 000 on average) or more recently by Lusk *et al.* (1983) and Horst (1983) (5 000–30 000 and 16 000–28 000 eggs, respectively) are in good agreement with our results. The data given by Bauch (1953) (150 000 eggs per female) do not correspond to any of the above mentioned studies including this one. The relative stripping fecundity of loach females was always lower or similar when compared with relative fecundity of sacrificed fish amounting to 326 000 (Podubský, Štědrónský, 1954), and 265 000–296 000 eggs per kg body weight (Horst, 1983), which is connected with the common phenomenon of the inability of a part of eggs in ovaries to ovulate.

Acknowledgements

The authors thank Jan Kouřil for his critical comments and Fisheries Pohोřelice Co. for kindly providing the facilities.

III. Review of literature data regarding the artificial propagation of loach

Temperature (°C)	Weight of females (g)	Pituitary dose (mg/kg)	Time btw. injection and ovulation		No. of females		Relative weight of ovulated eggs (%)	Weight of eggs (mg)	Absolute stripping fecundity (eggs/female)	Relative stripping fecundity (ths. eggs/kg)	Reference
			h	hourgrade	ovulated	total					
15.3	60-120	3.0	39	597	9	12	24.21-30.95 ²	1.0-1.4 ²	20 896	214.8	Geldhauser (1992)
18-20	25-40	3-5	0	0	0	5	-	-	-	-	Bohl (1993)
		8-12	< 24	< 456 ²	13	27	-	-	4 000-8 000	-	
		< 48	< 912 ²	10							
18	14.7-68.8	0.5 + 4.5 (17.5 h) ¹	16	288	1	5	24.22 ± 6.79	1.07 ± 0.12	8 666 ± 4171	232.4 ± 93.9	Kouřil, Hamáčková (1996) Kouřil <i>et al.</i> (1996)
			17	306	2						
19-20	17.4-44.9	0.5 + 4.5 (12 h) ¹	12	234	2	4	22.6 ± 5.0 ³	1.00 ± 0.03	8 786 ± 2 161 ³	224.7 ± 51.0 ³	this study
			13	254	2						
		5.0	20	392	3	4					
			21	412	1						

- no figures

¹ time interval between preliminary and decisive injection² calculated - based on the reported data³ without value for female weighing 17.4 g (partly stripped)

REFERENCES

- Bauch G. (1953): Die einheimischen Süßwasserfische. Neumann Verlag, Berlin.
- Bohl E. (1993): Rundmäuler und Fische im Sediment. Ökologische Untersuchungen an Bachneunauge (*Lampetra planeri*), Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*) und Steinbeisser (*Cobitis taenia*) in Bayern. Ber. Bayer. Landesanst. Wasserforsch., 22: 129.
- Geldhauser F. (1992): Die kontrollierte Vermehrung des Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*, L.). Fischer u. Teichwirt. 1: 2–6.
- Horst B. (1983): Eidonomie und Anatomie des Schlammpeitzgers (*Misgurnus fossilis*, L.). [Diplomarbeit.] Universität Erlangen.
- Huisman E. A. (1979): The culture of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) under artificial conditions. Schr. Bundesforschungs. Fisch. Hamburg, 491 (14/15).
- Kouřil J., Hamáčková J. (1996): Hormonálně indukovaný umělý výtěr piskoře pruhovaného (The artificial reproduction of weatherfish, *Misgurnus fossilis* L.). In: Lusk S., Halačka K. (eds.): Biodiverzita ichtyofauny České republiky II (Biodiversity of fishes in the Czech Republic II). Brno, Akademie věd ČR, Brno: 69–72 (in Czech, with a summary in English).
- Kouřil J., Hamáčková J., Adámek Z., Sukop I., Stibranyiová I., Vachta R. (1996): The artificial propagation and culture of young weatherfish (*Misgurnus fossilis* L.). In: Kirchhofer A., Hefti D. (eds.): Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. Basel, Birkhäuser Verlag: 305–310.
- Lusk S., Hanel L. (1996): Druhá diverzita ichtyofauny České republiky (Biodiversity of the ichthyofauna in the Czech Republic). In: Lusk S., Halačka K. (eds.): Biodiverzita ichtyofauny České republiky II (Biodiversity of fishes in the Czech Republic II). Brno, Akademie věd ČR: 5–15 (in Czech, with a summary in English).
- Lusk S., Baruš V., Vostradovský J. (1983): Ryby v našich vodách (Fish in our waters). Praha, Academia. 212 p.
- Podubský V., Štědranský E. (1954): Příspěvek k biologii piskoře pruhovaného (*Misgurnus fossilis* L.). Sbor. ČSAZV, Ř. B, 27 (2–3): 333–336.

Received for publication on February 23, 1999

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

Ing. Ivana Adámková, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, pracoviště Pohořelice, Videňská 717, 691 23 Pohořelice, Česká republika, tel.: 0626/42 43 72, fax: 0626/42 42 43, e-mail: vurhupo@iol.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 dvojím způsobem:

- 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 – 1,50 Kč za 1 stranu A4

– žádanky 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).

THE EFFECT OF ENZYME PREPARATION WITH MOSTLY PROTEOLYTIC ACTIVITY IN MIXTURES FOR EARLY WEANING OF PIGLETS WITH DIFFERENT PROTEIN LEVELS ON INDICATORS OF GROWTH AND NUTRIENT DIGESTIBILITY*

VLIV ENZYMOVÉHO PREPARÁTU S PŘEVAŽUJÍCÍ PROTEOLYTICKOU AKTIVITOU VE SMĚSÍCH PRO ČASNÝ ODSTAV SELAT, S RŮZNOU HLADINOU N-LÁTEK, NA UKAZATELE RŮSTU A STRAVITELNOST ŽIVIN

P. Zobač, I. Kumprecht

Research Institute of Animal Nutrition, Pohořelice, Czech Republic

ABSTRACT: Metabolic and feeding comparative trials were conducted to study the effect of enzyme preparation Allzyme Vegpro Concentrate (AVC) with mostly proteolytic activity, when applied to complete feed mixtures for early weaning of piglets (ČOS) and containing 16 and 24% of soybean meal (21.26% and 23.81% of proteins), as exerted on piglet weight, feed consumption per 1 kg weight gain, digestibility of N, fat, fiber and nitrogen-free extract while N output in excrements was parallelly investigated. Piglets of the hybrid Large White x Landrace, weaned at 28 days of age, were included in a metabolic trial and in a feeding comparative trial (12 and 48 animals, respectively). The coefficients of protein digestibility determined in a metabolic trial were within the range of natural variability (84.01–86.01%). Higher protein level and application of enzyme preparation AVC significantly ($P < 0.1 - P < 0.05$) positively increased N conversion of N uptake and N conversion of digested N. The highest relative difference in N conversion of N uptake 20.65% was determined between piglet group (a_3) (60.53%) and piglet group (a_0) (50.17%). The highest relative difference in N conversion of digested N 20.71% was observed between group (a_3) (70.35%) and group (a_0) (58.28%). The digestibility coefficients for fat (70.04–76.08%), fiber (61.29–68.49%) and nitrogen-free extract (90.50–91.88%) were not influenced by experimental variants, being within the range of natural variability. Higher protein content in ČOS mixtures resulted in higher N output in excrements per 1 kg weight gain. But N output in excrements was decreased by 10% by AVC applications to feeds with higher protein level (a_3) in comparison with the group not receiving AVC (a_2). Neither was the effect of protein content nor that of enzyme preparation on piglet live weight and average daily weight gain statistically significant. The values of live weight at the end of the trial (19.617–21.992 kg) and average daily weight gain (337–404 g) were within the range of natural variability. Higher protein content and AVC applications to feeds with lower and higher levels of proteins positively decreased feed consumption (in kg) per 1 kg weight gain. The lowest feed consumption per 1 kg weight gain was determined in piglet group (a_3) (1.618 kg), which received ČOS feed mixtures with 23.81% of proteins and AVC. The relative difference 11.68% from group (a_0) (1.832 kg) was statistically significant at ($P < 0.1$).

Keywords: piglets; enzyme preparation Allzyme Vegpro Concentrate; growth; feed consumption; nutrient digestibility; N output in excrements

ABSTRAKT: V bilančním a krmeném srovnávacím pokusu byl studován vliv enzymového preparátu Allzyme Vegpro Concentrate (AVC), vykazujícího převážně proteolytickou aktivitu, aplikovaného do kompletních krmných směsí pro časný odstav selat (ČOS), obsahujících 16 % a 24 % sójového extrahovaného šrotu (21,26 a 23,81 % N-látek), na hmotnost selat, spotřebu směsi na 1 kg přírůstek, stravitelnost dusíku, tuku, vlákniny a BNLV, včetně sledování množství dusíku vyloučeného v exkrementech. Do bilančního (12 selat) i krmeného srovnávacího (48 selat) pokusu byla zařazena selata hybrida plemen bílé ušlechtilé x landrase, odstavená ve věku 28 dní. Bilanční i krmný srovnávací pokus byly formulovány jako jednofaktoriální s opakováním podle vzorce A 4 x (3) – bilanční, A 4 x (12) – krmný srovnávací pokus, přičemž: a_0 – krmné směsi ČOS obsahující 16 % sójového extrahovaného šrotu a 21,26 % N-látek bez sledovaného aditiva, a_1 – krmné směsi ČOS obsahující

* Supported by the Ministry of Agriculture of CR (Project No. RE0960996553 of the National Agency for Agricultural Research).

16 % sójového extrahovaného šrotu a 21,26 % N-látek s 5 g enzymového preparátu AVC, a_2 – krmné směsi ČOS obsahující 24 % sójového extrahovaného šrotu a 23,81 % N-látek bez sledovaného aditiva, a_3 – krmné směsi ČOS obsahující 24 % sójového extrahovaného šrotu a 23,81 % N-látek s 5 g enzymového preparátu AVC. V tab. II jsou uvedeny hodnoty získané ze sledování stravitelnosti základních živin v bilančním pokusu. Koeficienty stravitelnosti N-látek se pohybovaly od 84,01 do 86,01 % v mezích přirozené variability. Při použití vyšší hladiny N-látek v kombinaci s preparátem AVC (a_3) bylo zaznamenáno průkazně ($P < 0,1$) vyšší využití N z přijatého N oproti skupině a_0 . Rovněž využití N ze stráveného N bylo u skupiny a_3 průkazně ($P < 0,05$) vyšší oproti skupině a_0 . Využití dusíku z přijatého dusíku činilo u skupiny a_3 60,53 % a u skupiny a_0 50,17 %, přičemž relativní rozdíl mezi oběma skupinami byl 20,17 %. V případě využití N ze stráveného N u skupiny a_3 bylo dosaženo hodnoty 70,35 % a u skupiny a_0 58,28 %, což představuje relativní rozdíl 20,71 %. Koeficienty stravitelnosti tuku (70,04–76,08 %), vlákniny (61,29–68,49 %) a BNLV (90,50–91,88 %) nebyly pokusnými zásahy ovlivněny a pohybovaly se v mezích přirozené variability. Množství N vyloučeného exkrementy na 1 kg přírůstku selat je uvedeno v tab. III. Vyšší obsah N-látek ve směsích ČOS měl za následek i vyšší množství vyloučeného N exkrementy na 1 kg přírůstku. Preparát AVC aplikovaný do směsi s vyšší hladinou N-látek (a_3) snížil však o 10 % množství N vyloučeného exkrementy oproti skupině bez preparátu AVC (a_2). Hmotnost selat a průměrný denní přírůstek (tab. IV) nebyly jak obsahem N-látek, tak i použitým enzymovým preparátem statisticky významně ovlivněny. Dosažené hodnoty hmotnosti na konci pokusu (19,617–21,992 kg) a průměrného denního přírůstku (337–404 g) se pohybovaly v mezích přirozené variability. Vyšší obsah N-látek, ale i preparát AVC aplikovaný do směsi jak s nižší, tak i s vyšší hladinou N-látek pozitivně snížily spotřebu směsi na 1 kg přírůstku. Nejnižší spotřeba směsi na 1 kg přírůstku byla zaznamenána u skupiny selat a_3 (1,618 kg), která byla krmena směsí ČOS s 23,81 % N-látek a preparátem AVC. Relativní rozdíl 11,68 % oproti skupině a_0 (1,832 kg) byl statisticky významný ($P < 0,1$).

Klíčová slova: selata; enzymový preparát Allzyme Vegpro Concentrate; růst; spotřeba krmiv; stravitelnost živin; vylučování dusíku exkrementy

INTRODUCTION

The importance of enzyme preparations segregating polysaccharides in barley, wheat and rye based feeds was satisfactorily documented in Czech and in foreign literature. Little attention has been paid to improvement of digestibility of plant proteins in feed mixtures for poultry and pigs. Enzyme preparation Allzyme Vegpro, which is able to improve the nutritive value of vegetable feeds rich in proteins, was developed by ALLTECH company. This effect was demonstrated in trials on chick broilers (Schang *et al.*, 1997; Sefton, Perdok, 1996; Stanley *et al.*, 1996; Swift *et al.*, 1996; Kumprecht, Zobač, 1998).

The efficiency of enzyme preparation Allzyme Vegpro in feed mixtures for piglets and pigs was determined in a few trials only. The most extensive trial was conducted by Lindemann *et al.* (1997a). The effect of enzyme preparation Allzyme Vegpro was studied in a two-factor trial; AVC was applied to feeds with low and high levels of metabolizable energy at an amount of 0.1%. The enzyme preparation significantly improved feed conversion in mixtures with both low and high energy content. Moreover, significantly higher average daily weight gains were recorded for feeds with high energy content. Piglets weaned at 21 days at average live weight of 6.8 kg were included in the second trial carried out by Lindemann *et al.* (1997b); they received complete feed rations with addition of 0%, 0.075%, 0.15% of Allzyme Vegpro concentrate. No effect on average daily weight gains (362, 372 and 379 g/day) was observed in the first three weeks after weaning while daily feed intake was 521, 521 and 529 g/day. Feed conversion showed linear improvement (1.45; 1.40 and 1.39).

The goal of this paper was to study the effect of enzyme preparation Allzyme Vegpro Concentrate (AVC) with mostly proteolytic activity, when applied to complete feed mixtures for early weaning of piglets (ČOS) containing 16 and 24% of soybean meal (21.26 and 23.81% of proteins), as exerted on piglet live weight, feed consumption per 1 kg weight gain, digestibility of N, fat, fiber and nitrogen-free extract, including N output in excrements.

MATERIAL AND METHOD

A metabolic trial on 12 piglets housed individually in metabolic cages and a feeding comparative trial on piglets housed in cages with four animals in each were conducted for the purposes of this study. Forty-eight weaning piglets were included in the feeding comparative trial. Piglets of the Large White x Landrace hybrid, weaned at 28 days of age, were used in these metabolic and feeding comparative trials.

The metabolic trial lasted 21 days. It consisted of three metabolic periods while every preparatory period lasted 3 days and every metabolic period 4 days. Before the metabolic period began, piglets in metabolic and group cages underwent so called habituation period within the first 10 days. Separated collection of excrements and urine was feasible in metabolic cages where the piglets were housed. Piglets received precision weighed limited feed rations twice a day. Piglets were weighed at the beginning and at the end of every metabolic period. Chemical analyses of feed, excrements and urine were carried out in every period.

Piglets in the feeding comparative trial (36 days) were weighed at the beginning of the trial and at its

termination. Piglets received ČOS mixtures *ad libitum*, and feed consumption was determined continually.

The metabolic and feeding comparative trials were designed as one-factor trials with replication according to the formula A 4 x (3) – metabolic one, A 4 x (12) – feeding comparative one where

a₀ – feed mixtures ČOS containing 16% soybean meal and 21.26% proteins without additive

a₁ – feed mixtures ČOS containing 16% soybean meal and 21.26% proteins with 5 g of enzyme preparation AVC

a₂ – feed mixtures ČOS containing 24% soybean meal and 23.81% proteins without additive

a₃ – feed mixtures ČOS containing 24% soybean meal and 23.81% proteins with 5 g of enzyme preparation AVC.

Table I shows the formulation and nutrient content in feed mixtures ČOS.

The enzyme preparation Allzyme Vegpro was produced by ALLTECH inc., Kentucky, USA. The enzyme preparation Allzyme Vegpro contains enzymes

hydrolyzing proteins, nonstarch polysaccharides and lipids.

Chemical composition of feeds, excrements (dry matter, protein, fat and fiber) and urine (nitrogen) was determined according to standard methods defined in the national standard ČSN 46 7092 (1986). Data were processed by analysis of variance (Snedecor, Cochran, 1969).

RESULTS

Table II shows data on digestibility of basic nutrients in the metabolic trial. Coefficients of protein digestibility were between 84.01 and 86.01% within the range of natural variability. When the higher level of proteins was used in combination with AVC (a₃), N conversion of N uptake was significantly higher ($P < 0.1$) than in group (a₀). N conversion of digested N was also significantly ($P < 0.05$) higher in group (a₃) than in group (a₀). N conversion of N uptake amounted to 60.53% in group (a₃) and to 50.17% in group (a₀), the

I. Formulation and nutrient contents of ČOS feed mixtures used in feeding and metabolic trials

Ingredient	Symbols for ČOS mixtures			
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
	percentage content			
Skimmed milk powder	10	10	10	10
Fish meal	5	5	5	5
Soybean meal	16	16	24	24
Sugar	3	3	3	3
Potato flakes	10	10	10	10
Barley	15	15	15	15
Wheat	18.3	18.3	10.3	10.3
Corn	13	13	13	13
Wheat flour	5	5	5	5
Wheat germs	3	3	3	3
Feeding salt	0.2	0.2	0.2	0.2
Dicalcium phosphate	0.5	0.5	0.5	0.5
¹⁾ BIOVITAN ČOS Plus	0.5	0.5	0.5	0.5
²⁾ Mineral feed additive MKP-S	0.5	0.5	0.5	0.5
Enzyme preparation AVC	–	5 g/100 kg	–	5 g/100 kg
Dry matter	89.09	89.09	89.25	89.25
Crude protein (N x 6.25)	21.26	21.26	23.81	23.81
Fat	2.45	2.45	2.42	2.42
Fiber	3.22	3.22	3.51	3.51
Ash	10.33	10.33	10.69	10.69
Nitrogen free extract	51.83	51.83	48.82	48.82
Organic matter	78.76	78.76	78.56	78.56

¹⁾ Biofactor supplement Biovitán ČOS Plus contains: vitamin A 2 000 000 i.u., vitamin D₃ 400 000 i.u., vitamin E 6000 mg, vitamin K₃ 300 mg, vitamin B₁ 200 mg, vitamin B₂ 900 mg, vitamin B₄ 400 mg, vitamin B₁₂ 4 mg, niacin 4000 mg, calcium pantothenate 2000 mg, biotin 20 mg, choline 80 000 mg, vitamin C 8000 mg, L-lysine HCl 250 000 mg

²⁾ MKP-S contains: dicalcium phosphate 37.5%, MD-1 7.5%, feeding calcite 18%, feeding flour 37.0%

MD-1 contains: ferrousulphate 300 000 mg, copper sulphate 17 000 mg, zinc oxide 65 000 mg, manganese oxide 27 000 mg, cobalt sulphate 2 000 mg, potassium iodide 500 mg, siloxid 20 000 mg, feeding wheat meal ad 1 kg

II. The effect of enzyme preparation AVC in ČOS feed mixtures with different protein levels on nutrient digestibility in weaning piglets (metabolic trial)

Parameter	Unit	Experimental variants			
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
Number of piglets		3	3	3	3
Average initial weight	kg	7.933	8.133	8.033	7.933
Average final weight	kg	13.767	13.533	14.200	13.767
S.D.	kg	± 1.380	± 1.710	± 0.557	± 0.862
Sample size		6	6	6	6
N digestibility coefficient	%	85.73	84.01	84.36	86.01
S.D.	%	± 2.83	± 3.33	± 2.35	± 4.00
Index I	%	100.00	97.99	98.40	100.33
Index II	%	100.00	97.99	100.00	101.96
N conversion of N uptake	%	50.17 ¹	54.16	57.44	60.53 ²
S.D.	%	± 10.28	± 5.31	± 3.89	± 4.15
Index	%	100.00	107.95	114.49	120.65
Index II	%	100.00	107.95	100.00	105.38
N conversion of digested N	%	58.28 ^a	66.14	68.04	70.35 ^b
S.D.	%	± 10.70	± 7.18	± 3.30	± 2.87
Index I	%	100.00	113.49	116.75	120.71
Index II	%	100.00	113.49	100.00	103.40
Fat digestibility coefficient	%	76.08	70.62	70.04	75.26
S.D.	%	± 5.19	± 7.85	± 5.86	± 7.23
Index I	%	100.00	92.82	92.06	98.92
Index II	%	100.00	92.82	100.00	107.45
Fiber digestibility coefficient	%	68.12	61.29	64.15	68.49
S.D.	%	± 9.66	± 7.44	± 6.12	± 10.27
Index I	%	100.00	89.97	94.17	100.54
Index II	%	100.00	89.97	100.00	106.77
Nitrogen-free extract digestibility coefficient	%	91.88	90.86	90.50	91.38
S.D.	%	± 1.56	± 1.23	± 1.21	± 2.09
Index I	%	100.00	98.89	98.50	99.46
Index II	%	100.00	98.89	100.00	100.97

Legend: a₀ – feed mixtures ČOS containing 16 % soybean meal and 21.26 % N
a₁ – feed mixtures ČOS containing 16 % soybean meal and 21.26 % N with 5 g enzyme preparation AVC/100 kg
a₂ – feed mixtures ČOS containing 24 % soybean meal and 23.81 % N
a₃ – feed mixtures ČOS containing 24 % soybean meal and 23.81 % N with 5 g enzyme preparation AVC/100 kg
Small letters designate values significantly different at $P < 0.05$
Arabic numerals designate values significantly different at $P < 0.1$

relative difference between both groups was 20.17%. The value for N conversion of digested N was 70.35% in group (a₃) and 58.28% in group (a₀), the relative difference being 20.71%. The coefficients of digestibility of fat (70.04–76.08%), fiber (61.29–68.49%) and nitrogen-free extract (90.50–91.88%) were not influenced by experimental variants and were within the range of natural variability.

Table III shows N output per 1 kg weight gain in piglets. The higher protein content in ČOS mixtures resulted in higher N output in excrements per 1 kg weight gain. AVC applied to mixtures with higher protein level (a₃) decreased N output in excrements by

10% in comparison with the group not receiving AVC (a₂).

Table IV shows piglet weight, feed consumption per 1 kg weight gain and average daily weight gain in piglets in the feeding comparative trial. Neither did protein content nor the enzyme preparation have any statistically significant effects on piglet weight and average daily weight gain. The values of live weight at the end of the trial (19.617–21.992 kg) and average daily weight gain (337–404 g) were within the range of natural variability. Higher protein content, and AVC applications to feeds with lower and higher protein levels positively decreased feed consumption (in kg) per 1 kg

III. The effect of enzyme preparation AVC in ČOS feed mixtures with different protein levels on N output in excrements of piglets per 1 kg weight gain

Parameter	Unit	Experimental variants			
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
N output per 1 kg weight gain	g	22.39	22.82	27.76	24.99
S.D.	g	± 5.08	± 3.80	± 4.72	± 2.86
Index I	%	100.00	101.92	123.98	111.61
Index II	%	100.00	101.92	100.00	90.02

The legend see Tab. II

IV. The effect of enzyme preparation AVC in ČOS feed mixtures with different protein levels on piglet growth and feed consumption in kg per 1 kg (feeding trial)

Parameter	Unit	Experimental variants			
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
Number of piglets		12	12	12	12
Average initial weight	kg	7.467	7.483	7.483	7.458
Average final weight	kg	21.518	20.882	19.617	21.992
S.D.	kg	± 1.548	± 3.084	± 3.092	± 2.400
Index I	%	100.00	97.04	91.17	102.20
Index II	%	100.00	97.04	100.00	112.11
Feed consumption per 1 kg weight gain	kg	1.832 ¹	1.784	1.743	1.618 ²
S.D.	kg	± 0.043	± 0.139	± 0.067	± 0.051
Index I	%	100.00	97.38	95.14	88.32
Index II	%	100.00	97.38	100.00	92.83
Average daily gain	g	390	372	337	404
S.D.	g	± 47	± 78	± 73	± 56
Index I	%	100.00	95.38	86.41	103.59
Index II	%	100.00	95.38	100.00	119.88

The legend see Tab. II

Arabic numerals designate values significantly different at $P < 0.1$

weight gain. The lowest feed consumption per 1 kg weight gain was recorded in piglet group (a₃) (1.618 kg), which received ČOS mixtures with 23.81% of proteins and AVC preparation. The relative difference 11.68% from group (a₀) was statistically significant at ($P < 0.1$).

DISCUSSION

The efficiency of enzyme preparation AVC, which was specifically developed for feeds with proteinaceous components from vegetable sources, was demonstrated in these trials by AVC applications to standard ČOS mixture and to ČOS mixture in which the protein level was increased to 23.81% by increasing the soybean meal proportion.

As documented by experimental data, the effects of the higher protein level in ČOS mixtures on zootechnical and physiological parameters of piglets are positive, but on the other hand, N output in excrements is consequently higher. This negative consequence of the higher protein level in ČOS mixtures was partly eliminated in these trials by applications of proteolytic preparation

AVC while the effect on N conversion of N uptake and of digested N was positive, and consequently feed conversion with respect to total feed consumption per 1 kg weight gain was also more efficient.

The data on growth and feed conversion are in agreement with the results of Lindemann *et al.* (1997b) that were obtained in weanling piglets receiving complete feed mixtures with AVC preparation.

REFERENCES

- Kumprecht I., Zobač P. (1998): Allzyme Vegpro in broiler nutrition. In: Proc. Alltech's 14th Annual Symp. on Biotechnology in the Feed Industry, Lexington, KY, April 20-22, 1998..
- Lindemann M. D., Gentry J. L., Monegue H. J., Cromwel G. L. (1997a): Determination of the contribution of an enzyme combination to the growth performance of pigs. *J. Anim. Sci.*, 1997a, 75 (Suppl. 1): 184 (Abstr.).
- Lindemann M. D., Gentry J. L., Monegue H. J., Cromwel G. L., Jacques K. A. (1997b): Determination of the contribution of an enzyme combination (Vegpro) to performance

- in grower-finisher pigs. In: Cranwell P. D. (ed.): Manipulating Pig Production VI: 247. Australasian Pig Science Association, Werribee, Victoria, Australia.
- Schang M. J., Azcona J. O., Arias J. E. (1997): The performance of broilers fed with diets containing Allzyme Vegpro. In: Proc. Alltech's 13th Annual Symp. on Biotechnology in the Feed Industry, 1997: 95-100.
- Sefton A. E., Perdok H. (1996): Effect of inclusion of Allzyme Vegpro in a broiler starter diet. In: Proc. Alltech's 12th Annual Symp. on Biotechnology in the Feed Industry, April, 1996.
- Snedecor G. W., Cochran W. C. (1969): Statistical Methods. 6th ed. Ames, The Iowa State University.
- Stanley V. G., Chukwu H., Gray C. (1996): Effect of Allzyme Vegpro and level of cottonseed meal on broiler performance. In: Proc. Alltech's 12th Annual Symp. on Biotechnology in the Feed Industry, April, 1996.
- Swift M. L., Keyserlingk M. A. G., Leslie A., Teltge D. (1996): The effect of Allzyme Vegpro supplementation and expander processing on the nutrient digestibility and growth of broilers.
- In: Proc. Alltech's 12th Annual Symp. on Biotechnology in the Feed Industry, April, 1996.
- Czech Standard ČSN 46 7092 (1986): Methods of Feed Testing. Prague, Institute for Standardization and Measures.

Received for publication on February 4, 1999

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

RNDr. Petr Z o b a ě, CSc. Výzkumný ústav výživy zvířat, s. r. o., 691 23 Pohořelice, Česká republika, tel.: 0626/42 45 41, fax: 0626/42 43 66

EFEKT PŘÍDAVKU SELENU A ZINKU PŘI POLOINTENZIVNÍM VÝKRMU JEHŇAT NA VYBRANÉ UKAZATELE MASNÉ UŽITKOVOSTI*

EFFECT OF SELENIUM AND ZINC SUPPLEMENTATION ON SOME PARAMETERS OF MEAT PERFORMANCE AT SEMI-INTENSIVE FATTENING OF LAMBS

J. Kuchtík, G. Chládek, V. Koutník, M. Hošek

Mendel University of Agriculture and Forestry, Institute of Animal Breeding, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: Lambs, ram-lambs, F₁ generation crosses of the breeds German Long-wooled sheep x Oxford Down, were the test material ($n = 24$) that was divided into three groups of 8 animals each. Two groups were kept in a stable under a semi-intensive fattening system, and the animals could also stay in the pasture. A diet after weaning consisted of loose proteinaceous concentrate supplemented with vitamins and minerals, mashed grain, hydrothermically treated toasted soya beans (fed to the youngest category after weaning only), alfalfa hay and supplemental grazing. The diet for the first group of lambs (A, $n = 8$) after weaning was enriched with a daily supplement of 0.25 mg Se in organic form of Bioplex Se. The second group of lambs (B, $n = 8$) received a diet enriched with selenium according to the same principles as in the first group. In addition, this diet was enriched with 75 mg Zn per head/day in form of Bioplex Zn. A diet of the third group of animals consisted in grazing only. Average age at weaning ranged from 88.75 to 103.88 days in the separate groups. Weight gain in the interval from birth to weaning was highest (200 g) in the group receiving Se+Zn supplements in the subsequent period. Average daily weight gain in the interval weaning–slaughter (235 g) was also highest in this group. Total weight gain in the interval from birth to slaughter was higher than 200 g in both groups receiving optimized daily rates of selenium and/or selenium and zinc. The highest weight gain (213 g) was achieved by the group of lambs receiving the optimized rate of Se and Zn. Average age at slaughter was 149 days in this group. No statistically significant differences were determined in dressing percentage between the test groups, the values ranged from 39.65% to 42.43% in the separate groups. Evaluation of percentages of the most valuable cut of dressed carcass (leg) did not indicate any larger differences between the groups while the highest proportion was calculated for the group receiving Se and Zn supplements (33.68%) and the lowest for the group with Se (33.30%). Average weight of leg ranged from 4.04 to 5.14 kg; lambs with Se + Zn supplements had the highest weight of leg while grazing lambs had the lowest weight of this cut, and the difference between these groups was statistically significant ($P \leq 0.05$). The same trend as in leg was observed in rack of lamb: average proportions of this cut were in the range of 7.54–8.16% in the separate groups. The highest proportion of rack was determined in the 2nd group (Se + Zn supplements). But grazing lambs had the highest proportion of loin (9.11%) while the 1st group with Se supplementation had the lowest proportion of this cut (8.36%), the difference between these two groups was statistically significant ($P \leq 0.05$). The highest weight and percent proportions of muscle in the left leg were determined in the group of lambs with dietary Se and Zn supplementation (1.75 kg and 68.18%, respectively). On the contrary, grazing lambs had the lowest weight and percent proportions of this tissue (1.30 kg / 63.57%). Fat proportions in all three groups were relatively satisfactory (8.70–11.47%).

Keywords: sheep; semi-intensive fattening and grazing; meat performance; selenium; zinc

ABSTRAKT: Sledovaným materiálem ($n = 24$) byla jehňata, beránci-kříženci F₁ generace plemen německá dlouhovlnná ovce x oxford down, z nichž byly vytvořeny tři skupiny. U dvou skupin byl aplikován polointenzivní výkrm ve stáji s možností výběhu na pastvinu, přičemž krmná dávka po odstavu sestávala z bílkovinného koncentrátu doplněného o vitamíny a minerální látky, mačkaného obilí, hydrotermicky ošetřených toustovaných sójových bobů, vojtěškového sena a doplňkové pastvy. U první skupiny jehňat ($n = 8$) byla po odstavu krmná dávka obohacena selenem (100 % v organické formě). U druhé skupiny jehňat ($n = 8$) byla po odstavu krmná dávka obohacena selenem (100 % v organické formě) a zinkem (67 % v organické formě). Třetí skupina jehňat byla odchovávána pouze na pastvě. Věk při odstavu se pohyboval od 88,75 do 103,88 dní v závislosti na sledované skupině. Nejvyšší přírůstek v intervalu od narození do odstavu byl stanoven u skupiny, již byl

* Sledování bylo uskutečněno s podporou výzkumného záměru J 08/98: 4321 0001.

následně aplikován Se + Zn (200 g). U této skupiny byl taktéž zaznamenán nejvyšší průměrný denní přírůstek v intervalu od odstavu do porážky (235 g). Nejvyšší přírůstek v intervalu od narození do porážky byl stanoven u skupiny jehňat, které byly optimalizovány jak Se, tak Zn (213 g). Při hodnocení výtěžnosti nebyly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly mezi sledovanými skupinami a zjištěné hodnoty se pohybovaly v závislosti na sledované skupině v rozmezí 39,65 až 42,43 %. Při hodnocení podílů nejennější partie JOT – kýty – nebyly stanoveny výraznější rozdíly mezi sledovanými skupinami – nejvyšší podíl byl zjištěn u skupiny, již byl přikrmován Se a Zn (33,68 %), a nejnižší podíl u skupiny, již byl přikrmován pouze Se (33,30 %). Nejvyšší podíl svaloviny v levé kýti (hmotnost i procentuální zastoupení) byl zaznamenán u skupiny jehňat, u nichž byla krmná dávka doplněna Se a Zn (1,75 kg, resp. 68,18 %). Naproti tomu nejnižší hmotnosti, resp. procentuální podíl této tkáně (1,30 kg/63,57 %) byl stanoven u pastevně odchovaných jehňat. U všech tří sledovaných skupin byly zjištěny poměrně příznivé podíly tuku, jež se pohybovaly v rozmezí 8,70 až 11,47 %.

Klíčová slova: ovce; polointenzivní a pastevní výkrm; masná užitkovost; selen; zinek

ÚVOD

V současné době se na našem trhu postupně zvyšuje zájem o kvalitní jehněčí maso – v některých oblastech v určitých obdobích převyšuje poptávka nabídku. Výsledkem je, že zvýšená poptávka se příznivě projevuje na ceně, což následně vytváří předpoklad možnosti efektivního výkrmu jehňat i jiným způsobem, než je pastevní odchov, a to formou polointenzivního či intenzivního výkrmu. Při polointenzivním výkrmu jehňat, který se v některých chovech dostává do popředí zájmu, se zvyšují nároky organismu zvířata minerální výživu, přičemž hlavní pozornost je v současné době směřována do oblasti organických forem selenu (Se) a zinku (Zn), a to jak v případě jejich samostatného vlivu, tak při jejich společném působení.

Problematiku intenzity růstu jehňat u tří různých způsobů odchovu (pastevní, intenzivní a smíšený) sledovali Notter *et al.* (1991). Intenzitou růstu a kvalitou masa u jehňat při společné pastvě s matkami bez přikrmování jadrnými krmivem se zabývaly Fantová a Čisílikovská (1991). Intenzitu růstu a kvalitu jatečného trupu u dvou skupin jehňat, které byly odchovány na travní směsi a jetelotravním porostu, sledovali Vipond *et al.* (1993). Vliv náhrady jatečného krmění siláží na výkrmové a jatečné ukazatele jehňat plemene cigája zkoumali Ochodnický *et al.* (1984).

MATERIÁL A METODA

Hodnoceným materiálem byla jehňata, beránci-kříženci F_1 generace plemen německá dlouhovlnná ovce x oxford down, chovaná v ZD Rovečné. Celkově bylo do sledování zahrnuto 24 zvířat, z nichž byly vytvořeny tři skupiny po 8 kusech. Porody jehňat probíhaly v průběhu měsíce dubna a v první dekádě měsíce května.

U dvou skupin jehňat byl aplikován polointenzivní výkrm ve stáji s možností výběhu na přilehlou pastvinu. Krmná dávka po odstavu sestávala ze sypkého bílkovinného koncentrátu doplněného vitaminy a minerálními látkami (cca 0,250 g denně/kus), mačkaného obilí – pšenice a ječmen (*ad libitum*), hydrotermicky ošetřených toustovaných sójových bobů (SOYAX, distributor: firma Alltech CZ, s. r. o.) v maximálním množství

0,150 g/den/kus, které byly zkrmovány pouze u nejmladší kategorie po odstavu (cca po dobu 30 dnů), vojteškového sena (*ad libitum*) a doplňkové pastvy. U první skupiny jehňat (A, $n = 8$) byla po odstavu výše uvedené krmné dávky dále obohacena denním přídatkem 0,25 mg Se v organické formě (Bioplex Se). U druhé skupiny jehňat (B, $n = 8$) byla krmná dávka obohacena selenem podle stejných zásad jako u první skupiny. Navíc byla tato krmná dávka obohacena o 75 mg Zn v podobě Bioplexu Zn na kus a den. Před odstavem se krmná dávka těchto dvou skupin jehňat skládala z mateřského mléka, vojteškového sena a jadrného krmiva.

U třetí skupiny, jež byla odchovávána pouze na pastvě, nebyla minerální výživa žádným způsobem optimalizována, přičemž před odstavem byla krmná dávka složena z mateřského mléka a vojteškového sena a po odstavu byla jediným zdrojem pastvy pastva na travním porostu. Odstav u této skupiny jehňat byl proveden později než skupin A a B, a to z důvodu maximálního využití mateřského mléka a respektování požadavku přibližně stejné hmotnosti všech skupin při odstavu. U všech tří skupin měla jehňata neomezený přístup k napájecí vodě. Po celou dobu pokusu byl sledován zdravotní stav zvířat, přičemž nebyly zjištěny závažnější odchylky od normálu.

Cílem práce bylo zhodnocení efektu dopadu přidavku organických forem selenu a zinku na vybrané ukazatele masné užitkovosti jehňat při aplikaci polointenzivního výkrmu.

V průběhu sledování byla u jehňat průběžně zjišťována živá hmotnost (pravidelným vážením), přičemž interval mezi jednotlivými váženími byl jeden měsíc. Kontrolní porážka jehňat a následné dělení jatečně opracovaného trupu (JOT) bylo provedeno v souladu s ON 57 6610. Výjimkou bylo pouze dělení partie hřbet na dílčí partie, kterými jsou ledvina a kotleta, což je v souladu s metodikou testace výkrmnosti a jatečné hodnoty ovcí při polních testech. V rámci našeho sledování bylo také provedeno zhodnocení jatečně opracovaných trupů (JOT) z pohledu zmasilosti a protučnosti podle systému SEUROP (Milerski, 1996).

Na základě podkladů z výsledků periodického vážení jehňat a z kontrolní porážky bylo provedeno matematicko-statistické zhodnocení formou výpočtu variačně-statistických hodnot, a to jednofaktorovou analýzou

variance s následným testováním podle Scheffeho metody. Byl použit program STATGRAPHICS, verze 7.0. Hodnocení JOT podle systému SEUROP však nebylo statisticky hodnoceno a je v části Výsledky a diskuse pouze okomentováno.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrná živá hmotnost při narození (tab. I) byla v rámci celého sledovaného souboru 4,39 kg, přičemž nejvyšší hmotnost byla stanovena u skupiny jehňat, jimž byla po odstavu optimalizována denní dávka Se a Zn (4,66 kg). Nejnižší průměrná živá hmotnost při narození byla stanovena u kontrolní skupiny, rozdíl mezi těmito dvěma skupinami byl statisticky významný ($P \leq 0,05$). Průměrný věk při odstavu se pohyboval od 88,75 do 103,88 dní v závislosti na sledované skupině (tab. II). Nejvyšší přírůstek v intervalu od narození do odstavu byl stanoven u skupiny B (přídavek Se + Zn), a to 200 g. Nejvyšší přírůstek v tomto intervalu byl zjištěn u skupiny jehňat, jež byla určena k pastevnímu odchovu (0,154 g). Rozdíl v intenzitě růstu byl oproti skupině A, resp. B statisticky vysoce průkazný ($P \leq 0,01$). Průměrný denní přírůstek v intervalu od odstavu do porážky činil za celý sledovaný soubor 187 g. Nejvyšší přírůstek byl zaznamenán u skupiny B (0,235 g), což je však hodnota nižší, než uvádějí Castonquay *et al.* (1990), ale vyšší,

než zjistili Mutajev a Gulin (1989), či na přibližně stejné úrovni, jako udávají Perret *et al.* (1986). U skupiny jehňat, jimž byla optimalizována denní dávka Se, činil průměrný přírůstek 221 g a u kontrolní skupiny pouze 107 g. Rozdíl oproti přírůstku skupiny A, resp. B byl v tomto ukazateli statisticky vysoce průkazný ($P \leq 0,01$). Celkový přírůstek v intervalu od narození do porážky byl u obou skupin, jimž byla optimalizována denní dávka selenu, resp. selenu a zinku, vyšší než 200 g. Nejvyšší přírůstek byl zjištěn u skupiny jehňat, které byly optimalizovány jak Se, tak Zn (213 g), přičemž průměrný věk při porážce činil u této skupiny 148,75 dnů. Tato nejvyšší hodnota (213 g) je však nižší, než uvádí Gut (1991) či Puntila a Fredlund (1992). Přírůstek u kontrolní skupiny jehňat, která byla odchována na pastvě, činil za celé sledované období 131 g, přičemž rozdíl oproti dalším sledovaným skupinám byl statisticky vysoce průkazný ($P \leq 0,01$). Průměrný věk při porážce činil u skupiny pastevně odchovaných jehňat cca 200 dnů.

Průměrná živá hmotnost při porážce (tab. III) činila u jehňat s přídavkem Se 34,50 kg, u jehňat s přídavkem Se a Zn 36,50 kg a u pastevně odchovaných jehňat pouze 30,38 kg – rozdíl mezi touto skupinou a skupinou B byl statisticky vysoce průkazný ($P \leq 0,01$). V intervalu 24 hodin po porážce bylo také provedeno posouzení jatečně opracovaných trupů (JOT) podle systému SEUROP. Z pohledu zmasilosti bylo do třídy R zařazeno ze skupiny A 7 jehňat, ze skupiny B 6 jehňat a ze

I. Hodnoty hmotností u jednotlivých skupin při narození, odstavu a porážce – Live weight of the separate groups at birth, weaning and slaughter

Skupina ¹	n	Živá hmotnost při narození ⁶ (kg)	Živá hmotnost při odstavu ⁷ (kg)	Živá hmotnost – porážka ⁸ (kg)
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Průměr ²	24	4,39 ± 0,083	21,54 ± 0,444	33,79 ± 0,842
(A) přídavek Se ³	8	4,34 ± 0,078	21,93 ± 0,794	34,50 ± 0,840
(B) přídavek Se + Zn ⁴	8	4,66 ± 0,190 ^c	22,55 ± 0,795	36,50 ± 1,604 ^C
(C) kontrolní skupina ⁵	8	4,16 ± 0,084 ^b	20,15 ± 0,483	30,38 ± 0,962 ^B

a, b, c – $P \leq 0,05$

A, B, C – $P \leq 0,01$

¹group, ²mean, ³Se supplement, ⁴Se + Zn supplement, ⁵control group, ⁶live weight at birth, ⁷live weight at weaning, ⁸live weight at slaughter

II. Přehled přírůstků a průměrného věku při narození, odstavu a porážce – Weight gains and average age at birth, weaning and slaughter

Skupina ¹	n	Přírůstek od narození do odstavu ⁶ (kg)	Přírůstek od odstavu do porážky ⁷ (kg)	Věk při odstavu (dny) ⁸	Přírůstek od narození do porážky ⁹ (kg)	Věk při porážce (dny) ¹⁰
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Průměr ²	24	0,184 ± 0,005	0,187 ± 0,013	94,04 ± 1,662	0,184 ± 0,008	164,79 ± 5,282
(A) přídavek Se ³	8	0,198 ± 0,005 ^C	0,221 ± 0,005 ^C	88,75 ± 1,971 ^C	0,207 ± 0,003 ^C	145,08 ± 1,971 ^C
(B) přídavek Se + Zn ⁴	8	0,200 ± 0,004 ^C	0,235 ± 0,010 ^C	89,50 ± 1,488 ^C	0,213 ± 0,006 ^C	148,75 ± 2,512 ^C
(C) kontrolní skupina ⁵	8	0,154 ± 0,004 ^{AB}	0,107 ± 0,006 ^{AB}	103,88 ± 0,611 ^{AB}	0,131 ± 0,005 ^{AB}	199,88 ± 0,611 ^{AB}

a, b, c – $P \leq 0,05$

A, B, C – $P \leq 0,01$

¹group, ²mean, ³Se supplement, ⁴Se + Zn supplement, ⁵control group, ⁶weight gain from birth to weaning, ⁷weight gain from weaning to slaughter, ⁸age at weaning (days), ⁹weight gain from birth to slaughter, ¹⁰age at slaughter (days)

Ukazatel		Polointenzivní výkrm ¹		Pastevní výkrm ⁴	F-test
		s přidavkem Se ² (A)	s přidavkem Se + Zn ³ (B)	bez přidavku ⁵ (C)	
		n = 8	n = 8	n = 8	
Živá hmotnost při porážce ⁶ (kg)	\bar{x}	34,50	36,50 ^C	30,38 ^B	6,96 ^{**}
	$s_{\bar{x}}$	0,840	1,604	0,962	
Hmotnost JOT ⁷ (kg)	\bar{x}	14,67	15,27 ^c	12,07 ^b	5,48 [*]
	$s_{\bar{x}}$	0,631	0,928	0,566	
Výtěžnost ⁸ (%)	\bar{x}	42,43	41,64	39,65	2,25
	$s_{\bar{x}}$	0,954	0,913	0,991	
Hmotnost kůže ⁹ (kg)	\bar{x}	3,55 ^C	3,80 ^C	5,02 ^{AB}	16,29 ^{**}
	$s_{\bar{x}}$	0,063	0,293	0,153	
Podíl kůže ¹⁰ (%)	\bar{x}	10,31 ^C	10,31 ^C	16,56 ^{AB}	106,32 ^{**}
	$s_{\bar{x}}$	0,127	0,382	0,453	
Hmotnost ledvinky ¹¹ (kg)	\bar{x}	0,12	0,10	0,09	2,05
	$s_{\bar{x}}$	0,013	0,005	0,004	
Hmotnost ledvinového tuku ¹² (kg)	\bar{x}	0,14	0,14	0,13	0,21
	$s_{\bar{x}}$	0,013	0,017	0,016	

a, b, c – $P \leq 0,05$

A, B, C – $P \leq 0,01$

¹semi-intensive fattening, ²Se supplement, ³Se + Zn supplement, ⁴grazing, ⁵without supplementation, ⁶live weight at birth, ⁷weight of dressed carcass, ⁸dressing percentage, ⁹skin weight, ¹⁰skin percentage, ¹¹loin weight, ¹²kidney fat weight

skupiny pastevně odchovaných jehňat pouze 3 zvířata. Zbývající jehňata ze všech skupin byla zařazena do třídy O. Pokud jde o protučnění, bylo nejpříznivější zařídění zaznamenáno u pastevně odchovaných jehňat – 6 jehňat bylo zařazeno do třídy 2 a zbývající jehňata do třídy 3. U jehňat, jimž byl aplikován přídatek Se a Zn, byla 4 zvířata zaříděna do třídy 3 a 4 zvířata do třídy 4. U jehňat, jimž byl po odstavu aplikován Se, bylo dosaženo nejslabších výsledků z pohledu tohoto hodnocení – 2 jehňata byla zařazena do 3. třídy a 6 jehňat do 4. třídy.

Ve výtěžnosti (tab. III) nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi sledovanými skupinami – hodnota tohoto ukazatele se pohybovala v závislosti na sledované skupině v rozmezí 39,65 až 42,43 %. Toto rozmezí je však nižší, než uvádějí Kuchtík *et al.* (1996), Perret *et al.* (1986) a Gajdošík, Moravčík (1993). Hmotnost kůže se pohybovala v rozmezí 3,55 až 5,02 kg, přičemž nejvyšší průměrná hmotnost, resp. její podíl (5,02 kg, resp. 16,56 %) byl stanoven u skupiny pastevně odchovaných jehňat. Rozdíl mezi touto skupinou a dalšími dvěma skupinami byly v obou případech statisticky vysoce průkazné ($P \leq 0,01$). Při stanovení hmotnosti ledvinky a hmotnosti ledvinového tuku nebyly mezi sledovanými skupinami zjištěny statisticky průkazné rozdíly – nejnižší hmotnost ledvinky a ledvinového tuku měla pastevně odchovaná jehňata (0,09 kg, resp. 0,13 kg). Naproti tomu nejvyšší hodnoty těchto ukazatelů byly zjištěny u jehňat, jimž byl přikrmován Se (0,12 a 0,14 kg).

Výsledky dělení JOT jsou uvedeny v tab. IV. Při hodnocení podílů nejčernější partie JOT – kýty, nebyly

zjištěny výraznější rozdíly mezi sledovanými skupinami. Nejvyšší podíl byl stanoven u skupiny, jíž byl přikrmován Se a Zn (33,68 %), a nejnižší podíl u skupiny s přidavkem Se (33,30 %). Námí zjištěné podíly kýty jsou vyšší, než udávají Ochodnická *et al.* (1992), ale nižší, než uvádějí Craplet a Thibier (1980). Průměrná hmotnost kýty se pohybovala v rozmezí 4,04 až 5,14 kg. Nejvyšší hmotnost byla zjištěna u jehňat, jimž byl aplikován přídatek Se + Zn, a nejnižší u pastevně odchovaných jehňat, přičemž rozdíl mezi těmito skupinami byl statisticky průkazný ($P \leq 0,05$). Shodná tendence jako v případě partie kýta byla v procentuálním zastoupení zaznamenána u partie kotleta – průměrné podíly se pohybovaly v závislosti na skupině od 7,54 do 8,16 %, přičemž nejvyšší podíl byl, stejně jako u kýty, stanoven u skupiny B. V případě podílu partie ledvina byl však největší podíl stanoven u pastevně odchovaných jehňat (9,11 %) a nejnižší u skupiny A, a to 8,36 %. Rozdíl mezi těmito dvěma skupinami byl průkazný ($P \leq 0,05$).

Podíly plece se pohybovaly v rozmezí 18,44 až 19,10 %, přičemž nejvyšší podíl byl zjištěn u skupiny, jíž byl aplikován Se, a nejnižší podíl u pastevně odchovaných jehňat. Rozdíl mezi těmito skupinami byl průkazný ($P \leq 0,05$). Pokud jde o průměrnou hmotnost této partie, byly u prvních dvou skupin zaznamenány v podstatě totožné hodnoty (2,80 a 2,87 kg), což jsou hodnoty téměř stejné, jako uvádějí Fantová a Čislikovská (1991). U skupiny pastevně odchovaných jehňat však byla hmotnost této partie výrazně nižší (2,23 kg) a zjištěný rozdíl byl oproti skupině A průkazný ($P \leq 0,05$) a oproti skupině B vysoce průkazný ($P \leq 0,01$). Procentuální podíly šrůtky byly u všech tří skupin poměr-

Partie JOT ⁶		Polointenzivní výkrm ¹		Pastevní výkrm ⁴	F-test
		s přidavkem Se ² (A)	s přidavkem Se + Zn ³ (B)	bez přidavku ⁵ (C)	
		n = 8	n = 8	n = 8	
Kýta ⁷ (kg)	\bar{x}	4,88	5,14 ^c	4,04 ^b	6,01**
	$s_{\bar{x}}$	0,180	0,317	0,183	
Kýta (%)	\bar{x}	33,30	33,68	33,46	0,46
	$s_{\bar{x}}$	0,353	0,257	0,237	
Kotleta ⁸ (kg)	\bar{x}	1,19	1,25 ^c	0,91 ^b	5,65*
	$s_{\bar{x}}$	0,071	0,099	0,052	
Kotleta (%)	\bar{x}	8,10	8,16	7,54	2,98
	$s_{\bar{x}}$	0,172	0,245	0,161	
Ledvina ⁹ (kg)	\bar{x}	1,23	1,32	1,10	2,10
	$s_{\bar{x}}$	0,065	0,091	0,067	
Ledvina (%)	\bar{x}	8,36 ^c	8,64	9,11 ^a	3,83*
	$s_{\bar{x}}$	0,177	0,229	0,163	
Plec ¹⁰ (kg)	\bar{x}	2,80 ^c	2,87 ^C	2,23aB	7,28**
	$s_{\bar{x}}$	0,117	0,159	0,112	
Plec (%)	\bar{x}	19,10 ^c	18,80	18,44 ^a	4,53*
	$s_{\bar{x}}$	0,099	0,222	0,124	
Šrůtka ¹¹ (kg)	\bar{x}	1,10	1,14 ^c	0,93 ^b	4,07*
	$s_{\bar{x}}$	0,050	0,066	0,043	
Šrůtka (%)	\bar{x}	7,49	7,50	7,73	0,50
	$s_{\bar{x}}$	0,202	0,254	0,096	
Bok ¹² (kg)	\bar{x}	2,58	2,65	2,25	1,97
	$s_{\bar{x}}$	0,137	0,206	0,096	
Bok (%)	\bar{x}	17,55	17,27 ^c	18,68 ^b	5,89**
	$s_{\bar{x}}$	0,310	0,359	0,242	
Krk ¹³ (kg)	\bar{x}	0,90 ^C	0,87 ^C	0,61 ^{AB}	15,18**
	$s_{\bar{x}}$	0,047	0,046	0,028	
Krk (%)	\bar{x}	6,11 ^C	5,77	5,04 ^A	7,51**
	$s_{\bar{x}}$	0,158	0,284	0,113	

a, b, c – $P \leq 0,05$ A, B, C – $P \leq 0,01$

¹semi-intensive fattening, ²Se supplement, ³Se + Zn supplement, ⁴grazing, ⁵without supplementation, ⁶cuts of dressed carcass, ⁷leg, ⁸rack, ⁹loin, ¹⁰chuck, ¹¹rib, ¹²flank, ¹³scrag

ně vyrovnané, bez statisticky průkazných rozdílů, přičemž nejvyšší podíl byl stanoven u pastevně odchovaných jehňat (7,73 %). Nejvyšší průměrná hmotnost partie bok byla stanovena u skupiny B (2,65 kg), avšak mezi sledovanými skupinami nebyl zjištěn průkazný rozdíl. Nejvyšší procentuální podíl této partie z JOT byl však zaznamenán u pastevně odchovaných jehňat (18,68 %), zatímco u jehňat, jimž byl aplikován selen, činil 17,55 %. U jehňat, kterým byl aplikován jak selen, tak zinek, však tato partie představovala pouze 17,27% podíl z JOT a rozdíl oproti pastevně odchovaným jehňatům byl v tomto ukazateli průkazný ($P \leq 0,05$).

Přehled podílů jednotlivých tkání v levé kýtě je uveden v tab. V. Nejvyšší podíl svaloviny v levé kýtě byl jak v kg, tak i v procentech zaznamenán u jehňat s doplňkem Se a Zn (1,75 kg, resp. 68,18 %). Oproti tomu

nejnižší hmotnostní, resp. procentuální podíl této tkáně (1,30 kg/63,57 %) byl zjištěn u pastevně odchovaných jehňat. Rozdíl mezi uvedenými skupinami byl u hmotnosti vysoce průkazný ($P \leq 0,01$) a u procentuálního zastoupení průkazný ($P \leq 0,05$). Námi zjištěné hodnoty podílů svaloviny u všech sledovaných skupin jsou vyšší, než uvádí Ringdorfer (1990) a Goney (1990).

Nejvyšší podíl kostí v této partii JOT byl však zjištěn u jehňat, jimž byl aplikován Se (25,83 %), zatímco u pastevně odchovaných jehňat byl podíl této tkáně neprůkazně nižší (24,96 %). U všech tří sledovaných skupin byly zjištěny poměrně příznivé podíly tuku (8,70–11,47 %). Nejvyšší podíl této tkáně byl stanoven u pastevně odchovaných jehňat (11,47 %) – rozdíl oproti oběma skupinám jehňat s polointenzivním výkrmem byl průkazný ($P \leq 0,05$).

Tkáň ⁶		Polointenzivní výkrm ¹		Pastevní výkrm ⁴	F-test
		s přídatkem Se ² (A)	s přídatkem Se + Zn ³ (B)	bez přídatku ⁵ (C)	
		n = 8	n = 8	n = 8	
Svalovina ⁷ (kg)	\bar{x}	1,59	1,75 ^C	1,30 ^B	7,91**
	$s_{\bar{x}}$	0,060	0,101	0,080	
Svalovina (%)	\bar{x}	65,43	68,18 ^c	63,57 ^b	5,07*
	$s_{\bar{x}}$	0,723	0,999	1,288	
Kosti ⁸ (kg)	\bar{x}	0,63 ^c	0,59	0,50 ^a	4,14*
	$s_{\bar{x}}$	0,035	0,043	0,013	
Kosti (%)	\bar{x}	25,83	22,91	24,96	2,62
	$s_{\bar{x}}$	0,676	0,877	1,162	
Tuk ⁹ (kg)	\bar{x}	0,21	0,23	0,23	0,40
	$s_{\bar{x}}$	0,006	0,029	0,018	
Tuk (%)	\bar{x}	8,70 ^c	8,80 ^c	11,47 ^{ab}	6,48**
	$s_{\bar{x}}$	0,364	0,879	0,487	

a, b, c – $P \leq 0,05$ A, B, C – $P \leq 0,01$ ¹semi-intensive fattening, ²Se supplement, ³Se + Zn supplement, ⁴grazing, ⁵without supplementation, ⁶tissue, ⁷muscle, ⁸bones, ⁹fat

ZÁVĚR

Při sestavování krmné dávky pro jehňata po odstavu byl u obou skupin, u nichž byl aplikován polointenzivní výkrm, předpokládán průměrný přírůstek na úrovni 250 g. Námi zjištěné hodnoty přírůstků jsou však nižší – u skupiny jehňat s přídatkem selenu a zinku činily 235 g a u jehňat, jimž byla krmná dávka obohacena o selen, 221 g. Tyto hodnoty však zabezpečují, aby jehňata byla odporazena v optimální jatečné hmotnosti do věku maximálně pěti měsíců. Jatečná výtěžnost u obou skupin jehňat, u nichž byl aplikován polointenzivní výkrm, byla na relativně nízké úrovni (42,43 %, resp. 41,64 %), přičemž je nutné doplnit, že podíl kůže činil v průměru u obou skupin 10,31 %. Podíly nejceňnějších tělesných partií (kýty, kotlety a ledviny) byly však u obou sledovaných skupin na žádoucí úrovni a celkově se na hmotnosti JOT v průměru podílely z 50 %. Je však nutné doplnit, že stejného výsledku bylo dosaženo u skupiny pastevně odchovaných jehňat. Na základě rozboru kýty na jednotlivé tkáně nezbyvá než konstatovat, že především u jehňat, u nichž byl prováděn polointenzivní výkrm, byly zjištěny vysoce příznivé podíly svaloviny a poměrně nízké podíly tuku.

LITERATURA

- Castonquay F., Minvielle F., Dufour J. (1990): Reproductive performance of Booroolo x Finnish Landrace and Booroolo x Suffolk ewe lambs, heterozygous for the F gene and growth traits of their three way cross lambs. *Can. J. Anim. Sci.*, 70: 55–65.
- Craplet C., Thibier M. (1980): *Le Mouton*. Paris, Edition Vigot. 282 s.

- Fantová M., Čislikovská H. (1991): Vliv plemenné příslušnosti na kvalitu masa jehňat odchovaných na společné pastvě s matkami. *Živoč. Výr.*, 36: 633–640.
- Gajdošík M., Moravčík F. (1993): Hodnotenie mäsovej úžitkovosti jemnovlnných plemien v časovom horizonte 15 rokov. In: Sbor. Sem. Produkcia, kvalita, spracovanie a odbyt ovčieho mäsa na Slovensku, VÚO Trenčín: 38–42.
- Guney O. (1990): Commercial crossbreeding between Ile de France, Rambouillet, Chios and Awassi for market lamb production. *Small Ruminant Res.* 3: 449–456.
- Gut A. (1991): Wartosc rzezna tryczkow krajowych ras i ceterich syntetycznych linii owiec. *Prace Kom. Nauk Roln.*, 71: 37–44.
- Kuchtík J., Šubrt J., Horák F. (1996): Jatečná hodnota jehňat plemene charollais a kříženců plemen německá dlouhovlnná ovce a oxford down. *Živoč. Výr.*, 41: 401–406.
- Milerski M. (1996): Tržní třídy EU pro ovčí (jehněčí) jatečné trupy – systém SEUROP. In: Sbor. Conf. Chov ovčí a koz v tržních podmínkách, Brno, 17.–18. 2. 1996: 40–43.
- Mutajev M. M., Gulin P. A. (1989): Intensive finishing of lambs in the non cernozem region. *Zootecnika*, 1989 (7): 48–50.
- Notter D., Kelly R., McLaughert, F. (1991): Effects of ewe and management system of lamb production. *J. Anim. Sci.*, 69: 22–33.
- Ochodnická K., Kačincová A., Palanská O. (1992): Vplyv senáže na jatočnú hodnotu a kvalitu mäsa jahniat. *Živoč. Výr.*, 37: 463–473.
- Ochodnický D., Hunčík M., Bajdal K. (1984): Jatočná kvalita jahniat pri náhrade jadrových krmív silážou. *Živoč. Výr.*, 29: 453–458.
- ON 57 6610 (1978). Jahňacie mäso zo zvierat z intenzívneho alebo polointenzívneho výkrmu. *MPVŽ SSR*. 11 s.
- Perret G., Libert D., Roques J. M., Bery F. (1986): Essai de croisement terminal dans le Centre-Ouest. 11 eme journées de la recherche ovine et caprine. *I.N.R.A.*: 197–209.

Puntila M. L., Fredlund M. (1992): Nordiska Fardagar Korsningsforok med Oxford Down ras. Farskotsel, 72: 4-5.
Ringdorfer F. (1990): Gebrauchskreuzungen mit Fleischrassen beim Schaf. Ber. Bundesanst. Alpenland. Landwirtschaft., (17): 1-9.

Vipond J. E., Swift G., Noble R. C., Horgan G. (1993): Effects of clover in the diet of grazed lambs on production and carcass composition. Anim. Prod., 57: 253-261.

Došlo 7. 12. 1998

Přijato k publikování 4. 5. 1999

Kontaktní adresa:

Dr. Ing. Jan Kuchník, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Ústav chovu hospodářských zvířat, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 32 30, fax: 05/45 21 20 44, e-mail: kuchnik@mendelu.cz

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

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

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

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

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

ANGUILLICOLOSIS OF THE EUROPEAN EEL (*ANGUILLA ANGUILLA*) IN THE CZECH REPUBLIC*

ANGUILLIKOLÓZA ÚHOŘE ŘÍČNÍHO (*ANGUILLA ANGUILLA*)
V ČESKÉ REPUBLICĚ

V. Baruš¹, F. Moravec², M. Prokeš¹

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

² *Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, Czech Republic*

ABSTRACT: The nematode *Anguillicola crassus*, a specific parasite in the swimbladder of eels, was found in the Czech Republic, for the first time, in the Elbe River near Hřensko in 1991. This parasite was brought into streams and various reservoirs of the Czech Republic with stocks of elvers probably in 1990–1992. In the present review, data on systematics, morphology and various biological aspects of this parasite, and on the significance of paratenic parasitism in its life cycle are presented and discussed. In 1993–1996, *A. crassus* was recorded at five and twelve localities in the Elbe River basin and the Morava River basin, respectively, with relatively high values of infection prevalence and intensity. The effects of the parasite on the host are analysed and discussed as regards the values of the length-weight relationship and of amino acid concentrations in the muscles of infected and uninfected eels. The infection and mortality parameters depend on the fish total length. The eels infected by *A. crassus* show abnormal behaviour before their death. Pathological changes in the swimbladder and adjacent tissues are very distinct in infected eels. The factors producing eel mass mortality due to anguillicolosis are assessed in detail from the results of investigations performed in the Vranov dam lake (South Moravia). In this reservoir, the weight estimation of eels killed by anguillicolosis in 1994 was more than 3.5 t. The data on effects of eel mass mortality on the eel lower yields by sport anglers during subsequent years are included.

Keywords: European eel; *Anguillicola crassus*; infection; biology; mortality; Czech Republic

ABSTRAKT: Hlístice krevnatka úhoří, specifický parazit plynového měchýře úhoře říčního, byla v České republice zjištěna poprvé v roce 1991 v řece Labi u Hřenska. Tento cizopasník byl zavlečen do toků a různých nádrží České republiky s násadami úhořího montě, pravděpodobně v letech 1990–1992. V tomto přehledu jsou uvedeny a diskutovány údaje o systematické a morfologii tohoto cizopasnika, různých aspektů biologie a významu paratenického parazitismu v jeho životním cyklu. Přítomnost hlístice *A. crassus* byla prokázána v letech 1993–1996 na pěti lokalitách v povodí Labe a dvanácti lokalitách v povodí Moravy, s poměrně vysokými hodnotami prevalence a intenzity invazí. Vliv parazita na hostitele je analyzován a diskutován podle hodnot délko-hmotnostního vztahu a koncentrace aminokyselin ve svalovině infikovaných a neinfikovaných úhořů říčních. Parametry infekcí a mortalita jsou závislé na celkové délce těla ryb. Hlístici *A. crassus* infikovaní úhoři říční vykazují abnormální projevy chování, které předcházejí jejich úhynu. Patogenní změny na plynovém měchýři a připojených tkáních jsou u infikovaných úhořů velmi zřetelné. Faktory, které působí masovou mortalitu úhořů při onemocnění anguillikolózou, jsou detailně hodnoceny podle sledování na údolní nádrži Vranov na jižní Moravě. V této nádrži byl odhad hmotnosti uhynulých úhořů na anguillikolózu v roce 1994 vyšší než 3,5 t. Jsou připojeny údaje o důsledcích masového úhynu úhořů pro snížení těžby úhoře říčního sportovním rybolovem v následujících letech.

Klíčová slova: úhoř říční; krevnatka úhoří; infekce; biologie; mortalita; Česká republika

* This work was supported by the Grant Agency of the Academy of Sciences of the Czech Republic (Grant No. A6087804) and by the Grant Agency of the Czech Republic (Grant No. 508/94/0284)

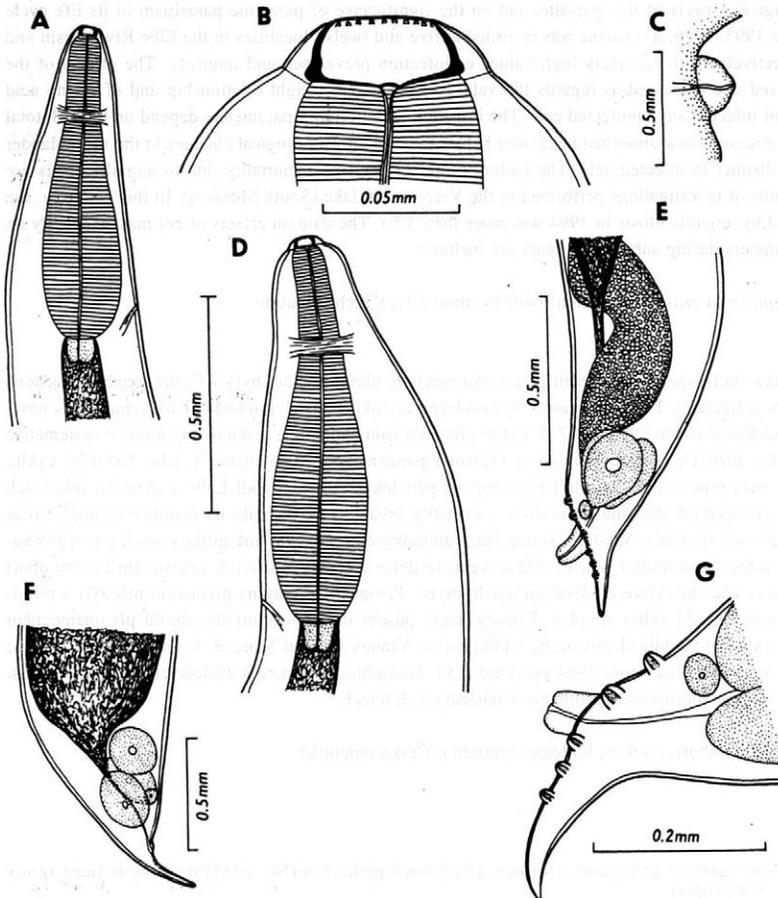
INTRODUCTION

The European eel (*Anguilla anguilla* L.) has been in the center of concern of the fishery public for a long time, not only as a subject of sport angling but, first of all, as that of intensive aquaculture. The working group for eels at the European Commission for freshwater fisheries associated with the FAO, however, draws urgently attention to the decline of this fish species over the whole European continent (Vostradovský, 1998). During the period of the recent two decades, this species has become an example and model to studies of importation effects on the spreading of areas in its specific parasites (e.g. Belpaire *et al.*, 1989; Kennedy, Fitch, 1990; Stewart, 1991). With importations of elvers and consumption specimens of the Japanese eel, *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel, 1846, after 1980, at least 3 species of metazoan parasites have come to Europe which, during an extremely short time, have passed to persistent parasitism in the original European eel. Two of them are gill *Monogenea*, *Pseudodactylogyryus anguillae* (Yin et Sproston, 1948) and *P. bini* (Kikuchi, 1929), ascertained in the Czech Republic by

Moravec *et al.* (1996), Škoriková *et al.* (1996) and others. Highly pathogenic to the European eel populations in freshwater bodies of Europe is also the imported swim-bladder nematode *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974. Data on this specific parasite and the disease caused by it in eels of the Czech Republic are overviewed in this study.

SYSTEMATIC CLASSIFICATION AND MORPHOLOGY OF THE PARASITE

In the Czech Republic, the species *Anguillicola crassus*, belonging to the class of nematodes (*Nematoda*), family *Anguillicolidae*, genus *Anguillicola* Yamaguti, 1935, subgenus *Anguillicoloides* Moravec et Taraschewski, 1988, was determined unambiguously as the agent of anguillicolosis in European eels. Mature worms, in particular females, located in the fish swimbladder are coloured dark-red up to dark-violet, which is due to their hematophagous mode of life. Their oral organs are modified to sucking host's blood, particularly in having a well developed, sclerotized oral capsule with the upper margin bordered by 21–28 relatively large teeth



1. The nematode *Anguillicola crassus* - adult specimens. A, D - head ends of male and female; B - buccal capsule; C - vulva; E - posterior end of male; F - tail of female; G - tail of male (specimen with only 5 pairs of caudal papillae); according to Moravec and Taraschewski (1988)

(Fig. 1). The female body is thicker up to robust, 13.1–44.7 mm long, 1.2–5.0 mm in maximum width. Detailed data on the morphology and systematics of this and other *Anguillicola* species are presented in the papers by Moravec, Taraschewski (1988) and Moravec (1994).

It should also be mentioned that, with importation of the Australian eel *A. australis* Richardson, 1841, another congeneric species, *Anguillicola novaezelandiae* Moravec et Taraschewski, 1988, was brought to Europe (Italy); however, its spreading has remained limited to Bracciano Lake and possibly some aquaculture breeds (Saroglia et al., 1985; Moravec et al., 1994a).

BIOLOGY OF THE PARASITE

During a relatively short time, numerous data have been obtained on the life cycle of this nematode. Moravec et al. (1993, 1994b; with other literature cited) studied the development of the parasite in the intermediate and definitive hosts. Mature females are ovoviviparous and lay eggs with fully developed larvae within the swimbladder cavity. Probably in a passive way, eggs come via *ductus pneumaticus* into the fish intestine and then into the aquatic environment. In general, an opinion is accepted that, in eggs laid, larvae of the 2nd stage with cuticular sheath from the first moulting are already present. In the aquatic environment, larvae hatch from egg shells and fix themselves by their tail to the substrate; by waving movements of the anterior body part, they may probably stimulate the predation pressure in intermediate hosts. Free larvae of the 2nd stage are 0.27–0.30 mm long.

Obligatory intermediate hosts of this nematode in Europe are most frequently *Copepoda* from the family *Cyclopidae*; more than 11 species from various genera (*Cyclops*, *Paracyclops*, *Macrocyclus*, *Eucyclops*, *Acanthocyclops*, *Diacyclops* and *Thermocyclops*) have been recorded. From the family *Diaptomidae*, only the species *Diaptomus gracilis* has hitherto been reported. From the class *Ostracoda*, family *Cypridae*, the species *Notodromus monacha* and *Cypria ophthalmica* were found to serve as intermediate hosts. The results by Moravec (1997) from eel aquaculture breeds in Japan suggest that the number of intermediate host species from *Ostracoda* will be probably much higher. From the class *Malacostraca*, family *Gammaridae*, juvenile specimens of the species *Gammarus pulex* proved to be experimental hosts of the larval parasite (cf. Kennedy, Fitch, 1990). Within the intermediate host's haemocoel, larvae of the 2nd stage undergo their further development, and after cuticle moulting, they attain their 3rd stage and become infective to the definitive host. The developmental rate is affected significantly by the water temperature; at 12 °C, they become infective within 12–20 days, at 26–25 °C within 6–8 days after being swallowed by the intermediate host. The body length of the 3rd stage larvae attains 0.87–0.97 mm. Infective larvae of

A. crassus can be determined accurately and differentiated from larvae of all other nematode species, parasitic in fishes, according to the presence of the specific biarmed sclerotized reinforcement, well visible on the head part (De Charleroy et al., 1987, 1990; Petter et al., 1990; Moravec et al., 1993).

Conditions for the first infection in eel larvae (VI A step) were analysed by Baruš and Prokeš (1996b). The infection occurs at the contact of eel larvae with zooplankton, which enter the estuaries from the sea, namely in brackish-water and freshwater. The initiation of feeding by eel larvae is connected with the formation of their definitive dental apparatus. The possibility of further development in the parasite's larvae depends on the full function of the circulation system in juvenile fishes, which, only after their stay in the freshwater, starts to produce the blood pigment (haemoglobin). The feeding of nematode larvae with the host's blood is an indispensable condition for their further development and attaining the sexual maturity of the parasite.

The parasite's development in the European eel was studied by Moravec et al. (1994b); they confronted their results with those by other authors (Egusa, 1978; Kim et al., 1989; Haenen et al., 1989; De Charleroy et al., 1990; Haenen, Van Banning, 1991). The infection in the definitive host occurs perorally with the food consumed. Infective larvae penetrate through the wall of the digestive tract into the body cavity and then into the swimbladder tissue, where, after cuticle stripping, they attain the 4th stage. Within the swimbladder, juvenile worms mature sexually. The data on the length of the prepatent period are reported in the range from 2 to 6 months depending on the size of fishes infected, water temperature and way of infection (through the obligatory intermediate host or paratenic host). The total longevity of the parasite within the definitive host may be shorter than one year.

PARATENIC PARASITISM

The fundamental course of the nematode developmental cycle is complicated, but at the same time, favoured to maintaining and increasing the infections by the phenomenon of paratenic parasitism or reservoir habitationism (Moravec, 1984, 1994; Baruš, Ryšavý, 1973). It is manifested by accumulation and long-term persistence of infection capability of larvae (and sometimes even their partial development) within the organism of animals that are not their obligatory but only facultative hosts. Paratenic hosts with infective larvae are then infection sources to larger specimens of the European eel. Numerous own and literature data on this problem were summarized by Moravec, Konecny (1993) and Moravec (1997). As paratenic hosts of *A. crassus* larvae, 33 fish species from 10 families have been found as yet. It can be said that, in this way, more or less, all species of European freshwater fishes can be applied. Regardless of the abundance of individual food items

in the European eel in rivers and reservoirs (Michel, 1994), important paratenic hosts are slugs (*Gastropoda*), larvae of alder flies (*Megaloptera*), caddis flies (*Trichoptera*), dragon flies (*Odonata*) and tadpoles of amphibians (see also Moravec, 1996; Moravec, Škoríková, 1999).

According to the classification by Moravec (1984) and Moravec, Konecny (1994), several fish species are bioreceptory, astadiogenous paratenic hosts to *A. crassus* infective larvae, but are stadiogenous paratenic hosts or even pardefinitive hosts. An interesting but hitherto not solved problem is the evaluation of the plurirefixative capability of parasitic larvae (i.e. the transfer of infective larvae between paratenic hosts) within the trophic chain (e.g. cannibalism), which is suggested in the study by Székely (1994) and Pazooki, Székely (1994).

IMPORT OF THE PARASITE INTO THE CZECH REPUBLIC

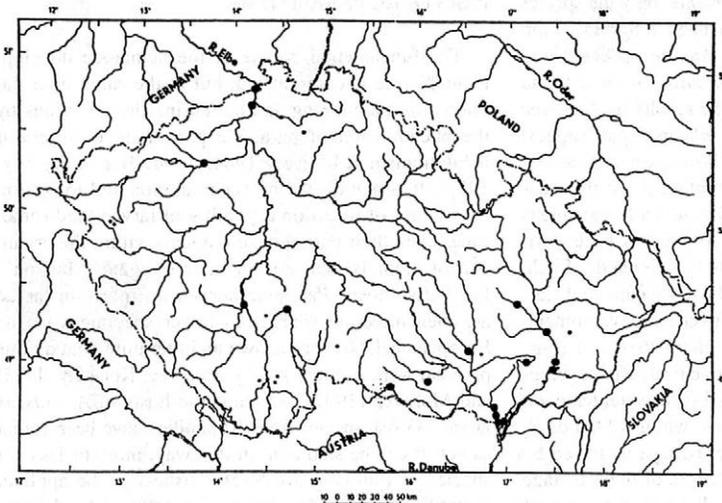
In 1989, the Czech Republic belonged to a few European countries, in which the swimbladder nematode had not occurred by that time (Belpaire *et al.*, 1989). The first documented finding from 1991 from eels of the Elbe River near Hřensko, N. Bohemia, was published by Moravec (1992). We consider this locality to be the way of natural spreading of this parasite with migrating European eels. Its persistent occurrence there was confirmed in 1995 (Baruš *et al.*, 1996). Fast spreading of *A. crassus* along European rivers and in numerous reservoirs is considered in general to be the consequence of importations and stocking of elvers. Of importations coming regularly to the Czech Republic in 1990–1994, attention should be paid to the importation of young eels from Italy (19. 4. 1991) which were released into fishing grounds of the Moravian Anglers Union (MAU) and the Czech Anglers Union (CAU). In the eels from this importation stocked, mortality was recorded in one

locality as early as in 1991, then in two localities in 1992 (all, MAU Napajedla). Symptoms and mortality description, registered by the manager of the respective local organization of the MAU, were wholly coincident with our observations during eel mass mortality due to anguillicolosis in the Vranov dam lake in 1994 (Baruš, 1994, 1995b). We mention that the death of eels in 1991 and 1992 was not documented parasitologically. However, it is reasonable to assume that, after the first findings of *A. crassus* infections in eels in maritime countries after 1980, the introduction of this parasite into fishing grounds of the Czech Republic was a consequence of elver trade and stocking.

ACTUAL DISTRIBUTION OF THE PARASITE IN THE CZECH REPUBLIC

It can be seen from the literature review that the nematode *A. crassus* was the subject of scientific investigations mainly in the European countries within the new area of its distribution. At the present, a worldwide problem is concerned. According to the data by Moravec (1997), the parasite has already actually infected 4 eel species within 4 continents (East Asia, Europe, North Africa and North America).

One of the practical results on research of this species in the Czech Republic is informative data on its distribution in running waters and in reservoirs (Moravec *et al.*, 1996; Baruš *et al.*, 1996). Assessments of the parasite's distribution were performed on the basis of parasitological examinations of 390 European eels during the period 1993–1996. In the Elbe River drainage basin, eels from 30 localities were examined, in the Morava River drainage basin from 29 localities (Fig. 2). In the Elbe River drainage basin, the parasite was recorded at five localities, the most endangered (according to the values of infection prevalence and



2. Map of the Czech Republic with 59 localities where eels were investigated ($n = 390$); small solid rings = uninfected, big solid rings = infected eels by *A. crassus*; original

intensity) being the European eel population in the Orlik dam lake. In the Morava River drainage basin, the parasite was found in 12 localities, when the most endangered, due to persistent infection after the mass mortality due to anguillicolosis in 1994, is the eel population in the Vranov dam lake. Baruš *et al.* (1996) state that at present the nematode *A. crassus*, is a parasite fully naturalized in the Czech Republic, both in the above axial rivers and in several impounded reservoirs, and also in several smaller isolated aquatic habitats (within Central and Southern Bohemia and Moravia).

HOST-PARASITE RELATIONSHIP

In the analysis of this relationship, a certain functional paradox occurs that means, in extraordinary cases, an extreme situation, the death. Regardless the parasitism evolution, an extreme situation is concerned, being wholly disadvantageous for the persistence of the parasite populations. Baruš and Prokeš (1996a) found that, even in this extreme case, the European eel condition, expressed by the parameters of length-weight relationship, does not show, however, any significant differences in parasitized and nonparasitized individuals (Fig. 3). As well, quantitative differences in the values of 17 amino acids (AAs) in the muscle of the host groups compared were found to be significant only in methionine and aspartic acid (and in the sum of two

AAs – cystine + methionine), namely with lower concentrations in the specimens parasitized (Baruš *et al.*, 1998).

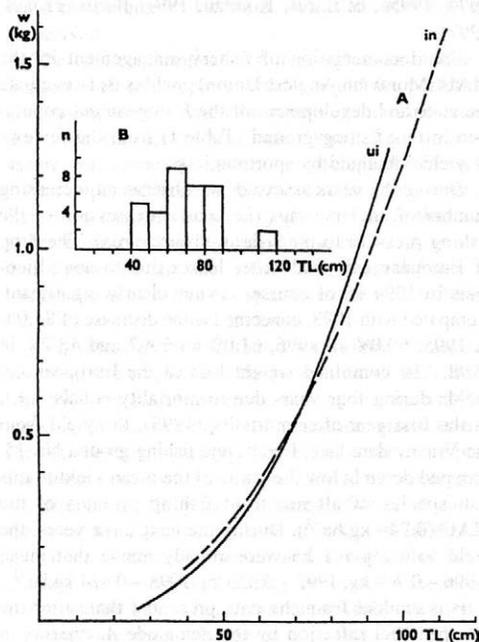
Wholly evident are pathological changes in the swimbladder and its adjacent tissues, described in detail by Biró (1992), Molnár (1993), Molnár *et al.* (1991, 1993, 1994) and Baruš (1994, 1995b) from the material obtained at eel mass mortalities in the Balaton Lake (Hungary) and Vranov dam lake (Czech Republic). At repeated blood penetration through the swimbladder wall due to reinvasions and blood sucking organs on the nematode head end, swimbladder wall thickening to 2–3 mm and its total opacity occur. On the inner walls of the swimbladder, there are thick layers of yellowish or bloody mucus, namely not only in regions of the parasite's location. At severe infection and in the phase of parasite body decay after their life cycle is finished, the *ductus pneumaticus* is already fully impermeable.

According to the data on respiration physiology in the European eel, its swimbladder (especially its anterior chamber) participates in this vital process and contributes significantly to the total balance of oxygen consumption (Baruš, Oliva, 1995). The reduction or total elimination of the swimbladder from its function of hydrostatical and partly respiration organ leads, in an extreme situation, to the death of fishes parasitized. Molnár (1993) and Würtz *et al.* (1996) also proved experimentally that the main factors of mortality due to anguillicolosis in European eels are decreased oxygen content and changes in chemical composition of gases in the swimbladder (including toxins due to parasites' body decay), when the oxygen content can drop down to 60%.

Demonstrations of abnormal behaviour in European eels at the beginning and during their death due to anguillicolosis were described in detail by Baruš (1994, 1995b) as potential diagnostic symptoms of this disease. It was also found that the specimens parasitized have a significantly decreased swimming velocity (Sprenkel, Lüchtenberg, 1991), fishes with more severe infection are easier taken and drifted by the flow into turbines of dams (Thomas, Ollevier, 1992).

CONDITIONS BRINGING ABOUT THE MORTALITY DUE TO ANGUILLICOLOSIS

From the analysis of mass kill in European eels in the Balaton Lake (1991, 1992, 1995), Vranov dam lake (1994) and in two other smaller reservoirs within the MAU fishing grounds (1995), two fundamental conditions are evident for such an epidemiologically extreme situation to arise. The authors who studied this phenomenon (Molnár, 1993; Molnár *et al.*, 1991, 1993, 1994; Biró, 1992; Baruš, 1994, 1995a, b; Baruš, Prokeš, 1996a) state coincidentally that the first condition is a high population density of European eels in partly or wholly closed aquatic ecosystems, such as natural lakes, reservoirs formed after gravel-sand exploitation or impounded

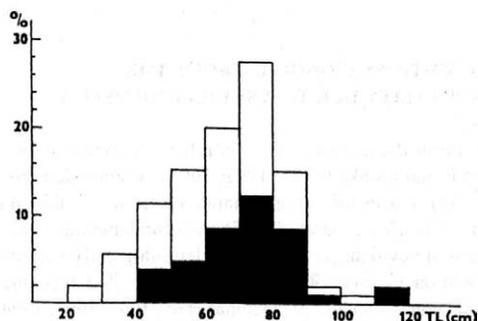


3. A – length-weight relationships of uninfected ($n = 58$) and infected ($n = 34$) groups of eels by *A. crassus*; B – total length (TL) distribution of infected eels; according to Baruš and Prokeš (1996a)

reservoirs. Under high population densities of definitive hosts and broad spectra of intermediate and paratenic hosts, within a relatively short time after infection introduction, the increase of the parasite's infection potential occurs (increase of infective stages abundance), followed by high infection prevalence and frequent reinvasions in definitive hosts. In particular during reinvasions, extensive and persistent damage of function in the life-important organ arises, which, for the eel, is its swimbladder. The prevalence values of parasitic infections often attain 100%.

The second indispensable condition is high water temperature at the summer beginning. In all cases assessed, kills of the European eel set in after days with tropical temperatures in the month of June. In the case of the Vranov dam lake, the water temperature at the depth of 0.5 m during that period was +27 °C in the littoral zone. Before the proper death, demonstrations of unusual behaviour of eels during the night hours can be observed. Mortality follows within 3 to 7 days (in July and August) and is stopped at the beginning of September. Conspicuous and characteristic of eel mortality due to anguillicolosis is the fact that no other fish species in the reservoir are afflicted in this way during the critical period. High water temperatures accelerate significantly the parasite's life cycle and, at the same time, increase the oxygen consumption by the fish organism, which cannot face these requirements successfully any more after functional elimination of the swimbladder.

Molnár *et al.* (1994) found that larger specimens of the European eel in the Balaton Lake were infected by a greater number of these parasites than specimens of smaller body length. This is also confirmed by our data on the values of infection prevalence found in the European eel collection from the Morava River drainage basin (Baruš *et al.*, 1996), where the group parasitized consisted only of specimens with the total body length (TL) of 40–120 cm (Fig. 4). As well in European eels killed by anguillicolosis in the Vranov dam lake, the



4. Length-frequency (TL) distribution of uninfected (open columns) and infected (solid columns) eels in the collection from the Morava River drainage basin ($n = 105$ specimens); according to Baruš *et al.* (1996)

most numerous were those with the TL of 80–120 cm and weight of 0.77–1.12 kg (Baruš, 1994, 1995a, b).

A higher infection intensity by the nematode *A. crassus* in the European eel, related to its higher total body length (TL), is explained by changes in food components during eel growth. Nie (1987) proved that the zooplankton (i.e. the group of obligatory intermediate hosts) is a regular component only in the food of young specimens. With the body growing the prey size also increases (Néveu, 1981). Tesch (1977) considered the specimens with TL of 40–50 cm to be specialized in fish-eating. This feeding specialization of the European eel and consumption also of other larger invertebrates (*Mollusca*) confirm the importance of paratenic hosts for infective larvae as other factors of the increasing parasitic pressure and mortality due to anguillicolosis as related to the body length (Peters, Hartmann, 1986; Stewart, 1991).

LOSSES CAUSED BY MORTALITY DUE TO ANGUILLICOLOSIS

Repeated mass mortality of the European eel due to anguillicolosis in the Balaton Lake is documented by the biomass loss estimation of 200–400 t in 1991, and other 40 t in 1992 (Molnár *et al.*, 1991, 1993, 1994; Biró, 1992). The same agent also caused the mortality of these fishes in the Vranov dam lake in 1994, where the loss was estimated to be higher than 3.5 t (Baruš, 1994, 1995a, b; Baruš, Kotulan, 1997; Baruš, Prokeš, 1997).

The documentation of fishery management by the MAU (Moravian Anglers Union) enables us to evaluate the state and development of the European eel population in this fishing ground (Table I) from the reviews of yields obtained by sport anglers.

During the years assessed, we observe an increasing number of anglers' trips (i.e. actual expression of the fishing pressure to the fishing ground area). The drop of European eel yields after losses due to anguillicolosis in 1994 is, of course, always clearly significant. Compared with 1993, concerned is the decrease of 83.0% in 1995, 69.0% in 1996, 61.0% in 1997 and 48.7% in 1998. The combined weight loss of the European eel yields during four years due to mortality equals 4.9 t. In the first year after mortality (1995), the yield from the Vranov dam lake, River Dyje fishing ground Nr. 15, dropped down below the value of the mean yield in this fish species of all non-trout fishing grounds of the MAU (0.744 kg.ha⁻¹). During the next three years, the yield values per 1 ha were already above that mean (1996 – 0.769 kg, 1997 – 0.820 kg, 1998 – 0.824 kg.ha⁻¹).

It is evident from the data presented that, after the European eel infection by the nematode *A. crassus* in the Vranov dam lake accompanied by mass mortality, a significant decrease of eel population density occurred. In spite of the parasite persistent presence and circulation within this fishing ground (registered also

I. Yield of European eels caught by anglers in the Vranov Reservoir (fishing ground Dyje Nr. 15) before and after mass mortality due to anguillicolosis. In 1994, the mass mortality of eels due to anguillicolosis was proved significantly; in 1995 and 1996 elvers were not restocked. According to Baruš and Kotulan (1997), completed.

Year	Number of trips	Specimens in total	Caught (kg)	Average weight 1 sp. (kg)	Average catch per 1 ha (kg)
1990	47 670	2315	2549.9	1.101	4.748
1991	53 010	1796	1933.2	1.076	3.600
1992	49 918	1459	1621.7	1.112	3.019
1993	51 553	1873	2017.0	1.077	3.756
1994	60 873	1450	1664.8	1.148	3.100
1995	59 714	311	340.1	1.094	0.633
1996	61 825	573	667.8	1.165	1.243
1997	69 839	732	789.6	1.079	1.500
1998	64 897	967	992.2	1.026	1.800

in 1998), we did not find any decrease in the mean weight of European eel specimens caught, which we considered to be in connection with the above assessed (regards the condition insignificant) indication of the parasite-host relationship (Baruš *et al.*, 1996) and high carrying capacity of this reservoir.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

From the hitherto knowledge of biology and distribution of the nematode *A. crassus* in the Czech Republic, some recommendations to our inland fisheries can be derived.

The first requirement is a thorough examination of imported elver samples, which should be performed and documented already in exporting maritime countries (see e.g. Kennedy, Fitch, 1990). This does not assure full certainty on the parasitological defects of elvers imported because the parasite is spread over all European countries exporting elvers, but, in that way, at least the most severe infections can be discovered and eliminated. In this connection the prohibition of importations of exotic eel species to the Czech Republic is also an up-to-date measure.

Regardless of the fact that, with the stay duration of elvers in the freshwater, the possibility of their infection by the parasite increases, they should be fished as early as at the beginning of migration phase (Baruš, Prokeš, 1996b). Not only theoretical is an assumption that these elvers of smaller sizes are less, or yet not at all, infected by the parasite. The problem is, of course, the survival capacity of these elvers stocked directly into open waters. Resistance and survival can be increased by feeding and rearing the elvers after importation in troughs, which was successfully verified in working operations (Peňáz *et al.*, 1988, 1991; Peňáz, Wohlgemuth, 1988).

At present, the fishery management system should include urgently regular surveys and monitoring of the

parasite distribution, in particular in closed water reservoirs and impounded reservoirs (Baruš, 1994; Baruš, Kotulan, 1997). In fishing grounds of these types, the prevalence and intensity values of infections by the swimbladder nematode should be compared with estimations of European eel population density because a lower host abundance represents a markedly lower danger of eel mortality due to anguillicolosis. At persistent high abundance of the European eel, mass death can be repeated like in the Balaton Lake (cf. Molnár, 1993; Molnár *et al.*, 1992, 1994).

Important is the survey by fishery managers and members of the fishery guard within fishing grounds, where 4 kg.ha⁻¹ and more European eels are yielded yearly by sport angling. During the critical period (July–August), respective demonstrations of abnormal behaviour of these fishes should be monitored during the evening hours at the dusk, when they could still be removed (Baruš, 1995b; Baruš, Prokeš, 1996a). The waste from fish factories processing the eels must not be released into water ways without sanitation.

In the fishing grounds where the swimbladder nematode occurrence was found, a ban on fishing and transfer of bait fish (infection of paratenic hosts) must be observed.

In the Czech Republic at present, the fishing with live fish bait is already problematic legislatively. Dead fish bait must be deeply frozen for 3–4 days before used, because infective parasitic larvae survive in dead fish for even more than 24 hours.

The present state of occurrence and distribution of the nematode *A. crassus* is considered by us to be its full naturalization in waters of the Czech Republic. Like in the other parasitoses in free-living fish species, the anguillicolosis elimination from the aquatic environment is no longer possible. Continued surveys and assessments of the health state and population density of the European eel in Czech and Moravian fishing grounds can be, of course, effective preventive measures against mass mortality of these fishes due to anguillicolosis.

REFERENCES

- Baruš V. (1994): Úhořům hrozí smrt. Rybářství (11): 328–329.
- Baruš V. (1995a): First record on *Anguillicola crassus* (Nematoda) in the Morava River drainage basin. Helminthologia, 32: 89.
- Baruš V. (1995b): Hlístice *Anguillicola crassus* – vážný cizopasník úhoře říčního v České republice. In: Spurný P. (ed.): Produkce násad perspektivních druhů ryb. In: Proc. Int. Conf. Brno, December 1–2, 1995: 144–150.
- Baruš V., Kotulan A. (1997): Černé mraky nad úhořem. Rybářství (11): 476–479.
- Baruš V., Oliva O. (eds.) (1995): Fauna ČR a SR. Vol. 28/2. Míhulovci – Petromyzontes a ryby – Osteichthyes. Praha, Academia. 698 p.
- Baruš V., Prokeš M. (1996a): Length-weight relations of uninfected and infected eels (*Anguilla anguilla*) by *Anguillicola crassus* (Nematoda). Folia Zool., 45: 183–189.
- Baruš V., Prokeš M. (1996b): When and where does the first infection of European eel (*Anguilla anguilla*) by *Anguillicola crassus* occur? Helminthologia, 33: 165.
- Baruš V., Prokeš M. (1997): Yield decline of eel (*Anguilla anguilla*) after infection by *Anguillicola crassus* (Nematoda) in the Vranov reservoir, Czech Republic. Helminthologia, 34: 180–181.
- Baruš V., Ryšavý B. (1973): Forms and prevalence of reservoir habitationism in Nematoda. Helminthologia, 14: 401–419.
- Baruš V., Halačka K., Prokeš M. (1996): Presence and distribution of the nematode *Anguillicola crassus* in the European eel in the Morava River drainage basin. Živoč. Výr., 41, 1996: 219–224.
- Baruš V., Kráčmar S., Tenora F. (1998a): Amino acid spectrum of two nematode species (*Nematoda: Dracunculoidea*) parasitizing fishes in the Czech Republic. Helminthologia, 35: 7–11.
- Baruš V., Kráčmar S., Tenora F., Prokeš M. (1998b): Amino acid spectrum of uninfected and infected eels (*Anguilla anguilla*) by *Anguillicola crassus* (Nematoda). Folia Zool., 47: 231–234.
- Belpaire C., De Charleroy D., Grisez L., Ollevier F. (1989): Spreading mechanism of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus* in the European eel *Anguilla anguilla*, and its distribution in Belgium and Europe. In: EIFAC (FAO) Working Group on Eel, Porto, Portugal, May 29–June 3, 1989. 13 p.
- Biró P. (1992): Die Geschichte des Aals (*Anguilla anguilla* L.) im Plattensee (Balaton). Österr. Fischerei, 45: 197–207.
- De Charleroy D., Thomas K., Belpaire C. (1987): Problems concerning the species determination, biology and diagnostic methods of *Anguillicola*, a swim-bladder nematode in the European eel (*Anguilla anguilla* L.). In: EIFAC (FAO) Working Party on Eel, Bristol, UK, April 13–16, 1987. 7 p.
- De Charleroy D., Grisez L., Thomas K., Belpaire C., Ollevier F. (1990): The life cycle of *Anguillicola crassus*. Dis. Aquat. Organ., 8: 77–84.
- Egusa S. (1979): Notes on the culture of the European eel (*Anguilla anguilla* L.) in Japanese eel-farming ponds. Rapp. P. - v. Réunion. Cons. Int. Expl. Mer, 174: 51–58.
- Haenen O. L. M., Van Banning P. (1991): Experimental transmission of *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) larvae from infected prey fish to the eel *Anguilla anguilla*. Aquaculture, 92: 115–119.
- Haenen O. L. M., Grisez L., De Charleroy D., Belpaire C., Ollevier F. (1989): Experimentally induced infections of European eel *Anguilla anguilla* with *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) and subsequent migration of larvae. Dis. Aquat. Organ., 7: 97–101.
- Kennedy C. R., Fitch D. J. (1990): Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. J. Fish Biol., 36: 117–131.
- Kim V. G., Kim E. B., Kim J. Y., Chun S. K. (1989): Studies on a nematode, *Anguillicola crassa* parasitic in the air bladder of the eel. J. Fish Pathol., 2: 1–18 (in Korean, with English summary).
- Michel P. (1994): Que mangent nos poissons? L'anguille (*Anguilla anguilla* L.). La Pêche et les Poissons, 11: 60–61.
- Molnár K. (1993): Effect of decreased oxygen content on eels (*Anguilla anguilla*) infected by *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea). Acta Vet. Hung., 41: 349–360.
- Molnár K., Székely C., Baska F. (1991): Mass mortality of eel in Lake Balaton due to *Anguillicola crassus* infection. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., 11: 211–212.
- Molnár K., Székely C., Perényi M. (1994): Dynamics of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea) infection in eel of Lake Balaton, Hungary. Folia Parasit., 41: 193–202.
- Molnár K., Baska G., Csaba G., Glávits R., Székely C. (1993): Pathological and histopathological studies of the swimbladder of eels *Anguilla anguilla* infected by *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea). Dis. Aquat. Organ., 15: 41–50.
- Moravec F. (1992): Spreading of the nematode *Anguillicola crassus* (Dracunculoidea) among eel populations in Europe. Folia Parasitol., 39: 247–248.
- Moravec F. (1984): Obecné aspekty bionomie parazitických hlístic (*Nematoda*) sladkovodních ryb. Studie ČSAV No. 4. Praha, Academia. 114 p.
- Moravec F. (1994): Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Academia Praha, Academia. 473 p.
- Moravec F. (1996): Aquatic invertebrates (snails) as new paratenic hosts of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea) and the role of paratenic hosts in the life cycle of this parasite. Dis. Aquat. Organ., 27: 237–239.
- Moravec F. (1997): Současný stav výzkumu anguillikolozy úhořů. In: Kolářová J., Vykusová B., Svobodová Z. (eds.): Ochrana zdraví ryb. Vodňany: 56–60.
- Moravec F., Konecny R. (1994): Some new data on the intermediate and paratenic hosts of the nematode *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974 (Dracunculoidea), a swimbladder nematode of eels. Folia Parasitol., 41: 65–70.
- Moravec F., Škoriková B. (1998): Amphibians and larvae of aquatic insects as new paratenic hosts of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea), a swimbladder parasite of eels. Dis. Aquat. Organ., 34: 217–222.
- Moravec F., Taraschewski H. (1988): Revision of the genus *Anguillicola* Yamaguti, 1935 (Nematoda: Anguillicolidae)

- of the swimbladder of eels, including descriptions of two new species *A. novaezelandiae* sp.n. and *A. papernai* sp.n. *Folia Parasitol.*, 35: 125–146.
- Moravec F., Scholz T., Škoriková B. (1996): Metazoan parasites of eels, *Anguilla anguilla*, in the Czech Republic. EMOP, Parma, September 2–6, 1996. *Parasitologia*, 38: 43.
- Moravec F., Di Cave D., Orecchia P., Pagi L. (1993): Studies on the development of *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974 (*Nematoda: Dracunculoidea*) in the intermediate host. *Folia Parasitol.*, 40: 39–48.
- Moravec F., Di Cave D., Orecchia P., Pagi L. (1994a): Present occurrence of *Anguillicola novaezelandiae* (*Nematoda: Dracunculoidea*) in Europe and its development in the intermediate host. *Folia Parasitol.*, 41: 203–208.
- Moravec F., Di Cave D., Orecchia P., Pagi L. (1994b): Experimental observations of the development of *Anguillicola crassus* (*Nematoda: Dracunculoidea*) in its definitive host, *Anguilla anguilla*. *Folia Parasitol.*, 41: 138–148.
- Néveu A. (1981): Variations saisonnières et journalières de l'alimentation de l'anguille (*Anguilla anguilla* L.) dans les conditions naturelles. *Oecol. Applic.*, 2: 99–116.
- Nie De, H. W. (1987): Food, feeding periodicity and consumption of the eel *Anguilla anguilla* L. in the shallow eutrophic Tjeukemeer (The Netherlands). *Arch. Hydrobiol.*, 10: 421–443.
- Pazooki J., Székely C. (1994): Survey of the paratenic hosts of *Anguillicola crassus* in Lake Velence, Hungary. *Acta Vet. Hungar.*, 42: 87–97.
- Peňáz M., Wohlgemuth E. (1988): Intenzivní chov úhořního monté. *Metodiky VÚRH Vodňany* No. 29: 1–15.
- Peňáz M., Wohlgemuth E., Párová J. (1991): Influence of feeding regimes on the growth and mortality during initial rearing of glass eels, *Anguilla anguilla*. *Folia Zool.*, 40: 273–283.
- Peňáz M., Párová J., Wohlgemuth E., Pár O., Váňa P. (1988): Mortality, growth and body composition of elvers, *Anguilla anguilla*, fed different diets. *Folia Zool.*, 37: 67–81.
- Petter A. J., Cassone J., Le Belle N. (1990): Observations sur la biologie des premiers stades larvaires d' *Anguillicola crassus*, nématode parasite d' anguille. *Ann. Paras. Hum. Comp.*, 65: 28–31.
- Peters G., Hartman F. (1986): *Anguillicola*, a parasitic nematode of the swimbladder spreading among eel populations in Europe. *Dis. Aquat. Organ.*, 1: 229–230.
- Saroglia M. G., Fantin P., Arlati G. (1995): Eel production in Italy – Problems and perspectives. In: EIFAC (FAO), Working Party of Eel, Perpignan, September 17–18, 1995: 5.
- Sprengel G., Lüchtenberg H. (1991): Infection by endoparasites reduces maximum swimming speed of European smelt, *Osmerus eperlanus* and European eel, *Anguilla anguilla*. *Dis. Aquat. Organ.*, 11: 31–35.
- Stewart J. E. (1991): Introductions as factors in diseases of fish and aquatic invertebrates. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 48 (Suppl. 1): 110–117.
- Székely C. (1994): Paratenic hosts for the parasitic nematode *Anguillicola crassus* in Lake Balaton, Hungary. *Dis. Aquat. Organ.*, 18: 11–20.
- Škoriková B., Scholz T., Moravec F. (1996): Occurrence of *Pseudodactylogyrus anguillae* and *P. bini* (*Monogenea: Dactylogyridae*) in eels, *Anguilla anguilla*, in the Czech Republic. *Helminthologia*, 33: 168–169.
- Tesch F. V. (1977): The Eel. Biology and management of anguillid eels. London, Chapman and Hall. 434 p.
- Thomas K., Ollevier F. (1992): Population biology of *Anguillicola crassus* in the final host *Anguilla anguilla*. *Dis. Aquat. Organ.*, 14: 163–170.
- Vostradovský J. (1998): Budoucnost úhoře nejistá? *Rybářství* (2): 52–56.
- Würtz J., Taraschewski H., Pelster B. (1996): Changes in gas composition in the swimbladder of the European eel (*Anguilla anguilla*) infected with *Anguillicola crassus* (*Nematoda*). *Parasitologia*, 112: 233–238.

Received for publication on January 6, 1999

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

Prof. Ing. Vlastimil Baruš, DrSc., 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

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

70 let prof. MVDr. Vladimíra Komárka, DrSc.



Letos se v plném zdraví dožívá 70 let profesor MVDr. Vladimír Komárek, DrSc., emeritní profesor České zemědělské univerzity v Praze. Narodil se 9. září 1929 v Praze. Po absolvování akademického gymnázia v Praze studoval v Brně veterinární medicínu, kde v roce 1953 získal doktorát.

Od studentských let až do roku 1958 pracoval v anatomickém ústavu Vysoké školy veterinární v Brně jako žák a asistent akademika MVDr. Jana Koldy, DrSc. Potom odešel do Prahy na Vysokou školu zemědělskou, kde organizoval výuku anatomie, histologie a embryologie pro zootechnický směr studia. V rámci zootechnického oboru založil katedru veterinárních disciplín, kam soustředil vedle morfologie hospodářských zvířat ještě fyziologii hospodářských zvířat, veterinární hygienu a prevenci chorob a základy porodnictví. Z tohoto komplexu se později oddělila jako samostatná katedra fyziologie hospodářských zvířat.

Katedru veterinárních disciplín postavil organizačně i vybavením jako ucelenou jednotku, určenou především pro teoretickou i praktickou výuku a práci studentů, což bylo vzorem pro ostatní pracoviště školy. Katedru vybavil i nejmodernější technikou, např. v roce 1964 byla založena laboratoř elektronové mikroskopie. Jeho trvalým zájmem byla a je anatomie hospodářských ptáků. Od roku 1958 je aktivním členem mezinárodní anatomické názvoslovné komise – ICVAN.

Svoji vědeckou přípravu ukončil v roce 1959 obhajobou disertační práce a již za dva roky byl jmenován a ustanoven docentem morfologie hospodářských zvířat na VŠZ v Praze. V roce 1968 byl jmenován profesorem a v následujícím roce předložil doktorskou práci.

V nepřiznivém období nastupující normalizace byl zbaven funkce vedoucího katedry a možnosti pedago-

gické práce a do dvou let musel opustit školu. Následujících deset let pracoval jako úředník na Ústředí veterinárních asanačních ústavů v Praze. V té době si vždy stěžoval, že mu zaměstnání překáží v práci, neboť on v této pro něj nepříznivé době sám zpracoval první díl Atlasu anatomie domácích ptáků a s úzkým kolektivem spolupracovníků další dva díly tohoto atlasu. Protože nenašel nikoho, kdo by toto dílo v Čechách vydal, vyšlo první vydání v letech 1979–1982 v Bratislavě. Od roku 1982 dojížděl z Prahy do Košic, kde v Ústavu experimentální veterinární medicíny pracoval na problematice anatomie lovné zvěře a s prof. P. Popeskem se podílel na přípravě vysokoškolských učebnic anatomie.

V roce 1990 se vrátil na Vysokou školu zemědělskou v Praze jako řádný profesor, dokončil obhajobu doktorské práce a do svých 65 let plně pedagogicky i vědecky pracoval. Nepřestal však pracovat ani potom, vypomáhal ve výuce biologických disciplín a stále se věnuje studiu anatomie hospodářských i laboratorních zvířat.

Prof. MVDr. Vladimír Komárek, DrSc., je význačný veterinární anatom, učitel anatomie pro veterináře i zemědělce a zakladatel katedry veterinárních disciplín na Vysoké škole zemědělské v Praze. Významně se zasloužil o rozvoj a formování výuky veterinárních předmětů (morfologie a fyziologie zvířat, základy porodnictví, hygiena a prevence chorob zvířat) pro zootechnický směr zemědělského studia. Publikoval 90 původních odborných a vědeckých prací a více než 40 učebnic a učebních textů. Mezi nejvýznamnější lze zařadit tyto: Anatomie domácích ptáků, připravená s prof. Koldou, Učebnice anatomie hospodářských zvířat pro studenty zootechnického směru, tři díly Atlasu anatomie hospodářských ptáků, učebnice Anatomia hospodářských zvířat, připravená s prof. Popeskem, a Koldův atlas veterinární anatomie, který vyšel v letošním roce.

Za všechny bývalé studenty, aspiranty a spolupracovníky blahopřejeme panu profesorovi Komárkovi k jeho významnému životnímu jubileu a přejeme mu do dalších let pevně zdraví a životní optimismus.

*Za kolektiv katedry veterinárních disciplín ČZU v Praze
Prof. MVDr. Ing. František Jílek, CSc., a doc. Ing. Jiří Rozinek, CSc.*

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 výpisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CONTENTS

Genetics and Breeding

Zwolińska-Bartczak I., Żuk B., Pawlina E.: Analysis of milk characteristics of cows and their daughters (in English).....	385
Stádník L., Louda F., Dvořák P., Šeba K., Řehounek V.: The results of breeding measures within the population of Charolais cattle in the Czech Republic in 1991–1997 (in English).....	389

Physiology and Reproduction

Fučíková A., Papešová L., Konečná A., Hodina T.: The influence of increased doses of vitamin E on production and hematological parameters in broilers (in Czech).....	397
Adámková-Stibranyiová I., Adámek Z., Šútovský I.: A comparative study on the induced spawning in female loach (<i>Misgurnus fossilis</i>) by means of single and double pituitary injection technique (in English).....	403

Nutrition and Feeding

Zobač P., Kumprecht I.: The effect of enzyme preparation with mostly proteolytic activity in mixtures for early weaning of piglets with different protein levels on indicators of growth and nutrient digestibility (in English).....	409
Kuchtík J., Chládek G., Koutník V., Hošek M.: Effect of selenium and zinc supplementation on some parameters of meat performance at semi-intensive fattening of lambs (in Czech).....	415

INFORMATION – STUDIES – REPORTS

Baruš V., Moravec F., Prokeš M.: Anguillicolosis of the European eel (<i>Anguilla anguilla</i>) in the Czech Republic (in English).....	423
---	-----

OBSAH

Genetika a šlechtění

Zwolińska-Bartczak I., Żuk B., Pawlina E.: Analýza vlastností mléka dojníc a jejich dcer.....	385
Stádník L., Louda F., Dvořák P., Šeba K., Řehounek V.: Výsledky šlechtitelského pokroku v populaci charolaiského skotu v České republice v letech 1991–1997.....	389

Fyziologie a reprodukce

Fučíková A., Papešová L., Konečná A., Hodina T.: Ověření vlivu zvýšených dávek vitamínu E na užitkové a hematologické ukazatele u brojlerů.....	397
Adámková-Stibranyiová I., Adámek Z., Šútovský I.: Srovnávací studie indukovaného výtěru u samic piskoře pruhované (<i>Misgurnus fossilis</i>) prostřednictvím jedno- a dvoudávkové injekce.....	403

Výživa a krmení

Zobač P., Kumprecht I.: Vliv enzymového preparátu s převážující proteolytickou aktivitou ve směsích pro časný odstav selat, s různou hladinou N-látek, na ukazatele růstu a stravitelnost živin.....	409
Kuchtík J., Chládek G., Koutník V., Hošek M.: Efekt přídatku selenu a zinku při polointenzivním výkrmu jehňat na vybrané ukazatele masné užitkovosti.....	415

INFORMACE – STUDIE – ZPRÁVY

Baruš V., Moravec F., Prokeš M.: Anguillikolóza úhoře říčního (<i>Anguilla anguilla</i>) v České republice	423
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA	
Jílek F., Rozínek J.: 70 let prof. MVDr. Vladimíra Komárka, Drsc.	432