



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

Animal Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

3

VOLUME 42 (LXX)
PRAHA
BŘEZEN 1997
CS ISSN 0044-4847

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

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

REDAKČNÍ RADA – EDITORIAL BOARD

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Ing. Ivo Kolář, CSc. (Výzkumný ústav pro chov skotu, s. r. o., Rapotín, ČR)

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

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

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

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

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

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

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

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

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

Ing. Marie Černá, CSc.

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce a studie typu review z 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 42 vychází v roce 1997.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Marie Černá, CSc., vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslané na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1997 je 672 Kč.

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

The journal is cited in the bibliographical journal Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences 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 42 appearing in 1997.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Marie Černá, CSc., editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1997 is 170 USD (Europe), 177 USD (overseas).

CITLIVOST EKONOMICKÝCH VAH NA ZMĚNY PODMÍNEK V CHOVU SKOTU

SENSITIVITY ANALYSIS OF ECONOMIC WEIGHTS TO CHANGES IN CIRCUMSTANCES OF CATTLE BREEDING

M. Wolfová, J. Wolf

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

ABSTRACT: The influence of the average level of traits and product and production-factor prices on the economic weights of daily gain of bulls (DGB), milk production in 1st lactation (MPIL), calving interval (CI) and length of production life of cows (LPLC) were studied. The economic weights were calculated for several models and for two situations – with and without milk quota. The program EW (Wolfová, Wolf, 1996a, b) was used for the calculations. The economic weights were expressed in crowns per genetic standard deviation ($K\check{c}/\sigma_g$). The levels of the economic parameters (milk and beef prices or production costs) were decreased and increased by the factor 1.5. Seven models were used for DGB. They differ in (i) the definition of the trait (models 6 and 7 do not take into account the correlated increase in daily gain (DG) of other cattle categories, models 2 and 5 include the correlated increase in DG of calves and heifers, and model 1 also of cows), (ii) the evaluation method for fattening bulls (models 1, 2, 3 and 6 assume constant slaughter age, models 4, 5 and 7 constant slaughter weight), (iii) the breeding strategy for heifers (models 1, 3 and 4 assume constant breeding age, models 2 and 5 constant breeding weight). For investigating the influence of changes in the trait DGB itself only models 6 and 7 were used. Two models for LPLC were calculated. Model 1 assumes that all heifers are mated and selected in 1st lactation for milk production. Model 2 assumes that heifers not needed for replacement are slaughtered before mating. For the CI only one model was used. The economic weights of all traits were calculated for all models at all parameter levels for both situations – with and without milk quota, but only substantial results are represented in the figures. The base level of the most important input parameters is given in Tab. I and the economic weights for this level as well as the genetic standard deviations of the traits are summarized in Tab. II. The influence of the trait levels on economic weights are expressed in Figs. 1 to 4. The level of DGB has only a small influence on the economic weights of the investigated traits except the trait DGB itself in model 7 (Fig. 1). The same holds for CI (Fig. 4). An increase in LPLC decreases the economic weight of this trait, especially in model 1; the other traits are influenced very little (Fig. 3). Changing MPIL influences the economic weights of all traits except DGB and MPIL without quota. The reaction of economic weights to changes in economic parameters is shown in Tabs. III to V and Figs. 5 and 6. The milk price is the most important factor for the economic value of milk production in the situation without quota, with quota the production-factor prices are most essential. CI is influenced mainly by beef prices. The effect of variations in product prices and costs on the economic weights of LPLC (Tab. V) and DGB (Fig. 5 and 6) strongly depends on the model used in the calculation. The economic weight of DG in models 5 and 7 is nearly insensitive to changes in economic parameters, whereas models 1 and 3 show the highest sensitivity. It is evident from Tabs. III to V and Figs. 5 and 6 that the underestimation of economic parameters influences the economic weights more than their overestimation, which corresponds with the findings of Amer (1995). On the basis of the sensitivity analysis some recommendations for the Czech cattle breeders are given.

cattle; economic weights; sensitivity analysis

ABSTRAKT: Byl analyzován vliv změny průměrné úrovně vlastností a cen produktů a nákladů na ekonomické váhy přírůstku býků ve výkrmu, dojivosti v 1. laktaci, délky mezidobí a doby užitku krav. Výpočty byly provedeny programem EW podle různých modelů pro situaci bez omezení produkce mléka a při zavedení kvót. Z analýzy vyplývají tyto závěry: Rozhodujícím faktorem ovlivňujícím relativní ekonomický význam vlastností je zavedení kvót pro množství mléka. Z ekonomických parametrů je pro ekonomickou váhu dojivosti rozhodující v situaci bez kvóty cena mléka, v situaci s kvótou náklady produkce, pro ekonomickou váhu mezidobí pak v obou případech cena masa. U ekonomických vah doby užitku krav a přírůstku je vliv ekonomických parametrů velmi rozdílný v závislosti na použitých modelech. Významný vliv na relace ekonomických vah mají pouze velmi vysoké odchylky skutečných cen a nákladů od cen a nákladů předpokládaných, vyšší vliv má přitom podhodnocení těchto parametrů než jejich nadhodnocení. Úroveň určité vlastnosti ovlivňuje především ekonomické váhy vlastnosti samé; na ekonomické váhy jiných vlastností má jen malý nebo žádný vliv, a to v závislosti na použitých modelech.

skot; ekonomické váhy; senzitivní analýza

Jedním ze základních ukazatelů pro hodnocení šlechtitelských programů je jejich ekonomická efektivnost. Pro výpočet efektivnosti selekčních opatření je mimo jiné nutná i znalost ekonomické hodnoty všech vlastností, které se mají selekcí zlepšovat. Tyto ekonomické hodnoty jsou označovány jako ekonomické váhy a vyjadřují peněžitý zisk ze zvýšení genetické úrovně vlastností zvířat v celé populaci. Ekonomické váhy vlastností v šlechtitelských cílech nejsou souborem přirozeně daných konstant. Jsou to proměnné závislé především na výběru a definici vlastností a provozních a ekonomických podmínkách chovu šlechtěné populace a na jejich interakcích. Efektivnost selekčních programů i ekonomická úspěšnost podniků, v nichž se selekční opatření realizují, závisí tedy ve velké míře na správném odhadu úrovně těchto faktorů a vlivu odchylek tohoto odhadu od skutečnosti na ekonomické váhy vlastností. Většina prací zabývajících se výpočtem ekonomických vah je proto doplněna o analýzu citlivosti ekonomických vah na změny vnějších okolností výroby a jejich důsledků na ekonomický přínos selekce. Studovány jsou především vlivy limitované produkce mléka nebo masa (Gibson, 1989) a vlivy úrovně vlastností, kvality krmiva a úrovně nákladů a cen produkce (Groen, 1990; Mack, 1995). Avšak i systém chovu a jeho organizace ovlivňují ekonomické váhy, a to především v interakci s úrovní vlastností a tržními podmínkami (McArthur, 1987). Systém chovu, který je optimální pro danou úroveň vlastností, se může při změně této úrovně ukázat jako suboptimální (DeKkers, 1991).

Wolfová a Wolf (1996a, b) vypracovali program pro stanovení ekonomických vah u skotu v ČR. Výpočet lze provést podle různých modelů, odrážejících různé systémy chovu a různé definice vlastností. Jedním z kritérií pro rozhodnutí, který model zvolit pro danou konkrétní situaci, může být citlivost ekonomických vah v jednotlivých modelech na změny faktorů, které ovlivňují efektivnost chovu skotu. Cílem této práce je analyzovat vliv těchto faktorů na výši ekonomických vah vlastností skotu a upozornit na interakce mezi úrovní jednotlivých faktorů a zvoleným modelem výpočtu pro jednotlivé vlastnosti.

MATERIÁL A METODA

Ekonomické váhy vlastností skotu pro tuto analýzu byly počítány programem EW (Wolfová, Wolf, 1996a, b). Výchozí (srovnávací) hodnoty ekonomických vah všech vlastností ve všech modelech byly vypočteny za použití biologických, ekonomických a provozních parametrů pro český strakatý skot, které byly stanoveny na základě krátkodobé prognózy vývoje v chovu skotu v ČR (viz výpočtovou variantu 2 – Wolfová et al., 1994). Nejdůležitější z těchto para-

metrů, jejichž úroveň byla v analýze měněna, jsou shrnuty v tab. I. Úplný seznam vstupních parametrů výchozí situace uvádějí Wolfová et al. (1995). Pro sledování vlivu změn parametrů na ekonomické váhy různých vlastností byly použity relativní ekonomické váhy, které udávají peněžitou hodnotu zvýšení úrovně vlastností při selekci o jednu genetickou směrodatnou odchylku (σ_a) a umožňují tak první hrubé posouzení a srovnání významu jednotlivých vlastností pro selekci (4. sloupec tab. II).

Byly sledovány reakce ekonomických vah, vypočtených podle různých modelů programu EW, na změny:

- v průměrné úrovni denních přírůstků ve výkrmu býků (rozsmezí 0,8–1,4 kg/den), v úrovni dojitosti na 1. laktaci (rozsmezí 3 500–7 000 kg), doby užitku krav (3,8–5,8 laktací) a délky mezidobí (320–460 dnů);
- v úrovni cen produktů a veškerých nákladů; postupně byly sníženy a zvýšeny ceny mléka a masa a veškeré náklady vstupující do výpočtu o faktor 1,5, což odpovídá cca 30% snížení a 50% zvýšení původní úrovně cen.

Pro demonstraci vlivu změn parametrů na ekonomické váhy byla z každého komplexu vlastností (mléčná a masná užitkovost, reprodukce a zdraví) zvolena jedna vlastnost:

- průměrný denní přírůstek ve výkrmu býků (modely 1 až 7)
- dojivost za jednu laktaci s konstantním obsahem tuků a bílkovin (modely 1 a 3)
- doba užitku krav (modely 1 a 2)
- délka mezidobí (jeden model).

Modely pro výpočet ekonomických vah průměrných denních přírůstků býků (PRB) se liší:

- a) v definici vlastností – v modelech 6 a 7 ekonomická váha zvýšení PRB nezahrnuje korelované zvýšení přírůstků u ostatních kategorií skotu, v modelech 2 až 5 je zahrnuto korelované zvýšení přírůstků telat a jalovic a v modelu 1 i krav;
- b) ve způsobu výkrmu býků – modely 1, 2, 3 a 6 předpokládají výkrm býků do konstantního věku, modely 4, 5 a 7 do konstantní hmotnosti;
- c) v době připouštění jalovic – v modelech 1, 3 a 4 se předpokládá připouštění jalovic v konstantním věku, v modelech 2 a 5 v konstantní hmotnosti.

Modely pro výpočet ekonomických vah doby užitku krav se liší strategií vyřazování jalovic nepotřebných k obnově stáda. Model 1 předpokládá připouštění všech chovu schopných jalovic a jejich vyřazení v 1. laktaci podle dojitosti, model 2 předpokládá výkrm nadbytečných jalovic.

U dojitosti zahrnuje model 1 situaci bez omezení produkce mléka, model 3 limitovanou produkci (zavedení kvóty pro množství mléka). Zavedení kvóty ovlivňuje i ekonomické váhy mezidobí a doby užitku krav, proto je u každého modelu těchto vlastností rozlišen výpočet pro situaci bez kvóty a s kvótou.

Vliv změny výše uvedených parametrů byl sledován ve všech kombinacích vlastností a modelů, při kvótě

I. Východí úroveň některých vstupních parametrů – Base level of some input parameters

Parametr ¹	Hodnota ²
Dojivost v 1. laktaci ³	5 100 kg
Přírůstek býků ve výkrmu ⁴	1,33 kg/den ¹⁷
Doba užítu krav ⁵	4 laktace ¹⁸
Délka mezidobí ⁶	380 dnů ¹⁹
Cena mléka (3,36 % bílkovin, 4,18 % tuku) ⁷	6,12 Kč/kg
Cena jatečné hmotnosti býků ⁸	56 Kč/kg
Cena jatečné hmotnosti krav ⁹	42 Kč/kg
Cena energie v jadřném krmivu pro býky ¹⁰	0,42 Kč/MJ NE
Cena energie v jadřném krmivu pro krávy ¹¹	0,55 Kč/MJ NE
Cena energie v objemném krmivu ¹²	0,35 Kč/MJ NE
Fixní náklady na býky ¹³	7,30 Kč/den
Fixní náklady na krávy ¹⁴	25 Kč/den
Variabilní pracovní náklady na přírůstek býků ¹⁵	1,70 Kč/kg
Variabilní pracovní náklady na mléko ¹⁶	0,66 Kč/kg

¹parameter, ²parameter value, ³milk production in 1st lactation, ⁴daily gain of bulls in fattening period, ⁵length of production life of cows, ⁶calving interval, ⁷price of milk (3.36% protein and 4.18% fat), ^{8,9}price of bull and cow carcasses, resp., ^{10,11}price of energy in concentrates for bulls and cows, resp., ¹²price of energy in roughage, ^{13,14}fixed costs for bulls and cows, resp., ^{15,16}variable labor cost for gain in bulls and for milk, resp., ¹⁷kg/day, ¹⁸lactations, ¹⁹days, Kč = Czech currency unit

II. Absolutní (v Kč na jednotku) a relativní (v Kč na genetickou směrodatnou odchylku) ekonomické váhy vybraných vlastností v jednotlivých modelech pro východí situaci – Absolute (in Kč per unit) and relative (in Kč per genetic standard deviation) economic weights for selected traits in different models for the base situation

Vlastnost (jednotka) ¹	Směrodatná odchylka ² (σ_a)	Ekonomická váha ³	
		absolutní ⁴ (Kč/jednotku)	relativní ⁵ (Kč/ σ_a)
Dojivost v 1. laktaci (kg) ⁶			
– bez kvóty ⁷ (model 1)	350	3,13	1 095,5
– s kvótou ⁸ (model 3)		2,54	889,0
Délka mezidobí (dny) ⁹			
– bez kvóty	7,04	-8,74	-61,5
– s kvótou		-9,36	-65,9
Doba užítu krav (laktace) ¹⁰			
– bez kvóty – model 1		636,6	402,4
– model 2	0,632	30,4	19,2
– s kvótou – model 1		486,9	307,5
– model 2		10,4	-6,6
Přírůstek býků (g/den) ¹¹			
– model 1		0,73	40,2
– model 2		4,07	223,9
– model 3	55	1,75	96,3
– model 4		0,74	41,3
– model 5		3,06	168,3
– model 6		2,48	136,4
– model 7		1,50	82,5

¹trait (unit), ²standard deviation, ³economic weight, ⁴absolute (in Kč/unit), ⁵relative, ⁶milk production in 1st lactation, ⁷without quota, ⁸with quota, ⁹calving interval (days), ¹⁰length of production life of cows (lactations), ¹¹daily gain of bulls (g/day)

pro produkci mléka i bez kvóty. Pro větší přehlednost výsledků zobrazených v grafech jsou však vynechány vlastnosti a/nebo modely, u kterých změna sledované

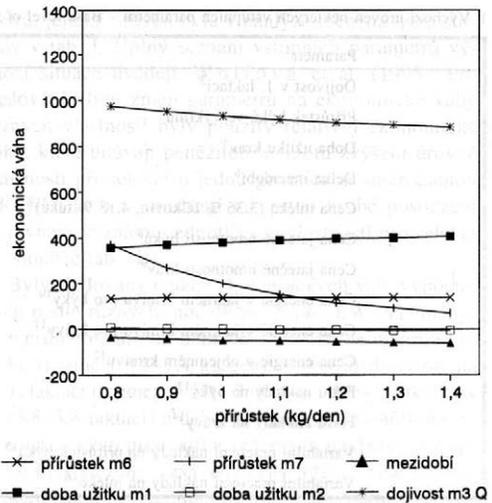
ho parametru neovlivní ekonomické váhy nebo u nichž je vliv obdobný jako u ekonomické váhy v grafu zobrazené.

Vliv úrovně vlastností na ekonomické váhy

Vliv průměrné úrovně přírůstků býku ve výkrmu (PRB) na ekonomické váhy sledovaných vlastností zachycuje obr. 1. Nejvýraznější je vliv úrovně PRB na ekonomickou váhu těžé vlastnosti v modelu 7; se zvýšením úrovně PRB z 0,8 na 1,4 kg/den klesla ekonomická váha PRB z 371 na 69 Kč/σ_a. V modelu 6 je změna minimální – ze 135 na 136 Kč/σ_a. Nevýrazně se také zvyšuje význam mezidobí (zvyšuje se absolutní hodnota jeho ekonomické váhy) a doby užitku krav (DUK) v modelu 1, a to obdobně v situaci bez kvóty i s kvótou pro množství mléka. Na ekonomickou váhu DUK v modelu 2 má úroveň PRB vliv pouze při kvótě pro množství mléka. V této situaci se úroveň PRB projeví i v ekonomické váze dojivosti (model 3), která s rostoucími přírůstky mírně klesá.

Úroveň dojivosti má vliv na ekonomické váhy reprodukčních vlastností v situaci s kvótou i bez kvóty, na ekonomickou váhu dojivosti pouze v situaci s kvótou a ekonomické váhy PRB neovlivňuje (obr. 2). Vliv dojivosti na ekonomický význam DUK v modelu 1 závisí na modelu u dojivosti. V situaci bez kvóty se ekonomická váha DUK s rostoucí dojivostí zvyšuje, v situaci s kvótou snižuje. Ekonomická váha DUK v modelu 2 a ekonomická váha mezidobí (DME) klesají, a to obdobně v situaci bez kvóty (obr. 2) i s kvótou.

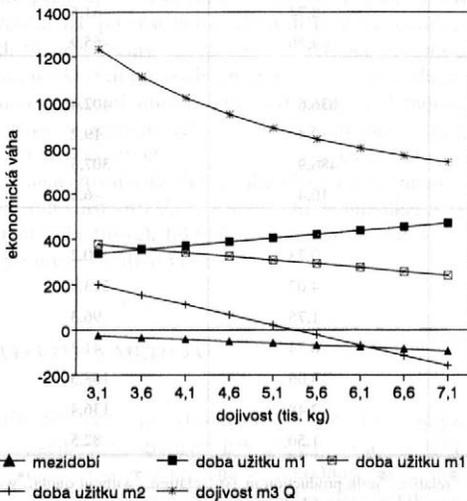
Úroveň DUK ovlivňuje ekonomické váhy všech vlastností ve všech modelech v situaci s kvótou i bez kvóty (obr. 3). Změny jsou však nepatrné, s výjimkou ekonomické váhy DUK, která s prodlužováním DUK



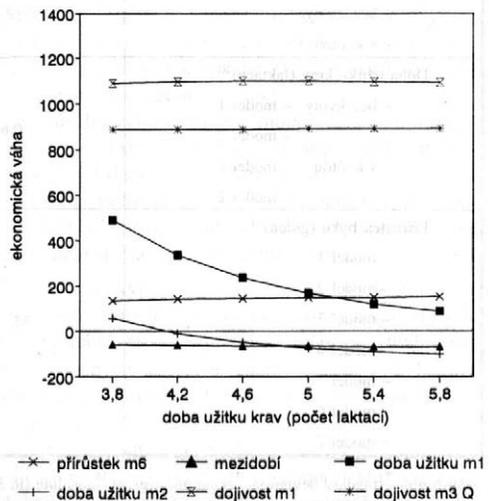
1. Závislost ekonomických vah vlastností (v Kč/σ_a) na úrovni průměrných denních přírůstků býku ve výkrmu; m1 až m7 – použitý model, Q – kvóta pro množství mléka – Economic weights (in Kč/σ_a) as functions of average daily gain of bulls in fattening period; m1 to m7 – model 1 to model 7, Q – milk quota

For Figs. 1 to 4: přírůstek = weight gain, doba užitku = production life, mezidobí = calving interval, dojivost = milk production

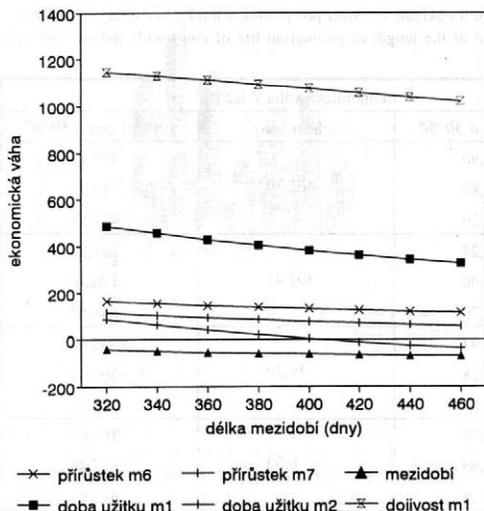
silně klesá v obou modelech jak s kvótou pro mléko, tak bez ní. Ekonomická váha dojivosti v situaci bez kvóty stoupá do úrovně 4,8 laktací a pak klesá, v situaci s kvótou je zřejmá stoupající tendence. Rovněž eko-



2. Závislost ekonomických vah vlastností (v Kč/σ_a) na úrovni dojivosti v 1. laktaci; m1 až m3 – použitý model, Q – kvóta pro množství mléka – Economic weights (in Kč/σ_a) as functions of milk production in 1st lactation; m1 to m3 – model 1 to model 3, Q – milk quota



3. Závislost ekonomických vah vlastností (v Kč/σ_a) na době užitku krav; m1 až m6 – použitý model, Q – kvóta pro množství mléka – Economic weights (in Kč/σ_a) as functions of the length of production life of cows; m1 to m6 – model 1 to model 6, Q – milk quota



4. Závislost ekonomických vah vlastností (v $K\check{c}/\sigma_n$) na délce mezidobí; m1 až m7 – použitý model – Economic weights (in $K\check{c}/\sigma_n$) as functions of calving interval; m1 to m7 – model 1 to model 7

nomické váhy PRB a DME s prodlužováním DUK nepatrně stoupají.

Prodlužování DME snižuje ekonomické váhy všech vlastností ve všech modelech. Obr. 4 zachycuje situaci

bez kvóty. V situaci s kvótou je pokles ekonomických vah vlastností obdobný.

Vliv úrovně cen produktů a nákladů

Vliv změn cen masa a mléka a celkových nákladů na ekonomické váhy dojivosti, mezidobí a doby užitku krav v situaci s kvótou i bez ní je zřejmý z tab. III až V.

Ekonomická váha dojivosti je v situaci bez kvóty (model 1) vždy vyšší než při zavedení kvót produkce (model 3), s výjimkou případu, kdy je při vysokých nákladech nebo nízkých cenách mléka celkový ekonomický výsledek chovu skotu záporný. Při zavedení kvót je ekonomická váha dojivosti ovlivněna i cenou masa, protože při zvýšení dojivosti dojde k poklesu počtu dojnic a tím i stavů ostatního jatečného skotu. Rozhodujícím faktorem pro výši ekonomických vah dojivosti bez kvóty jsou ceny mléka, s kvótou pak výše nákladů (tab. III).

Ještě výraznější vliv mají změny všech ekonomických parametrů na ekonomickou váhu mezidobí (tab. IV). Rozhodující jsou přítomné ceny masa, protože při prodlužování mezidobí se snižuje počet telat na krávu a rok. Při srovnávání hodnot uvedených v tab. IV je nutné si uvědomit, že vyšší záporné číslo znamená vyšší ekonomickou hodnotu mezidobí, protože výpočet se provádí pro zvýšení úrovně mezidobí, což znamená zhoršení vlastností. Kladná hodnota v tab. IV, při zvýšení nákladů, se objevuje proto, že při vysokých nákla-

III. Závislost ekonomické váhy dojivosti na změnách cen produktů a nákladů v situaci pro produkci mléka bez kvóty a s kvótou – Influences of changes in product prices and costs on the economic weight of milk production with and without milk quota

Produkce mléka ¹	Vstupy ²	Ekonomická váha v $K\check{c}/\sigma_n$ ³		
		snížení cen o 30 % ⁴	výchozí ceny ⁵	zvýšení cen o 50 % ⁶
Bez kvóty ⁷ (model 1)	ceny masa ⁹	1 094		1 094
	ceny mléka ¹⁰	563	1 094	1 892
	veškeré náklady ¹¹	1 261		844
S kvótou ⁸ (model 3)	ceny masa	1 060		630
	ceny mléka	719	888	1 141
	veškeré náklady	589		1 337

¹milk production, ²inputs, ³economic weights in $K\check{c}/\sigma_n$, ⁴decrease in prices by 30%, ⁵base prices, ⁶increase in prices by 50%, ⁷without milk quota, ⁸with milk quota, ⁹beef prices, ¹⁰milk prices, ¹¹all production costs

IV. Závislost ekonomické váhy mezidobí na změnách cen produktů a nákladů v situaci pro produkci mléka bez kvóty a s kvótou – Influences of changes in product prices and costs on the economic weight of calving interval with and without milk quota

Produkce mléka ¹	Vstupy ²	Ekonomická váha v $K\check{c}/\sigma_n$ ³		
		snížení cen o 30 % ⁴	výchozí ceny ⁵	zvýšení cen o 50 % ⁶
Bez kvóty ⁷	ceny masa ⁹	-7,07		-143,18
	ceny mléka ¹⁰	-19,91	-61,51	-123,91
	veškeré náklady ¹¹	-137,05		+4,34
S kvótou ⁸	ceny masa	-7,85		-152,97
	ceny mléka	-16,56	-65,90	-139,90
	veškeré náklady	-151,31		-153,65

For I–II see Tab. III

Model	Produkce mléka ¹	Vstupy ²	Ekonomická váha v Kč/σ _a ³		
			snížení cen o 30 % ⁴	výchozí ceny ⁵	zvýšení cen o 50 % ⁶
1	bez kvóty ⁷	ceny masa ⁹	353,90	402,39	475,12
		ceny mléka ¹⁰	326,85		515,70
		veškeré náklady ¹¹	392,29		417,55
	s kvótou ⁸	ceny masa	338,28	307,47	261,23
		ceny mléka	398,90		170,30
		veškeré náklady	82,70		644,59
2	bez kvóty	ceny masa	60,97	19,20	-43,44
		ceny mléka	234,28		-303,41
		veškeré náklady	-244,04		414,07
	s kvótou	ceny masa	56,72	-6,63	-101,64
		ceny mléka	253,89		-397,41
		veškeré náklady	-328,28		475,85

For 1–11 see Tab. III

dech je chov skotu jako celek ztrátový a snížení počtu telat při prodloužení mezidobí vlastně tuto ztrátu snižuje.

Vliv ekonomických parametrů na ekonomickou váhu doby užítu krav (DUK) je výrazně ovlivněn volbou modelů i kvotací produkce mléka (tab. V). V modelu 1 ovlivňují nejvýrazněji ekonomickou váhu DUK v situaci bez kvóty ceny mléka a v situaci s kvótou náklady. V modelu 2 jsou rozhodujícím faktorem náklady výroby.

Obr. 5 a 6 zachycují vliv změn v cenách masa a v nákladech na ekonomickou váhu přírůstku býků (PRB) v interakci s použitým modelem výpočtu. Nejméně citlivá na změny ekonomických parametrů je ekonomická váha PRB v modelech 5 a 7 (výkrm do konstantní hmotnosti) a při změnách nákladů také v modelu 6 (bez zahrnutí ostatních kategorií skotu). Nejcitlivější je ekonomická váha PRB v modelech 1 a 3, které počítají s korelovaným zvýšením hmotnosti jalovic a krav. Při vysokých nákladech nebo nízkých cenách masa nevyrovná vyšší příjem za jatečná zvířata zvýšení nákladů na krmiva pro růst a záchovnou dávku a ekonomická váha PRB je v tomto případě záporná.

DISKUSE

Změny v úrovni vlastností

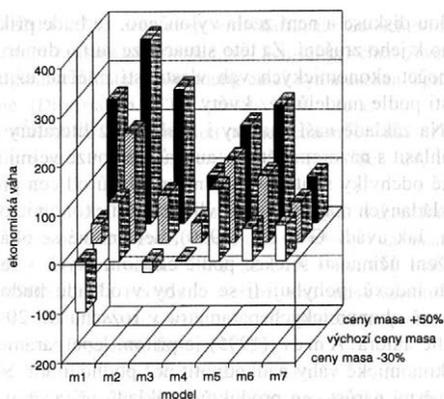
Úroveň vlastností zvířat ovlivňuje nejvíce ekonomickou váhu vlastností samé, méně pak ekonomické váhy ostatních vlastností.

Úroveň dojitosti nemá vliv na ekonomické váhy vlastností masné užitkovosti a v situaci bez kvóty ani na ekonomické váhy dojitosti, což koresponduje s výsledky autorů Muňoz-Luna et al. (1988).

Böbner (1994) naproti tomu uvádí pokles ekonomické váhy dojitosti se zvyšováním úrovně dojitosti, což vysvětluje zvýšením podílem jadrného krmiva, vyšší cenou jalovic na obnovu stáda a zvýšenými náklady na zvěrolékaře a inseminace. V našem modelu jsou inseminační náklady zohledněny při výpočtu ekonomických vah mezidobí a zvýšení dojitosti je kryto pouze jadrnými krmivy, a to jak při nižší, tak při vyšší užitkovosti. Je však pravdou, že jiná skladba jadrného krmiva při vyšší užitkovosti může zvýšit cenu energie v jadrném krmivu. Toto zvýšení ceny je možné zohlednit změnou odpovídajících vstupních parametrů. S nárůstem dojitosti se nepatrně zvyšuje ekonomická váha doby užítu krav a zvyšuje se ztráta při prodloužení mezidobí, což odpovídá výsledkům, které uvádí Böbner (1994) nebo Boichard (1990). Výsledky analýzy v situaci s limitovanou produkcí mléka jsou shodné s výsledky autorů Bekman, Van Arendonk (1993) a Groen (1989, 1990).

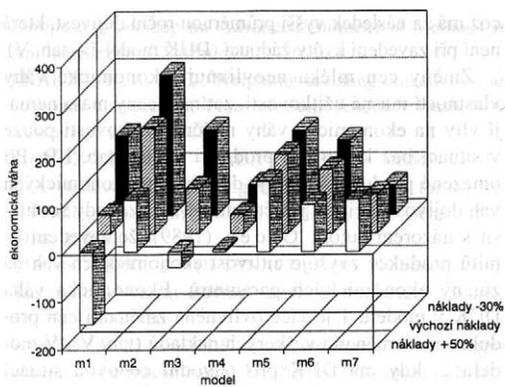
Úroveň doby užítu krav (DUK) ovlivňuje ekonomické váhy všech vlastností. S prodloužováním DUK klesá silně ekonomická váha této vlastnosti. Obdobný výsledek získal ve své analýze Böbner (1994). Při nízké DUK je vysoký podíl dojníc na prvních laktacích, kdy není dosahována maximální užitkovost. Zvýšením DUK se zvyšuje podíl krav na vyšších laktacích s maximální úrovní dojitosti. Po dosažení optimální věkové struktury stáda s maximální roční užitkovostí přináší sice další prodloužení DUK úspory nákladů na obnovu stáda, průměrná dojitost stáda se však již snižuje, čímž klesá celkový přínos prodloužení DUK.

Úroveň délky mezidobí (DME) ovlivňuje rovněž ekonomické váhy všech vlastností. Se stoupající DME klesá ekonomická váha sledovaných vlastností. V literatuře je někdy místo DME užívána pro hodnocení reprodukce krav délka servis periody (SP) nebo podíl



5. Závislost ekonomické váhy přírůstku býků ve výkrmu (v Kč/σ_g) v různých modelech na cenách masa – Economic weight of daily gain of bulls (in Kč/σ_g) as a function of beef prices for different models

ceny masa = meat prices, výchozí ceny masa = base meat prices



6. Závislost ekonomické váhy přírůstku býků ve výkrmu (v Kč/σ_g) v různých modelech na výši nákladů – Economic weight of daily gain of bulls (in Kč/σ_g) as a function of production costs for different models

náklady = costs, výchozí náklady = base costs

zabřezávání krav. Každé prodloužení SP nebo zhoršení zabřezávání prodlužuje zároveň DME. Analýzy citlivosti ekonomických vah těchto vlastností na změny průměrné úrovně jsou proto u všech tří vlastností srovnatelné. Strandberg a Oltencu (1989) uvádějí téměř lineární pokles ekonomické váhy SP s prodloužením průměrné úrovně této vlastnosti. Také ekonomická váha podílu zabřezlých krav je nejvyšší při nejnižší úrovni zabřezávání (Boichard, 1990). Holman et al. (1984) uvádějí jako optimální DME 13 měsíců (395 dnů). Zvyšování i snižování DME nad a pod toto optimum přináší pokles zisku, tj. ekonomická váha DME do 13 měsíců DME stoupá a nad 13 měsíců klesá. Ekonomická váha je však zde definována pouze jako rozdíl tržeb za mléko a nákladů na krmiva, a je proto kladná. Při zahrnutí ztrát v důsledku menšího počtu telat narozených za rok při prodloužení DME je ekonomická váha DME záporná a s růstem průměrné DME klesá (obr. 4). Rovněž Zeddieš (1994) uvádí pokles ekonomické váhy mezidobí při zvyšování úrovně DME v rozmezí 335 až 455 dnů. Pouze při nízké ceně telat a nezahrnutí pracovních nákladů je optimální DME 12 až 13 měsíců a změna DME v obou směrech přináší ztrátu.

Vliv průměrné úrovně přírůstků býků (PRB) na ekonomické váhy ostatních vlastností působí přes strukturu stáda, tj. přes počty jatečných zvířat. Jestliže při zvyšování úrovně vlastností dochází ke zvýšení počtu jatečných zvířat, zvyšuje se ekonomická váha těchto vlastností s vyšší úrovní přírůstků (DUK model 1), a naopak dochází-li k snižování stavů jatečného skotu, ekonomická váha klesá (dojivost model 3, DME) – obr. 1. Vliv úrovně PRB na ekonomickou váhu vlastnosti samé silně závisí na modelu. Muňoz-Luna et al. (1988) uvádějí vzrůst ekonomické váhy PRB při zvyšování úrovně PRB a konstantním věku při porážce,

což odpovídá našim výsledkům v modelu 6 (obr. 1). Bekman a Van Arendonk (1993) naproti tomu udávají pokles ekonomické váhy PRB se zvyšováním úrovně této vlastnosti. Tito autoři však počítají s porážkou býků v konstantní hmotnosti. Jejich výsledky tedy rovněž odpovídají našim údajům v modelu 7 (obr. 1).

Změny ekonomických podmínek chovu

Velká pozornost je v literatuře věnována vlivu restrikce produkce mléka, tuku, masa aj. na ekonomické váhy vlastností mléčné a masné užitkovosti (Gibson, 1989; Groen, 1989; Harris, Freeman, 1993). Všichni tito autoři se shodují v tom, že zavedení limitu produkce má vždy velmi výrazný vliv na ekonomické váhy vlastností, ke kterým se restrikce vztahuje. Limit produkce mléka snižuje ekonomickou váhu vlastností mléčné užitkovosti (mléka, tuku, bílkovin), limit produkce masa ekonomickou váhu vlastností masné užitkovosti, pokud dochází při zvýšení úrovně vlastností k zvýšení jatečné hmotnosti zvířat. Stejně výsledky byly zjištěny i v naší analýze vlivu zavedení kvóty pro produkci mléka (tab. III). Snižuje se však i ekonomická váha DUK a DME, protože při zvyšování úrovně těchto vlastností roste průměrná roční produkce mléka. Harris a Freeman (1993) naopak uvádějí zvýšení ekonomické váhy DUK při zavedení kvót pro mléko nebo mléčný tuk. Důvodem je to, že tito autoři započítávají do ekonomické váhy roční selekční zisk z daného selekčního programu. Prodloužení DU snižuje obměnu stáda mladými jalovicemi s genetiky vyšší úrovně dojivosti a snižuje tím selekční zisk. V našem modelu se s tímto selekčním ziskem nepočítá, zahrnuje se však selekční zisk ze selekce ve stádě (záměrná selekce prvotetek), který se se zvyšováním DUK zvyšuje,

což má za následek vyšší průměrnou roční dojivost, která není při zavedení kvóty žádoucí (DUK model 1 – tab. V).

Změny cen mléka neovlivňují ekonomické váhy vlastností masné užitkovosti, zatímco ceny masa nemají vliv na ekonomické váhy mléčné užitkovosti pouze v situaci bez kvóty pro produkci mléka (tab. III). Při omezené produkci vstupuje do výpočtu ekonomických vah dojivosti i zisk z jatečných zvířat. Lze tedy souhlasit s názorem autora Groen (1989), že zavedení limitů produkce zvyšuje citlivost ekonomických vah na změny ekonomických parametrů. Ekonomická váha DUK v modelu 1 je více ovlivněna změnou cen produkce než změnami veškerých nákladů (tab. V). V modelu 2, kdy má DUK pro původní cenovou situaci vzhledem k modelu 1 téměř nulovou ekonomickou váhu (tj. výkrm nadbytečných jalovic je méně výhodný než selekce jalovic v 1. laktaci), se situace změní při poklesu nebo nárůstu cen produktů i nákladů. Při snížení cen masa nebo mléka, nebo při zvýšení nákladů do té míry, že zisk z celkového obrátu stáda je záporný, zvýší se výrazně ekonomická váha DUK v modelu 2. Rovněž ekonomická váha DME, která je při ziskovém chovu skotu záporná, se při ztrátovém hospodaření mění v kladnou a ekonomická váha dojivosti v modelu 3 (systém kvót) převyší ekonomickou váhu dojivosti v modelu 1 (bez kvót) – tab. III a IV. Tyto hodnoty ekonomických vah DUK v modelu 2, dojivosti v modelu 3 a DME však jsou nesmyslné a nepoužitelné pro šlechtění. Ekonomické váhy vlastností, do jejichž výpočtu vstupuje celkový zisk ze stáda, lze tedy smysluplně počítat pouze při kladném ekonomickém výsledku chovu skotu.

Způsob výpočtu ekonomických vah, reprezentovaný různými modely, ovlivňuje tedy i působení dalších faktorů na tyto váhy. Podrobněji byly interakce modelů a ekonomických parametrů zkoumány u ekonomické váhy PRB (obr. 5 a 6). Poněvadž relativní podíl tržeb a nákladů na ekonomické váze PRB je v jednotlivých modelech různý, reagují ekonomické váhy PRB v každém modelu jinak na změny cen masa i na změny nákladů. Bekman a Van Arendonk (1993) uvádějí nárůst ekonomické váhy PRB se zvyšováním nákladů. Jejich metoda výpočtu odpovídá našemu modelu 7, ve kterém ekonomická váha PRB se zvyšováním nákladů rovněž stoupá (obr. 6).

Využití výsledků analýzy pro konkrétní výpočet ekonomických vah použitím programu EW

Ekonomické váhy neboli ekonomický význam celého souboru vlastností zvířat pro selekční účely lze stanovit pouze za předpokladu, že chov skotu jako celek není ztrátový.

V důsledku dlouhého generačního intervalu skotu je potřeba odhadnout alespoň rámcově budoucí ekonomické podmínky. Nejdůležitější je přitom předvídat zavedení regulačních opatření státu (zavedení kvót produkce). V EU je systém kvotace mléka zaveden už dlouho, o jeho účinnosti a smysluplnosti se však stále

vedou diskuse a není zcela vyloučeno, že bude překročeno k jeho zrušení. Za této situace lze zatím doporučit výpočet ekonomických vah vlastností mléčné užitkovosti podle modelů bez kvóty.

Na základě naší analýzy i výsledků z literatury lze souhlasit s názorem většiny autorů, že pouze velmi vysoké odchylky skutečných cen a nákladů od cen předpokládaných mají průkazný vliv na výši ekonomických vah. Jak uvádí Groen (1990), není nutné se obávat snížení účinnosti selekce podle ekonomických selekčních indexů, pohybují-li se chyby v odhadu budoucí úrovně ekonomických parametrů v rozsahu do 20 %. Podle autora Amer (1995) je přitom lépe parametry a ekonomické váhy nadhodnotit než podhodnotit. Stejněměrný nárůst cen produktů i nákladů při zachování jejich vzájemných relací pak nemá žádný vliv na relativní ekonomické váhy.

Významný vliv na ekonomické váhy má systém chovu – např. způsob výkrmu, strategie připařování a vyřazování jalovic a krav apod. Je proto nutné optimalizovat obrat stáda a systém chovu tak, aby za předpokládaných ekonomických podmínek přinášel chov skotu maximální zisk. Za podmínek použitých v této studii je např. vhodné použít pro výpočet ekonomických vah doby užitku krav model 1, tj. při snižování nucené bracke krav zvýšit selekci podle dojivosti. Výběr modelu u přírůstku býků závisí na několika okolnostech. Za předpokladu dalšího snižování stavu krav a tím i produkce hovězího masa může být žádoucí výkrm do vyšších porážkových hmotností. Pro stanovení ekonomického přínosu zvýšení přírůstků je pak nejvhodnější model 3 (výkrm do konstantního věku), ve kterém je ekonomická váha také málo závislá na průměrné úrovni přírůstku. Při větším rozšíření chovu masného skotu bude nutné pro zajištění konkurenceschopnosti masa býků dojných a kombinovaných plemen provádět výkrm do optimální jatečné hmotnosti a při dosahování vyšších přírůstků zkracovat dobu výkrmu. V tomto případě bude vhodnější použít pro výpočet ekonomické váhy přírůstku model 4, nebo, při současném intenzivním odchovu jalovic, i model 5. Model 6 (pro první situaci) a 7 (pro druhou situaci) lze použít pouze tehdy, hodnotí-li se přírůstky (nebo hmotnost) samců a samicí populace skotu jako samostatné vlastnosti a jsou pro obě pohlaví zařazeny do šlechtitelských cílů. Při použití modelů 4 a 7 je nutné správně odhadnout budoucí průměrnou úroveň přírůstků v populaci, poněvadž tyto modely jsou na tento parametr velmi citlivé.

LITERATURA

- AMER, P.: Breeding objectives – an introduction. In: 2nd European Workshop on Advanced Biometrical Methods in Animal Breeding, Salzburg, 12.–20. 6. 1995.
- BEKMAN, H. - VAN ARENDONK, J. A. M.: Derivation of economic values for veal, beef and milk production traits using profit equations. *Livestock Prod. Sci.*, 34, 1993: 35–56.

- BÖBNER, CH.: Schätzung wirtschaftlicher Gewichte für sekundäre Leistungsmerkmale bei Schweizerischen Zweinutzungsrindern unter Anwendung einer dynamischen Optimierung. [Dissertation.] ETH Zürich, 1994. 126 s.
- BOICHARD, D.: Estimation of the economic value of conception rate in dairy cattle. *Livestock Prod. Sci.*, 24, 1990: 187–204.
- DEKKERS, J. C. M.: Estimation of economic values for dairy cattle breeding goals – bias due to sub-optimal management policies. *Livestock Prod. Sci.*, 29, 1991: 131–149.
- GIBSON, J. P.: Economic weights and index selection of milk production traits when multiple production quotas apply. *Anim. Prod.*, 49, 1989: 171–181.
- GROEN, A. F.: Economic values in cattle breeding. II. Influences of production circumstances in situations with output limitations. *Livestock Prod. Sci.*, 22, 1989: 17–30.
- GROEN, A. F.: Influences of production circumstances on the economic revenue of cattle breeding programmes. *Anim. Prod.*, 51, 1990: 469–480.
- HARRIS, B. L. – FREEMAN, A. E.: Economic weights for milk yield traits and herd life under various economic conditions and production quotas. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993: 868–879.
- HOLMANN, F. J. – SHUMWAY, C. R. – BLAKE, R. W. – SCHWART, R. B. – SUDWEEKS, E. M.: Economic value of days open for Holstein cows of alternative milk yields with varying calving interval. *J. Dairy Sci.*, 67, 1984: 636–643.
- MACK, G.: Economic value of milk production and reproductive traits. Results in dependence on alternative production circumstances – a microeconomic approach. In: 2nd European Workshop on Advanced Biometrical Methods in Animal Breeding, Salzburg, 12.–20. 6. 1995.
- McARTHUR, A. T. G.: Weighting breeding objectives – an economic approach. In: Proc. 6th Conf. AAABG, Perth, WA, Australia, 1987: 179–187.
- MUÑOZ-LUNA, A. – YADAV, S. B. S. – DEMPFLER, L.: Derivation of economic weights for several traits for the Rubia-Gallega cattle in Spain. *J. Anim. Breed. Genet.*, 105, 1988: 372–383.
- STRANDBERG, E. – OLTENACU, P. A.: Economic consequences of different calving intervals. *Acta Agric. Scand.*, 39, 1989: 407–420.
- WOLFOVÁ, M. – WOLF, J.: PC-Programs for estimating economic weights in cattle. *Živoč. Výr.*, 41, 1996a: 97–101.
- WOLFOVÁ, M. – WOLF, J.: User's Manual for the Program EW, Version 1.1 (A program for estimating economic weights in cattle). Praha-Uhřetěves, Research Institute of Animal Production 1996b. 50 s.
- WOLFOVÁ, M. – PŘIBYL, J. – WOLF, J.: Stanovení ekonomických vah vybraných vlastností pro domácí populaci skotu. *Živoč. Výr.*, 39, 1994: 109–120.
- WOLFOVÁ, M. – WOLF, J. – AUMANN, J. – NIEBEL, E.: Stanovení a využití ekonomických vah hospodářsky významných vlastností u skotu. In: Sbor. Sem. VÚŽV Praha-Uhřetěves, 23. 2. 1995. 50 s.
- ZEDDIES, J.: Methodology and calculation of economic values for breeding traits. In: Workshop Economic Weights in Cattle, Futterkamp, 16.–17. 2. 1994.

Došlo 9. 8. 1996

Kontakní adresa:

Ing. Marie Wolfová, Výzkumný ústav živočišné výroby, 104 00 Praha 10-Uhřetěves, Česká republika; tel.: 02/67 71 07 78, fax: 02/67 71 07 79

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

SEDMDESÁT LET ZVELEBOVACÍCH AKCÍ V CHOVU PRASAT

U příležitosti sedmdesáti let zavedení kontroly užítkovosti proběhl 30. října 1996 v Českých Budějovicích odborný seminář „Výkonný genofond, kvalifikovaný management, dobrý zdravotní stav a cílevědomá výživa v chovu prasat“. Uspořádala ho katedra speciální zootechniky Jihočeské univerzity ve spolupráci s Domem techniky a Svazem chovatelů prasat v Čechách a na Moravě a dalšími organizacemi.

Celkem 175 účastníků ze všech sfér, které mají vztah k chovu prasat, bylo seznámeno s návrhem na dotační tituly, s postupem prací na novele zákona o plemenitbě hospodářských zvířat a s principy zákona o krmivech a se změnami souvisejícími s jeho zavedením.

Jedním z bloků semináře bylo hodnocení zdravotní situace v chovu prasat, která není příznivá. Některé nedostatky, jako nedodržování turnusů, špatná asanace stájí, šetření na veterinární péči, nepořádek v označování zvířat apod., vedou k postupnému zhoršování zdravotního stavu prasat s dopadem na užítkovost v užitkových chovech.

Chovatelé prasat byli seznámeni také se zvýšeným výskytem parazitárních onemocnění a prevencí proti nim.

Se zájmem vyslechli účastníci semináře přednášky našich předních odborníků o úspěšné aplikaci metod

molekulární genetiky v našich chovech a modernizaci šlechtitelských programů, moderní poznatky o hodnocení jatečné hodnoty včetně doporučení vhodných kombinací finálních hybridů na regionální úrovni. Tento blok doplnila kompletní přednáška zástupce bavorského svazu chovatelů prasat o chovatelských postupech v SRN, včetně vybudované vertikály pro výrobu vepřového masa a zkušeností s objektivní klasifikací.

Největší pozornost věnovalo shromáždění aktuálním otázkám reprodukce prasat zaměřeným zejména na chyby, kterých se současná praxe dopouští s přihlédnutím k laktaci prasnic, odstavu selat, dlouhověkosti prasnic, obratu stáda a dopadům do ekonomiky.

Chovatelé, plemenaři, veterináři, výzkumní pracovníci a studenti si připomněli vývoj chovu prasat a mimořádné úsilí, které naši předchůdci věnovali zvelebovacím akcím v chovu prasat, od příhonu bagounů na naše území až po moderní selekční programy založené na využití genetiky pro produkci finálních hybridů.

Jednání znovu prokázalo, že chov prasat má v naší republice dlouhodobé a mimořádně bohaté tradice. V průběhu řady generací vyrostli z našich zemědělců velmi dobří a ve světě uznávaní chovatelé. Jejich chovy vynikaly a budí pozornost nejen koncentrací a intenzitou výroby, ale především vyspělostí plemenářské práce.

Prof. Ing. Václav Matoušek, DrSc.

Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice

VLIV EVAPORAČNÍHO OCHLAZOVÁNÍ NA TERMOREGULAČNÍ FUNKCE JALOVIC DLOUHODOBĚ USTÁJENÝCH V RŮZNÝCH TEPLOTNÍCH A VLHKOSTNÍCH PODMÍNKÁCH PROSTŘEDÍ

EFFECT OF EVAPORATIVE COOLING PROCEDURE ON THE THERMOREGULATION FUNCTIONS OF HEIFERS RAISED IN DIFFERENT TEMPERATURE AND HUMIDITY CONDITIONS

Z. Nový¹, I. Knížková², M. Černý¹, P. Kunc², F. Jílek¹, S. Barláková¹

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

²*Research Institute of Animal Production, Praha-Uhřetěves, Czech Republic*

ABSTRACT: The aim of this experiment was to verify the effect of evaporative cooling procedure (ECP) at the temperatures above 25 °C on the organism of heifers reared in three different temperature and humidity conditions of environment and to determine how long one minute of ECP has a positive response of the thermoregulation functions of heifers. Three groups of heifers (crossbreeds of Czech Pied cattle with Holstein-Friesian) were observed. First group was housed at the temperatures above 27 °C and had been accustomed to an ECP for the period of one month. Second group was kept under the same temperature conditions with no ECP. Third group was stanchioned at the temperatures around 14 °C and were transferred to the barn with the temperature above 27 °C one hour before measurement. Changes of respiration rate and volume, oxygen consumption, production and flow of heat, pulmonary ventilation before, during and after ECP were measured in all the heifers. Heifers exposed and accustomed to ECP for a long time when housed at temperatures above 27 °C responded positively during and after ECP in all the observed respiratory functions and heat production. The ratio of the heat flow by respiration to the total heat flow decreased, the heat loss was mostly by passive flow through the mist particles. One minute of sprinkling positively affected thermoregulative functions of an organism for 20–25 minutes. In heifers reared at the high temperatures without ECP the response was positive – to the first sprinkling – in all observed functions just for a short period. Heifers long-term reared at the air temperatures about 14 °C and suddenly transferred to the environment with the temperatures above 27 °C reacted to ECP by turning on chemical thermoregulation. The sudden changes of air temperatures and humidity caused heat stress in heifers, which is perceptible from the sudden changes of the observed physiological functions. It can be claimed that ECP is profitable to perform regularly during the whole summer period in a mild zone also in young cattle of milk or combined breeds because ECP positively stimulates physiological functions of an organism, which is in relation with the welfare of animals, health condition and production of animals.

heifers; thermoregulatory functions; high temperature; water evaporative cooling

ABSTRAKT: Cílem práce bylo ověřit vliv evaporačního ochlazování při teplotách vzduchu nad 25 °C na organismus jalovic dlouhodobě chovaných ve třech různých teplotních a vlhkostních podmínkách prostředí a zjistit, po jaký následný časový úsek ovlivňuje pozitivně jedna minuta evaporačního ochlazování termoregulační funkce jalovic. Byly sledovány tři skupiny jalovic-kříženek českého strakatého skotu s holštýnským skotem. První skupina byla ustájena při teplotách nad 27 °C a měsíc navykána na evaporační ochlazování. Druhá skupina byla chována při stejných teplotních podmínkách, ale bez ochlazování. Třetí skupina byla ustájena při teplotách okolo 14 °C a hodinu před měřením převedena do stáje s teplotou vzduchu nad 27 °C. U jalovic byly sledovány před evaporačním ochlazováním, v jeho průběhu a po něm změny frekvence a hloubky dechu, ventilace plic, spotřeba kyslíku, produkce a výdej tepla. Jalovice dlouhodobě přizpůsobené pravidelnému evaporačnímu ochlazování při teplotách nad 27 °C reagovaly pozitivně na rosení v průběhu měření ve všech sledovaných respiračních funkcích a v produkci tepla (pokles frekvence dechu o 11,2 dechů/min, zvýšení hloubky dechu až o 8,11 ml/kg/dech a pokles ventilace plic – až o 47 ml/kg/min; $P < 0,05$). Poměr výdeje tepla dýcháním k celkovému výdeji tepla poklesl, teplo bylo odváděno ve větší míře pasivním výdejem přes mlžné částice. U těchto jalovic jedna minuta rosení ovlivňovala kladně termoregulační funkce organismu po dobu 20 až 25 minut. U jalovic chovaných při vysokých teplotách vzduchu bez evaporačního ochlazování byla reakce na první rosení kladná ve všech sledovaných funkcích, ale po velmi krátkou dobu. V průměru se po 10 minutách hodnoty vrátily na úroveň před ochlazením. Pokles frekvence dechu činil 6,5 dechů/min, hloubka dechu se zvýšila o 0,91 ml/kg/dech. Tyto hodnoty byly statisticky nevýznamné ($P > 0,05$). Jalovice dlouhodobě chované při teplotách

vzduchu v rámci termoneutrální zóny a převedení do prostředí s teplotami nad 27 °C reagovaly na evaporační ochlazení náhlým zapojením chemické termoregulace. Náhlé změny teploty a vlhkosti vzduchu u jalovic vyvolaly tepelněstresovou reakci, která je patrná z náhlých změn sledovaných fyziologických funkcí. Po celkovém vyhodnocení pokusu lze konstatovat, že evaporační ochlazování je výhodné aplikovat pravidelně v průběhu celého letního období v mírném pásmu i u mladého skotu dojných nebo kombinovaných plemen, neboť pozitivně stimuluje fyziologické funkce organismu, které jsou ve vztahu k celkové pohodě zvířat, k zdravotnímu stavu a k produkci zvířat.

jalovice; termoregulační funkce; vysoké teploty vzduchu; evaporační ochlazování

ÚVOD

Tepelný stres všeobecně snižuje produkci mléka a příjem krmiva a narušuje zdravotní stav chovaných zvířat (Shearer, 1991). Řada autorů rovněž uvádí, že při nárůstu teploty vzduchu nad 25 °C dochází ke zvýšení frekvence tepu, rektální teploty, ventilace plic a frekvence dechu při současném poklesu hloubky dechu a produkce tepla (Bukvaj, 1986; Terada et al., 1988; Schrama, 1995; Chikamune, Shimizu, 1983).

Ve světě jsou stále hledány vhodné a nenáročné metody eliminace negativních účinků vysokých teplot vzduchu na organismus zvířat, zejména dojníc. Jako nejlepší metoda této eliminace se podle dosavadních výzkumů ukazuje evaporační ochlazování zvířat (Chikamune, Shimizu, 1983).

Positivní účinek evaporačního ochlazování na změnu rektální teploty a respiračních funkcí u dojníc popsal Basset (1986). K podobným závěrům dospěli Terada et al. (1988) při sledování frekvence dechu, rektální teploty, tepové frekvence a povrchové teploty kůže u volů holštýnského plemene. Pozitivně působí evaporační ochlazování při vysokých teplotách prostředí rovněž na pokles rektální teploty u telat (Okamoto et al., 1983) a na změny povrchové teploty těla jalovic (Knižková et al., 1995). Celkově pozitivní efekt evaporačního ochlazování na organismus skotu popsal Dolejš (1995).

Mezi základní fyziologické funkce charakterizující termoregulační reakci organismu náleží respirační funkce – spotřeba kyslíku, frekvence dechu, hloubka dechu, ventilace plic, produkce a výdej tepla z organismu. Na základě komplexního vyhodnocení změn těchto funkcí v průběhu a po rosení zvířat lze usuzovat na celkovou efektivnost této eliminační metody.

Cílem práce bylo ověřit působení evaporačního ochlazování na funkční a časovou dynamiku změn spotřeby kyslíku, produkce tepla, výdeje tepla dýcháním, frekvence dechu, hloubky dechu a ventilace plic u jalovic dlouhodobě chovaných v různých teplotních a vlhkostních podmínkách okolního prostředí.

MATERIÁL A METODA

Vliv evaporačního ochlazování byl sledován u 12 jalovic-kříženek českého strakatého skotu s holštýnským skotem, rozdělených po čtyřech zvířatech do tří

skupin. Každá skupina byla ustájena samostatně ve volných stlaných kotcích a v rozdílných mikroklimatických podmínkách.

I. skupina

Skupina sestávala z jalovic o průměrné tělesné hmotnosti 214 ± 18 kg a průměrného věku 263 ± 10 dnů, byla ustájena v experimentální stáji s řízeným klimatem, které je upravováno s využitím klimatizačního zařízení od firmy CLIMACO, při teplotách vzduchu nad 27 °C. Jalovice byly v průběhu jednoho měsíce předcházejícího vlastnímu měření přivykány pravidelnému evaporačnímu ochlazování, při kterém byly roseny v 30minutových intervalech po dobu jedné minuty. V průběhu vlastního pokusu byla teplota vzduchu ve stáji 31 ± 3 °C, proudění vzduchu do $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a relativní vlhkost vzduchu se pohybovala mezi 65 a 74 %.

II. skupina

Tato skupina byla vytvořena z jalovic o průměrné hmotnosti 235 ± 10 kg a průměrném věku 262 ± 6 dnů a ustájena rovněž v „teplé sekci“ klimatizované stáje při teplotách nad 27 °C. Na rozdíl od první skupiny však zvířata nebyla navykána na evaporační ochlazování. Měření probíhalo při teplotě vzduchu $31,4 \pm 0,4$ °C, proudění vzduchu bylo do $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a relativní vlhkosti vzduchu 68 až 79 %.

III. skupina

Jalovice třetí skupiny, ve věku 262 ± 7 dnů a o průměrné hmotnosti 235 ± 10 kg, byly ustájeny při teplotách okolo 14 °C. Hodinu před měřením a evaporačním ochlazením byla sledovaná zvířata převedena do „teplé sekce“ klimatizované stáje s teplotou vzduchu $31,7 \pm 0,3$ °C, prouděním vzduchu do $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a s relativní vlhkostí vzduchu 62 až 68 %.

Ochlazovací zařízení sestávalo z nosného rámu, vodního filtru, řídicí jednotky s infračidlem a teploměrem a sklápěcího ramene s tryskami. Zařízení bylo umístěno přibližně 1 m nad tělem zvířete tak, aby byla ochlazována nejteplejší partie na těle jalovic – záď s bočními partiemi.

Pro jalovice všech tří skupin byla zpracována jednotná krmná dávka pro předpokládanou užitkovost 700 g průměrného denního přírůstku na kus. Krmná dávka byla sestavena z lučního sena, kukuřičné siláže

a z jadrné směsi ČOT. Pokusná zvířata byla krmena dvakrát denně.

U všech pokusných zvířat byly před sprchováním po dobu 5 minut měřeny vybrané termoregulační funkce, poté byla zvířata 1 minutu ochlazována a měřena. Následujících 24 minut byly opět snímány změny termoregulačních funkcí. Při měření byla zvířata fixována. Změny respiračních funkcí (frekvence a hloubka dechu, ventilace plic a spotřeba kyslíku) byly snímány ergospirometrem OXYCON-4 (Mijnhardt) s využitím maskové metody. Principem maskové metody je použití speciálně upravené masky, která je nasazena na obličejovou část hlavy a utěsněna tak, aby docházelo k výměně plynů pouze mezi ústní a nosní dutinou a hadicí, která spojuje masku s měřicím přístrojem. Hodnocení zadaných funkcí prováděl přístroj automaticky v minutových intervalech. Vestavěný mikroprocesor prováděl přepočet naměřených hodnot na teplotu 0 °C a atmosférický tlak 101,3 kPa. Zároveň byly sledovány mikroklimatické ukazatele prostředí. Teplota vzduchu a relativní vlhkost vzduchu byly zjišťovány kontinuálně v průběhu celého období sledování třikrát za den teplotním a vlhkostním čidlem umístěným ve stáji, odkud se hodnoty přenášely do počítače. V době měření respiračních funkcí byly teplota vzduchu a relativní vlhkost měřeny ještě digitálním teploměrem v životní zóně zvířat.

Produkce tepla byla vypočítána ze spotřeby kyslíku podle vzorce:

$$PQ = SpO_2 \cdot EE \cdot 60 / m \quad [KJ.kg^{-1}.h^{-1}]$$

kde: SpO_2 – spotřeba kyslíku v $l.min^{-1}$

EE – energetický ekvivalent odečtený z Oxyconu 4

m – hmotnost zvířat v kg

Výdej tepla dýcháním byl vypočítán podle vzorce:

$$WQD = WQDn + WQDv \quad [KJ.kg^{-1}.h^{-1}]$$

kde: $WQDn$ – výdej tepla nahříváním vdechovaného vzduchu

$WQDv$ – výdej tepla výparem do vdechovaného vzduchu

$$WQDn = (38 - t) \cdot 1,2853 \cdot VP \cdot 60 / 1000 \cdot m$$

kde: t – teplota vdechovaného vzduchu

VP – ventilace plic v $l.min^{-1}$

m – živá hmotnost zvířete v kg

$$WQDv = (36,8 - g) \cdot 2,257 \cdot 1,25 \cdot VP \cdot 60 / 1000 \cdot m$$

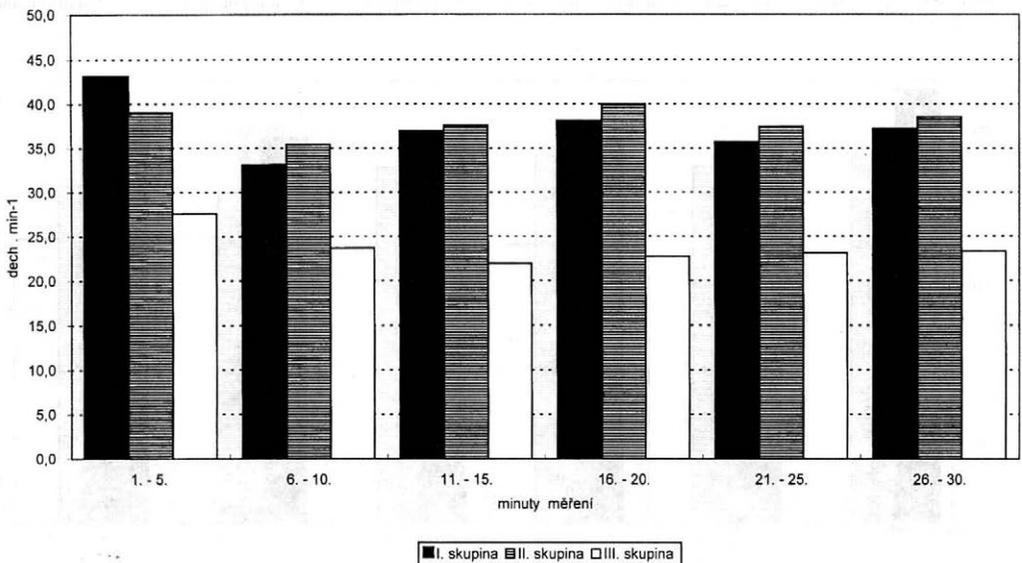
kde: g – skutečné množství vodních par v g v 1 kg vdechovaného vzduchu při dané teplotě a absolutní vlhkosti

Naměřené hodnoty byly zpracovány základními statistickými metodami: aritmetickým průměrem a směrodatnou odchylkou, pro vyhodnocení statistických rozdílů bylo použito Studentova t -testu (program STATGRAPHICS).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Frekvence dechu – FD (tab. I až III, obr. 1)

Před mlžením byla FD zvýšená u všech tří skupin jalovic. V průběhu mlžení a do jedné minuty po skončení ochlazování došlo u všech tří skupin k výraznému poklesu FD. Můžeme konstatovat, že u všech 12 sledo-

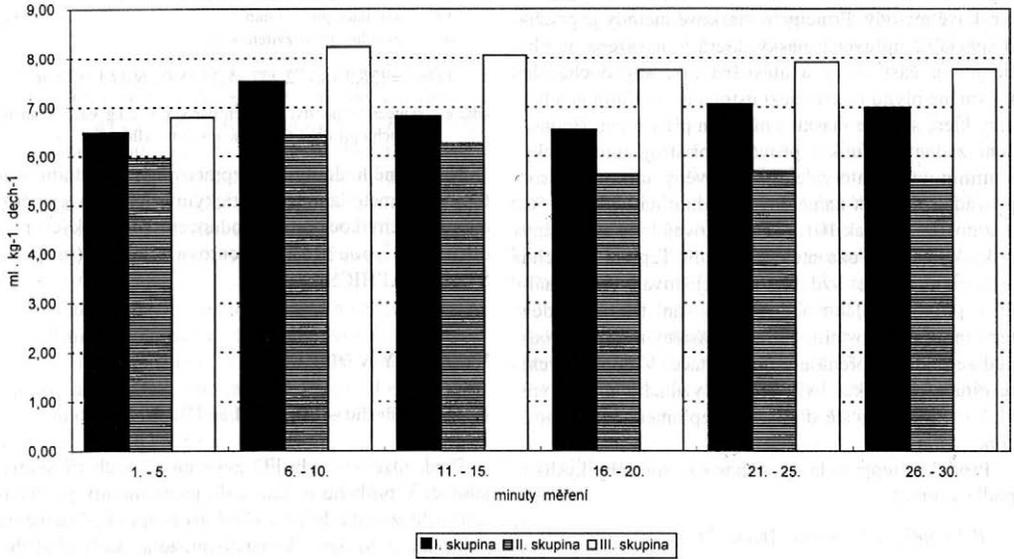


1. Průměrné hodnoty frekvence dechu u sledovaných skupin jalovic – The average breathing rate in the observed groups of heifers in the measuring time

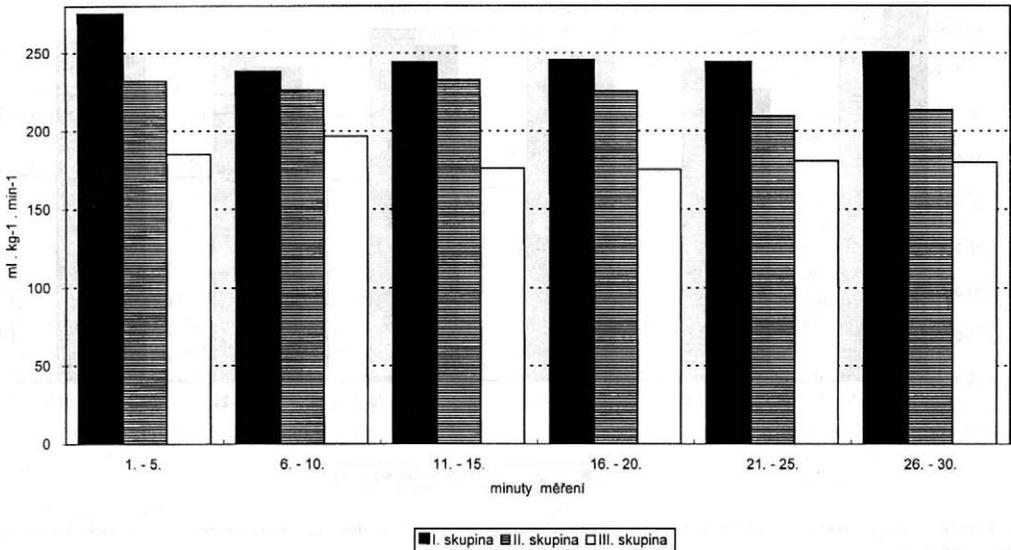
For Figs. 1 to 7: solid column – Ist. group adapted to evaporative cooling, hatched column – IInd group adapted to high temperature, grey column – IIIRD group adapted to temperature 14 °C; dech.min⁻¹ = breathing rate per minute, minuty měření = minutes of measuring

vaných jalovic evaporační ochlazování působilo kladně na změnu FD. Nejvýraznější pokles po ochlazení ($11,2 \text{ dech} \cdot \text{min}^{-1}$) byl zaznamenán u I. skupiny, která byla na rosení navykána. Tento pokles byl statisticky významný ($P < 0,05$). FD se u této skupiny pohybovala od $29,3$ (8. minuta) do $46,7 \text{ dech} \cdot \text{min}^{-1}$ (1. minuta). U II. a III. skupiny byl evaporační účinek mnohem nižší a statisticky neprůkazný. U II. skupiny se FD pohybovala v rozmezí $34,5$ (při rosení) až $42,0$ (19. minuta), pokles po rosení činil $6,5 \text{ dech} \cdot \text{min}^{-1}$. U I. a II. skupiny byla FD průměrně dvakrát vyšší, než je uváděno pro mladý skot v termoneutralní zóně, ale nedosáhla hodnoty $63 \text{ dech} \cdot \text{min}^{-1}$ naměřené u býčků při teplotě $21,4 \text{ }^\circ\text{C}$ (B u k v a j, 1986). U III. skupiny se FD v průběhu měření pohybovala od $21,5$ (14. minuta) do $30,3 \text{ dech} \cdot \text{min}^{-1}$ (1. minuta). Je zajímavé, že u zvířat

bovala v rozmezí $34,5$ (při rosení) až $42,0$ (19. minuta), pokles po rosení činil $6,5 \text{ dech} \cdot \text{min}^{-1}$. U I. a II. skupiny byla FD průměrně dvakrát vyšší, než je uváděno pro mladý skot v termoneutralní zóně, ale nedosáhla hodnoty $63 \text{ dech} \cdot \text{min}^{-1}$ naměřené u býčků při teplotě $21,4 \text{ }^\circ\text{C}$ (B u k v a j, 1986). U III. skupiny se FD v průběhu měření pohybovala od $21,5$ (14. minuta) do $30,3 \text{ dech} \cdot \text{min}^{-1}$ (1. minuta). Je zajímavé, že u zvířat



2. Průměrné hodnoty hloubky dechu u sledovaných skupin jalovic – The average depth of breathing in the observed groups of heifers in the measuring time



3. Průměrné hodnoty ventilace plic u sledovaných skupin jalovic – The average pulmonary ventilation in the observed groups of heifers in the measuring time

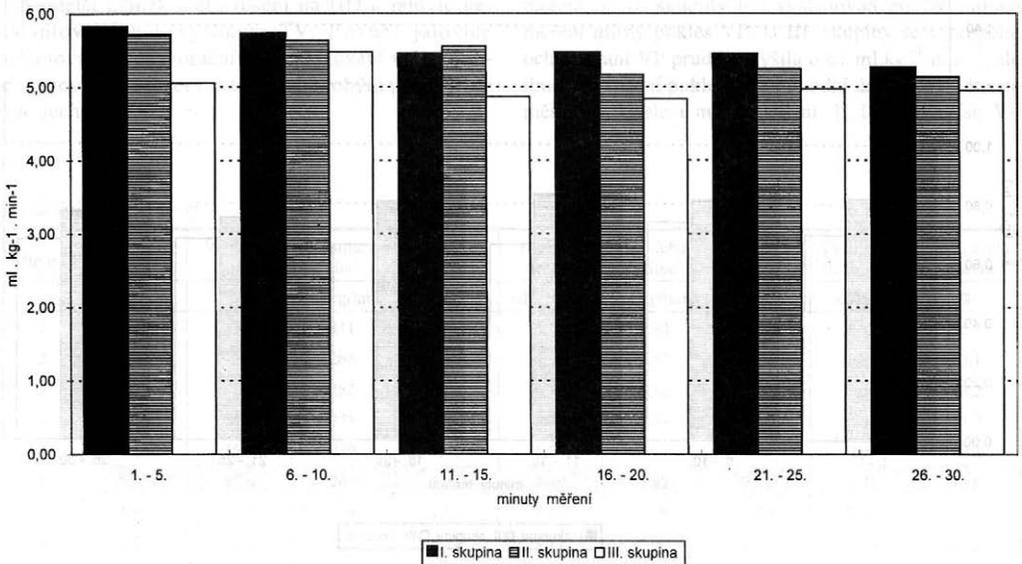
převedených před měřením do prostředí s TV 27 °C se udržely hodnoty FD daleko nižší než u zvířat přizpůsobených této TV. Tento závěr odporuje hodnotám, které zjistil Bukvaj (1986). Kostin et al. (1983) však uvádějí, že u mladých zvířat není výrazný vliv TV na FD, tato závislost se zvyšuje s věkem. Pokles u těchto jalovic činil po rosení 5,5 dech.min⁻¹.

Byly potvrzeny závěry, které uvádějí Terada et al. (1990), že evaporační ochlazování snižuje FD při

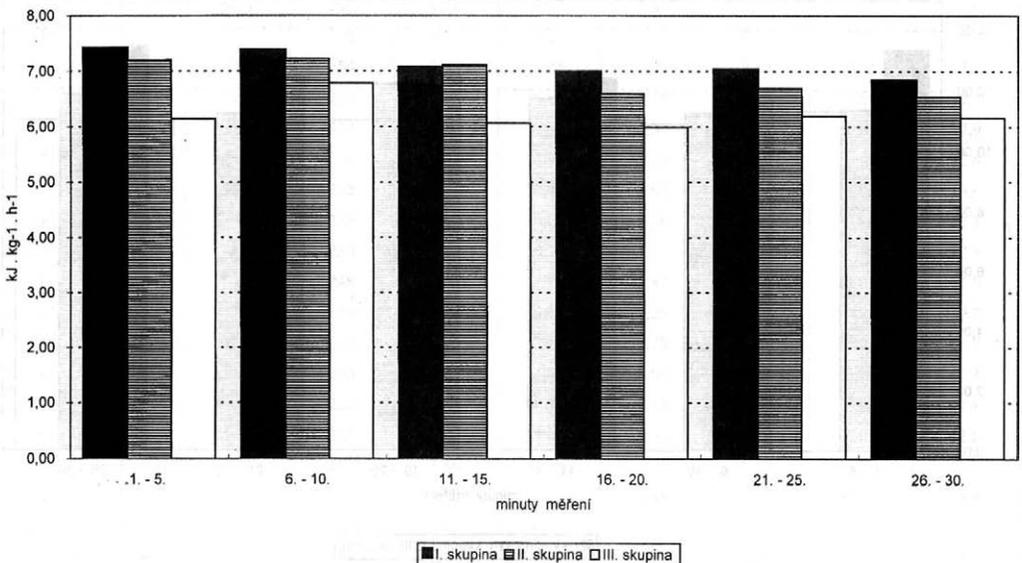
vysokých TV. Tito autoři rovněž zjistili, že nejlepší výsledky při evaporačním ochlazování lze dosáhnout jeho kombinací s prouděním vzduchu 3 m.s⁻¹.

Hloubka dechu – HD (tab. I až III, obr. 2)

Při sledování HD jsme dospěli k obdobným závěrům jako u FD. V průběhu evaporačního ochlazování a po jeho skončení HD u I. skupiny stoupala až do



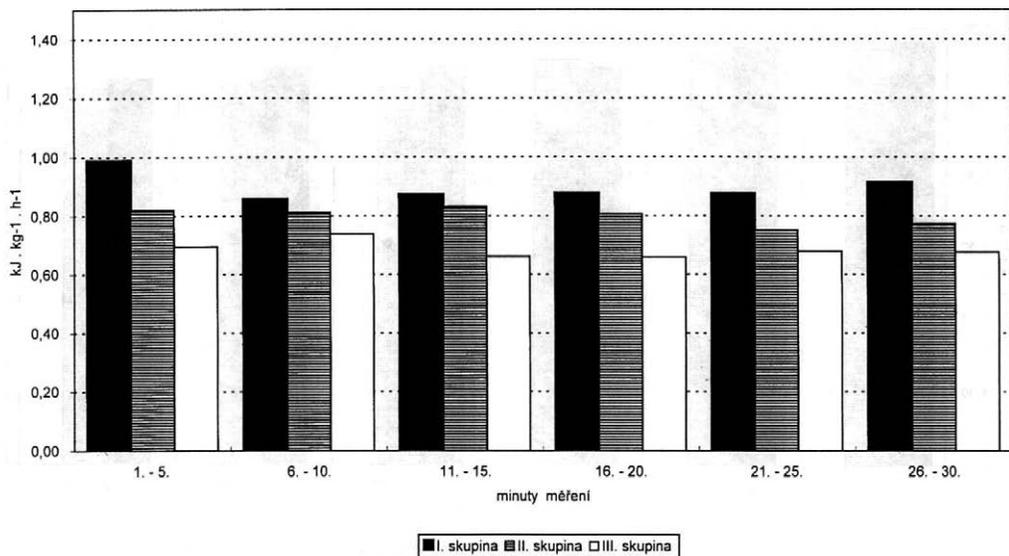
4. Průměrné hodnoty spotřeby kyslíku u sledovaných skupin jalovic – The average oxygen consumption in the observed groups of heifers in the measuring time



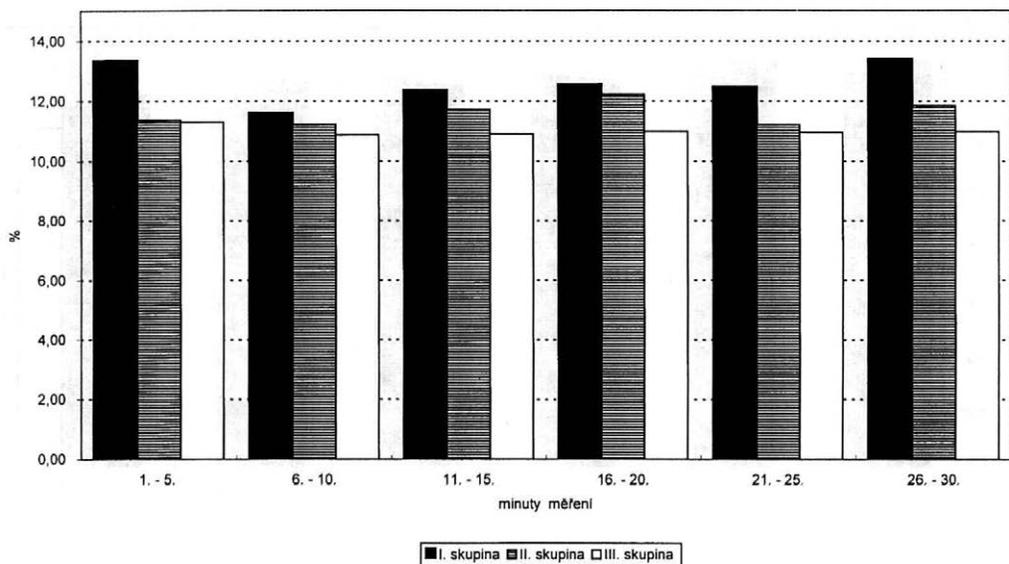
5. Průměrné hodnoty produkce tepla u sledovaných skupin jalovic – The average heat production in the observed groups of heifers in the measuring time

2. minuty po rosení, kdy dosáhla nejvyšší hodnoty $8,11 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dech}^{-1}$, poté začala pomalu klesat a od 14. minuty měření až do konce měření zůstávala mírně zvýšená. Nejnižší hodnota byla zaznamenána ve 4. minutě – $6,33 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dech}^{-1}$, pokles po ochlazení činil $1,53 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dech}^{-1}$. Nárůst po rosení však nebyl statisticky průkazný. U II. skupiny, ustájené při vysokých teplotách a nenavýkané na rosení, v průběhu mlžení

stoupla HD o $0,91 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dech}^{-1}$, ale již po skončení ochlazování došlo k poklesu HD a po 10. minutě se hodnoty vrátily na úroveň před ochlazováním. Hodnoty HD se při měření pohybovaly od 5,12 (30. minuta) do $5,98 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dech}^{-1}$ (2. minuta). U jalovic III. skupiny, odchovávaných při TV okolo 14°C a hodinu před ochlazováním převedených do klimatizované stáje s TV 27°C , byly změny v HD po rosení nejvýraznější



6. Průměrné hodnoty výdeje tepla dýcháním u sledovaných skupin jalovic – The average values of heat output by breathing in the observed groups in the measuring time



7. Průměrné hodnoty výdeje tepla dýcháním u sledovaných skupin jalovic (v procentech z celkové produkce tepla) – The average values of heat output by breathing in the observed groups in the measuring time (in % from total heat production)

a statisticky průkazné ($P < 0,05$). V průběhu celého měření se hodnoty HD pohybovaly od 6,12 (1. minuta) do 9,19 ml.kg⁻¹.dech⁻¹ (7. minuta a 1. minuta po rosení). Hodnoty HD po ochlazení zůstaly na úrovni vyšší než před rosením.

Bukvaj (1986) uvádí, že s narůstající teplotou klesá hloubka dechu. Rovněž v našem pokusu byla HD před rosením (TV nad 27 °C) nižší u všech tří skupin, ale hodnoty 4,7 ml.kg⁻¹.dech⁻¹, uvážené tímto autorem pro mladý skot při TV 21,4 °C, nedosáhla.

Nejdelší účinek mělo rosení na HD u jalovic nezadapovaných k vysokým TV. Rovněž jalovice zadapované k evaporačnímu ochlazení velmi dobře reagovaly na rosení, a to dlouhodobým prohloubením dechu.

Ventilace plic – VP (tab. I až III, obr. 3)

VP je sumarizační funkcí FD a HD. U I. a II. skupiny po ochlazení došlo k poklesu VP. U II. skupiny jednu minutu následující po ochlazení poklesla VP o 30 ml.kg⁻¹.min⁻¹ a u I. skupiny po nárůstu v průběhu ochlazení nastal pokles až o 47 ml.kg⁻¹.min⁻¹, který byl statisticky průkazný ($P < 0,05$). Poté hodnoty VP pozvolně narůstaly až na úroveň před rosením, kterou si jalovice I. skupiny udržely až do konce měření. U II. skupiny byl výsledován po 16. minutě měření mírný pokles VP. U III. skupiny se v průběhu ochlazení VP prudce zvýšila o 61 ml.kg⁻¹.min⁻¹, ale ihned po rosení poklesla na původní úroveň a do konce měření poklesla i mírně pod ní. U I. skupiny se VP

I. První skupina – Ist group

Minuta měření ¹	Frekvence dechu ²	Ventilace plic ³	Ventilace plic ³	Hloubka dechu ⁴	Hloubka dechu ⁴	Spotřeba kyslíku ⁵	Produkce tepla ⁶	Výdej tepla dýcháním ⁷	Výdej tepla dýcháním ⁷
	dech/min	l/min	ml/kg/min	l/dech	ml/kg/dech	ml/kg/min	kJ/kg/h	kJ/kg/h	%
1	46,7	67,8	311	1,46	6,71	5,82	7,36	1,12	15,3
2	42,8	58,2	268	1,36	6,31	5,67	7,34	0,96	13,1
3	44,0	61,1	282	1,39	6,48	6,12	7,81	1,01	13,2
4	41,5	55,3	255	1,36	6,33	5,34	6,80	0,92	13,3
5	40,5	55,9	259	1,40	6,53	6,15	7,78	0,93	12,3
6	36,5	57,6	267	1,61	7,49	5,92	7,72	0,96	12,6
7	30,5	49,3	229	1,63	7,61	5,78	7,43	0,83	11,2
8	29,3	47,4	220	1,74	8,11	5,90	7,53	0,79	10,8
9	34,5	50,5	236	1,54	7,15	5,55	7,20	0,85	11,9
10	34,5	50,3	236	1,55	7,21	5,48	7,05	0,85	12,1
11	34,8	46,8	218	1,42	6,60	4,94	6,27	0,78	12,4
12	35,8	51,4	240	1,48	6,88	5,84	7,45	0,86	11,6
13	37,5	57,4	267	1,54	7,20	5,91	7,81	0,95	12,3
14	39,8	54,4	254	1,38	6,45	5,38	7,03	0,91	13,1
15	36,5	51,4	239	1,47	6,85	5,19	6,78	0,86	12,7
16	38,8	52,2	243	1,37	6,38	5,30	6,75	0,87	12,9
17	37,5	54,8	255	1,49	6,94	5,81	7,44	0,91	12,4
18	40,8	56,4	262	1,38	6,48	5,65	7,20	0,94	13,0
19	35,8	50,5	235	1,41	6,60	5,36	6,97	0,84	12,1
20	37,5	49,4	230	1,33	6,20	5,21	6,59	0,82	12,5
21	35,8	53,5	248	1,57	7,24	5,82	7,44	0,89	11,9
22	35,8	53,0	246	1,50	6,95	5,26	6,86	0,88	12,7
23	36,3	53,4	247	1,53	7,10	5,28	6,98	0,88	12,7
24	34,5	53,8	250	1,59	7,39	5,69	7,29	0,90	12,3
25	36,0	49,0	228	1,41	6,54	5,18	6,59	0,94	12,8
26	38,3	54,9	255	1,52	7,04	5,60	7,32	0,94	12,8
27	36,5	55,1	256	1,56	7,29	5,49	7,18	0,93	12,9
28	40,0	57,7	268	1,50	7,02	5,48	7,17	0,98	13,8
29	37,5	52,9	244	1,41	6,56	4,92	6,35	0,89	14,1
30	33,5	49,5	228	1,50	6,97	4,84	6,16	0,83	13,5

¹minute of measurement, ²breathing rate, ³pulmonary ventilation, ⁴depth of breath, ⁵oxygen consumption, ⁶heat production, ⁷heat output by respiration

pohybovala od 228 (30. minuta) do 288 (3. minuta) ml.kg⁻¹.min⁻¹, u II. skupiny od 211 (1. minuta) do 243 (4. a 5. minuta), ale u III. skupiny pouze od 167 (12. minuta) do 242 (6. minuta rosení). Hodnoty VP se pohybovaly ve fyziologickém rozmezí 220,5 ± 77,4 ml.kg⁻¹.min⁻¹, které stanovil B u k v a j (1986).

Shodně s výsledky FD reagovaly nejlépe na evaporační ochlazování změnou VP jalovice zadaptované na pravidelné evaporační ochlazování. Nejmenší účinek mělo rosení na jalovice odchovávané v termoneutralní zóně (III. skupina).

Č e r n ý (1983) konstatuje, že čím vyšší je odolnost vůči teplu, tím méně se při tepelném zatížení zvyšuje objem VP. Náš pokus tento závěr nepotvrdil, neboť nejnižší hodnoty VP byly naměřeny při vysokých TV u jalovic přizpůsobených TV okolo 14 °C, tedy nezadaptovaných k vysokým TV. Pokud však porovnáme

hodnoty VP a výdeje tepla dýcháním, můžeme konstatovat, že dojnice přizpůsobené vyšším TV daleko více využívají výdeje tepla dýcháním než dojnice nezadaptované, čemuž by odpovídaly i vyšší hodnoty VP.

Spotřeba kyslíku – SPO₂ (tab. I až III, obr. 4)

U I. skupiny dosáhla SPO₂ hodnot od 4,84 (30. minuta) do 6,15 ml.kg⁻¹.min⁻¹ (5. minuta), pokles SPO₂ nastal již v průběhu rosení, ale zejména po skončení ochlazování. Celkový pokles do 5. minuty po ochlazení činil 1,21 ml.kg⁻¹.min⁻¹ a byl statisticky průkazný ($P < 0,05$). Poté nastal nárůst SPO₂ až na výchozí úroveň před rosením. Větší rozdíly byly zjištěny u jalovic II. skupiny, kde při rosení nastal nárůst o 0,34 ml.kg⁻¹.min⁻¹. Po ochlazení poklesla SPO₂

II. Druhá skupina – IIInd group

Minuta měření ¹	Frekvence dechu ²	Ventilace plic ³	Ventilace plic ³	Hloubka dechu ⁴	Hloubka dechu ⁴	Spotřeba kyslíku ⁵	Produkce tepla ⁶	Výdej tepla dýcháním ⁷	Výdej tepla dýcháním ⁷
	dech/min	l/min	ml/kg/min	l/dech	ml/kg/dech	ml/kg/min	kJ/kg/h	kJ/kg/h	%
1	38,5	49,6	211	1,30	5,54	5,46	6,68	0,75	11,2
2	38,8	53,3	227	1,38	5,88	5,98	7,43	0,80	10,9
3	39,3	55,2	236	1,42	6,02	5,93	7,52	0,83	11,1
4	38,8	56,8	243	1,47	6,29	5,65	7,31	0,86	11,8
5	40,0	57,1	243	1,42	6,08	5,58	7,10	0,86	12,2
6	34,5	56,6	242	1,64	6,99	5,92	7,54	0,87	11,5
7	33,5	49,9	213	1,50	6,37	5,18	6,73	0,76	11,3
8	35,0	51,7	220	1,48	6,33	5,64	7,25	0,79	10,9
9	37,8	53,1	227	1,42	6,04	5,79	7,39	0,81	11,0
10	36,3	54,0	230	1,49	6,37	5,63	7,25	0,83	11,4
11	35,3	53,4	227	1,52	6,46	5,39	6,92	0,81	11,7
12	40,0	54,0	234	1,37	5,89	5,22	6,65	0,83	12,6
13	35,0	56,7	241	1,62	6,89	6,22	7,98	0,86	10,9
14	38,0	52,1	223	1,39	5,92	5,22	6,78	0,79	11,7
15	39,5	56,2	240	1,43	6,10	5,72	7,23	0,86	11,8
16	40,0	56,5	240	1,43	6,08	5,37	6,89	0,86	12,7
17	39,8	53,8	229	1,35	5,73	5,22	6,61	0,82	12,3
18	38,0	51,9	221	1,36	5,78	5,08	6,48	0,79	12,2
19	42,0	51,7	220	1,22	5,18	5,07	6,44	0,79	12,1
20	40,3	50,8	217	1,25	5,32	5,09	6,52	0,77	11,8
21	38,8	50,5	215	1,31	5,56	5,30	6,69	0,77	11,5
22	35,5	50,3	215	1,42	6,05	5,44	6,92	0,77	11,0
23	38,0	51,4	219	1,34	5,72	5,29	6,78	0,78	11,5
24	38,3	42,7	183	1,24	5,27	5,00	6,34	0,65	10,2
25	36,8	50,9	217	1,37	5,83	5,24	6,74	0,79	11,5
26	38,8	50,6	216	1,32	5,60	5,10	6,48	0,78	11,9
27	35,5	48,4	206	1,35	5,75	4,94	6,23	0,75	12,0
28	40,0	51,5	220	1,28	5,46	5,36	6,85	0,80	11,5
29	37,5	48,9	208	1,29	5,48	5,19	6,59	0,76	11,4
30	41,0	51,1	218	1,24	5,27	5,12	6,53	0,79	12,0

For 1-7 see Tab. I

o 0,74 ml.kg⁻¹.min⁻¹, ale hned ve 2. minutě nastal její nárůst. Pravidelné minutové změny SPO₂ následně přetrvávaly až do konce měření. Největší změny v SPO₂ byly zaznamenány u III. skupiny. Již před započítáním rosení byla SPO₂ u jalovic této skupiny nižší než u ostatních skupin, průměrně se její hodnoty pohybovaly od 4,70 (13. minuta) do 6,53 ml.kg⁻¹.min⁻¹ (6. minuta – rosení). V průběhu rosení nastal nadměrný nárůst až o 1,5 ml.kg⁻¹.min⁻¹, ale do 4. minuty po ochlazení nastal stejně rychlý pokles až o 1,58 ml.kg⁻¹.min⁻¹. Velmi nízké hodnoty SPO₂ se následně udržely až do konce měření. U jalovic nenavyklých na vysoké TV nastala po náhlé změně TV a RV výrazná stresová reakce při zapojení chemické termoregulace, která u jalovic přizpůsobených evaporačním ochlazování zaznamenána nebyla. U II. a III. skupiny byl pokles po ochlazení statisticky neprůkazný ($P < 0,05$).

Produkce tepla – PQ (tab. I až III, obr. 5)

Průběh PQ je z důvodu odvození shodný s průběhem SPO₂. Z obr. 5 bylo opět vysledováno, že pouze jalovice dlouhodobě přizpůsobené pravidelnému evaporačnímu ochlazování při vysokých TV (I. skupina) snižují PQ již v průběhu ochlazování – pohybovala se v rozmezí od 6,16 do 7,72 kJ.kg⁻¹.h⁻¹, pokles do 6. minuty po ochlazení činil 1,51 kJ.kg⁻¹.h⁻¹. Jalovice II. skupiny reagovaly na ochlazování zvýšenou PQ o 0,44 kJ.kg⁻¹.h⁻¹, kterou však po opětovém nárůstu TV ve stáji velmi rychle snížily. U jalovic přizpůsobených TV okolo 14 °C (III. skupina) se hodnoty PQ pohybovaly od 5,74 do 8,08 kJ.kg⁻¹.h⁻¹. Po převodu do „teplé sekce“ klimatizované stáje nastal výrazný pokles PQ. Při evaporačním ochlazování se jalovice velmi rychle přizpůsobily nižším TV, a to vyšší PQ, kterou umožnila

III. Třetí skupina – IIIrd group

Minuta měření ¹	Frekvence dechu ²	Ventilace plic ³	Ventilace plic ³	Hloubka dechu ⁴	Hloubka dechu ⁴	Spotřeba kyslíku ⁵	Produkce tepla ⁶	Výdej tepla dýcháním ⁷	Výdej tepla dýcháním ⁷
	dech/min	l/min	ml/kg/min	l/dech	ml/kg/dech	ml/kg/min	kJ/kg/h	kJ/kg/h	%
1	30,3	44,0	182	1,48	6,12	5,07	6,10	0,68	11,2
2	27,0	46,9	192	1,72	7,11	5,17	6,29	0,72	11,4
3	26,5	45,1	186	1,70	7,04	5,04	6,12	0,70	11,4
4	26,8	44,7	184	1,67	6,92	4,99	6,11	0,69	11,3
5	27,5	43,7	181	1,64	6,79	4,98	6,09	0,68	11,1
6	27,3	59,1	242	2,14	8,80	6,53	8,08	0,91	11,3
7	22,0	50,7	207	2,23	9,19	5,56	7,05	0,78	11,1
8	22,8	44,3	181	1,91	7,87	5,18	6,39	0,68	10,6
9	24,0	43,5	180	1,83	7,57	5,14	6,31	0,68	10,8
10	22,5	42,1	174	1,86	7,71	4,95	6,09	0,65	10,7
11	21,3	44,4	184	2,09	8,66	5,12	6,37	0,69	10,9
12	21,8	40,5	167	1,86	7,77	4,60	5,74	0,63	11,0
13	21,8	41,0	169	1,88	7,77	4,70	5,80	0,64	10,9
14	21,5	41,2	171	1,93	7,99	4,88	6,01	0,64	10,7
15	23,5	45,8	189	1,95	8,10	5,02	6,41	0,71	11,0
16	22,3	43,3	179	1,93	8,01	4,84	6,05	0,67	11,1
17	22,5	41,2	171	1,83	7,60	4,75	5,89	0,64	10,9
18	22,5	42,3	175	1,88	7,78	4,86	6,02	0,66	10,8
19	23,0	42,4	175	1,85	7,67	4,81	5,95	0,66	11,1
20	23,5	43,3	178	1,86	7,72	4,90	6,06	0,67	10,9
21	24,5	45,5	188	1,87	7,74	5,10	6,32	0,71	11,2
22	22,5	43,9	182	1,96	8,21	4,97	6,24	0,68	11,1
23	22,8	44,0	182	1,94	8,04	5,07	6,33	0,68	10,8
24	23,0	42,3	175	1,85	7,72	4,89	6,08	0,66	10,8
25	22,8	42,8	177	1,89	7,85	4,83	6,01	0,67	11,1
26	22,8	42,6	176	1,89	7,84	4,82	5,98	0,66	11,1
27	23,0	45,3	186	1,93	7,99	4,98	6,28	0,70	11,0
28	23,5	42,1	173	1,79	7,42	4,78	5,93	0,65	11,0
29	24,3	43,5	179	1,80	7,48	4,78	5,95	0,67	11,4
30	23,0	45,0	186	1,96	8,15	5,37	6,67	0,70	10,5

For 1–7 see Tab. I

I. chemická termoregulace. Nárůst činil $1,99 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Po skončení ochlazování TV ve stáji opět vzrostla. Jalovice se této změně přizpůsobily poklesem PQ s využitím II. chemické termoregulace. Tyto náhlé změny vyvolaly u jalovic nezadaptovaných k evaporačnímu ochlazování a k vysokým TV tepelný stres.

V některých případech poklesla PQ u jalovic pod hodnotu $9,65 \pm 3,03 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, kterou naměřil u jalovic v termoneutralní zóně B u k v a j (1996). Tento pokles byl vyvolán TV ve stáji nad 27°C .

Výdej tepla dýcháním – VQD (tab. I až III, obr. 6 a 7)

Výdej tepla dýcháním téměř kopíruje průběh změn v produkci tepla, jak je patrné z porovnání obr. 5 a 6. Zajímavé je sledování změn poměru VQD k celkové PQ v procentech (obr. 7). Zatímco u I. skupiny se po ochlazení poměr snížil o 1,8 % a výchozí hodnoty dosáhl až ke konci měření, u II. skupiny nastal mírný pokles o 1,3 % a opětný náhlý nárůst. Jalovice III. skupiny dosahovaly téměř stejného procentuálního poměru v průběhu celého měření, pokles po ochlazení činil 0,7 %. Z těchto výsledků můžeme usuzovat na významný efekt evaporačního ochlazování pouze u jalovic dlouhodobě adaptovaných k pravidelnému rosení, kde se evaporace podílí na odvodu přebytečného tepla z povrchu těla jalovic. Z výsledků rovněž vyplývá, že jedna minuta evaporačního ochlazování u I. skupiny jalovic ovlivňovala kladně výdej tepla z organismu po dobu 20 až 25 minut následujících po rosení.

Z celkového výdeje tepla má největší význam výdej tepla dýcháním, jehož podíl se u skotu zvyšuje s nárůstem okolní teploty vzduchu (B u k v a j, 1986). V tomto pokusu došlo při evaporačním ochlazování ke změně poměru výdeje tepla aktivního (dýchání) k pasivnímu (kondukcí, konvekce a radiací). Poklesem FD se snížil podíl aktivního výdeje tepla a zvýšil podíl výdeje pasivního.

Pokus na základě změn termoregulačních funkcí potvrdil závěry autorů Her et al. (1988), Wolfenson (1988), Basset (1986), Terada et al. (1988), Okamoto et al. (1986) a Knížková et al. (1995) o pozitivním působení evaporačního ochlazování na organismus skotu.

Na základě celkového vyhodnocení pokusu lze konstatovat, že evaporační ochlazování je výhodné aplikovat pravidelně v průběhu celého letního období v mírném pásmu i u mladých zvířat dojných nebo kombinovaných plemen, neboť pozitivně stimuluje fyziologické

funkce organismu a jeho zdravotní stav, což se následně projeví v celkové pohodě zvířat a v udržení, event. ve zvýšení produkce. Důležité je zjištění, že jedna minuta rosení ovlivňuje kladně termoregulační funkce mladého skotu v průběhu následujících 20 až 25 minut.

LITERATURA

- BASSET, D. R.: Thermoregulatory responses to skin wetting during prolonged treadmill running. Biodynamic Laboratory, 19, 1986 (1).
- BUKVAJ, J.: Vztah organismu skotu k prostředí ve velkochovech. Praha, VŠZ 1986: 13–82.
- ČERNÝ, M.: Studium termoregulačních a některých adaptačních funkcí u skotu. [Kandidátská disertační práce.] Praha, 1983: 37–39. – Vysoká škola zemědělská.
- DOLEJŠ, J.: Zmírnění stresu z vysokých teplot u dojnic. Náš Chov (Praha), 1995: 7–11.
- HER, E. – WOLFENSON, D. – FLAMENBAUM, I. – FOLMAN, Y. – KAIM, M. – BERMAN, A.: Thermal productive and reproductive responses of high yielding cows exposed to short-term cooling in summer. J. Dairy Sci., 71, 1988: 1085–1092.
- CHIKAMUNE, T. – SHIMIZU, H.: Comparison of physiological responses to climatic conditions in swamp buffaloes and cattle. Indian J. Anim. Sci., 53, 1983: 595–604.
- KNÍŽKOVÁ, I. – KUNC, P. – KNÍŽEK, J.: The effects of evaporative cooling on organism of cattle – thermoregulatory responses. In: 46th Annual Meeting of the EAAP, Prague, 1995: 150.
- KOSTIN, A. P. – MĚŠČERJAKOV, F. A. – SYSOLJEV, A. A.: Fiziologija sel'skochozjajstvennych životnych. Moskva, Kolos 1983. 479 s.
- OKAMOTO, M. – SONE, A. – HOSHIBA, S.: Outdoor calf rearing with the simplest housing in Hokkaido. Jap. J. Zootech. Sci., 39, 1983: 775–776.
- SCHRAMA, J. W.: Alteration of heat production in young calves in relation to posture. J. Anim. Sci., 73, 1995: 2254–2262.
- SHEARER, J. K.: Heat stress: I–III. Agri-Practice, 12, 1991: 40.
- TERADA, Y. – TERUI, S. – KARIYA, Y.: Studies on meteorological factors on physiological functions in cattle. Bull. Natl. Grassl. Res. Inst., 32, 1988: 59–65.
- WOLFENSON, D.: Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight and milk production. J. Dairy Sci., 71, 1988: 809–818.

Došlo 14. 6. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Zdeněk Nový, CSc., Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchdol, Česká republika, tel.: 02/24 38 29 51, fax: 02/24 38 29 46

THE EFFECT OF MANNAN-OLIGOSACCHARIDES IN FEED MIXTURES ON THE PERFORMANCE OF CHICKEN BROILERS

ÚČINEK OLIGOSACHARIDŮ MANNANŮ V KRMNÝCH SMĚSÍCH NA UŽITKOVOST KUŘECÍCH BROJLERŮ

I. Kumprecht, P. Zobač

Research Institute of Animal Nutrition, Pohořelice, Czech Republic

ABSTRACT: The effect of different concentrations of mannan-oligosaccharides (0 g, 50 g, 100 g, 150 g, 200 g, 250 g and 300 g in form of BIO-MOS preparation per 100 kg feed) applied in starters BR1 and production mixtures BR2 was examined in a comparative feeding and metabolic trial on sexed broiler chickens of ROSS hybrid in relation to chicken growth, feed intake per 1 kg weight gain and nutrient digestibility (N x 6.25, fat, fiber, nitrogen-free extract). Mannan-oligosaccharides had highly significant positive effects ($P < 0.01$) on chicken weight starting from the concentration of 50 g BIO-MOS per 100 kg feed at the 21st day of age. The weight of chickens receiving the concentration of 150 g BIO-MOS per 100 kg feed was higher by 17.2% in this period in comparison with the control ($P < 0.01$). Live weight was highest in groups (a_3) to (a_6) at the 42nd day of age (doses of 150 to 300 g of BIO-MOS preparation per 100 kg feed). Different concentrations of BIO-MOS preparation had significantly positive effects ($P < 0.05$) on the consumption of BR1 and BR2 mixtures in all groups while the lowest consumption of BR1 mixture was observed in group (a_4) – 200 g BIO-MOS per 100 kg feed (-11.1%). The lowest total feed consumption (-4.30%) was recorded in chickens of group a_3 that received BIO-MOS preparation applied in feed mixtures at a dose of 150 g per 100 kg. There was no significant difference between the groups a_3 , a_4 , a_5 , a_6 . The coefficients of fat, nitrogen-free extract and crude protein (N x 6.25) digestibility did not change as a result of different concentrations of mannan-oligosaccharides. The coefficient of fiber digestibility was higher by 61.5–147.7% against the control in the groups of chickens that received different doses of BIO-MOS preparation. There was a significant difference between the group a_0 and group a_4 ($P < 0.05$). A conclusion can be drawn from the results obtained that the BIO-MOS preparation concentration of 50 g per 100 kg feed was effective starting from this dose, the upper boundary of effectiveness is defined by inflection points of second-degree polynomials calculated for BR1 and BR2 mixtures. The values of inflection points show that the effective upper boundary of BIO-MOS preparation dosing is at the concentration of 200 g per 100 kg.

BIO-MOS; mannan-oligosaccharides; chicken broilers; growth; feed consumption; nutrient digestibility

ABSTRAKT: Experimentálním záměrem bylo stanovení neúčinnější koncentrace oligosacharidů mannanů ve formě preparátu BIO-MOS (výrobce ALLTECH, inc., USA) v krmných směsích pro brojlerová kuřata BR1 a BR2. K dosažení tohoto cíle byl uspořádán krmný srovnávací pokus se sexovanými kuřecími brojlerji hybrida ROSS, dodanými firmou Líhně kuřat MACH, Litomyšl, ČR. Do pokusu bylo zařazeno celkem 560 jednodenních kuřat, která byla umístěna odděleně podle pohlaví po deseti kusech v klecích pokusné haly VÚVZ Pohořelice. Od 1. do 21. dne věku přijímala kuřata směs BR1 a od 22. do 42. dne směs BR2. Pokus byl uspořádán jako dvoufaktoriální s opakováním podle vzorce $fa_7 \times fb_2 \times (40)$, přičemž fa představoval odstupňované hladiny preparátu BIO-MOS a fb pohlaví. Stravitelnost živin byla sledována v bilančním pokusu od 22. do 42. dne věku kuřat. Pokusná kuřata byla umístěna v bilančních klecích po 6 kusech. Celkem bylo použito 12 bilančních klecí. Bilanční pokus byl formulován jako jednofaktoriální podle vzorce $fa_6 \times (2)$. V pokusu byla sledována stravitelnost N-látek (N x 6,25), tuku, vlákniny a BNLV. Vysoce průkazné pozitivní ($P < 0,01$) vliv na hmotnost kuřat byl zaznamenán již při hladině 50 g preparátu BIO-MOS na 100 kg směsi BR1 (a_1). Průměrná hmotnost kuřat v tomto období byla o 13,9 % vyšší než u kontroly (a_0). Při hladině 150 g preparátu BIO-MOS na 100 kg směsi (a_3) byla průměrná hmotnost o 17,2 % vyšší než u kontroly (a_0). Vyšší hladiny preparátu BIO-MOS již hmotnost kuřat nezvyšovaly nebo jen neprůkazně. Mezi skupinami a_3 , a_6 nebyl zaznamenán průkazný rozdíl. Tento trend byl zaznamenán ve všech sledovaných obdobích. V 42. dni věku byla zaznamenána vyšší průměrná hmotnost u všech skupin kuřat, jimž byly aplikovány odstupňované hladiny preparátu BIO-MOS. Největší zvýšení průměrné hmotnosti (o 4,4 až 5,1 %) bylo dosaženo u skupin a_3 , a_5 . Použité odstupňované hladiny preparátu BIO-MOS ovlivnily statisticky významně ($P < 0,05$) pozitivně také spotřebu směsi BR1 a celkovou spotřebu směsi na 1 kg přírůstku. Již při koncentraci 50 g preparátu BIO-MOS na 100 kg směsi BR1 došlo ke snížení spotřeby o 6,6 %, nejnižší průměrnou spotřebu směsi BR1 vykazovala kuřata skupiny (a_4), jimž bylo aplikováno 200 g preparátu BIO-MOS na 100 kg směsi (-11,1 %). Mezi skupinami a_2 , a_3 , a_4 , a_5 , a_6 nebyl zjištěn v tomto období průkazný rozdíl

a spotřeba směsi byla v průměru o 10 % nižší oproti kontrole (a_0). Celková spotřeba směsi byla rovněž po aplikaci preparátu BIO-MOS průkazně ($P < 0,05$) nižší než u kontroly (a_0). Nižší celkovou spotřebu směsi (-4,30 %) vykazovala kuřata skupiny a_3 , jimž byl ve směsích aplikován preparát BIO-MOS v množství 150 g na 100 kg. U skupin a_4 , a_5 , a_6 byla celková spotřeba směsi nižší o 3,5 až 4,4 %. Koeficienty stravitelnosti tuku a BNLV nebyly statisticky významně ovlivněny odstupňovanými hladinami oligosacharidů mannanů. Rozdíly mezi skupinami se pohybovaly v mezích přirozené variability. Obdobné výsledky byly dosaženy v případě sledování stravitelnosti N-látek. Koeficient stravitelnosti vlákniny byl výrazně zvýšen u skupin kuřat, jimž byly aplikovány odstupňované hladiny preparátu BIO-MOS. Tato stravitelnost byla zvýšena o 61,5 až 147,7 % oproti kontrole. Dosažená stravitelnost vlákniny u skupiny a_4 byla průkazně ($P < 0,05$) vyšší oproti skupině kontrolní. Na základě získaných výsledků lze říci, že se účinnost preparátu BIO-MOS projevila již při koncentraci 50 g na 100 kg směsi, přičemž horní hranici účinnosti vymezují inflexní body polynomu druhého stupně vypočtené pro směsi BR1 a BR2. Z hodnot inflexních bodů lze usuzovat, že účinná horní hranice dávkování preparátu BIO-MOS se pohybuje na hladině 200 g na 100 kg.

BIO-MOS; oligosacharidy mannanů; kuřecí brojeři; růst; spotřeba směsi; stravitelnost živin

INTRODUCTION

Saccharides on the basis of fructose, mannose and galactose have been studied with regard to their effects on physiological, immunological and microbiological indicators in animals and humans. These saccharides also involve extracts from the cellular membrane of selected strains of *Saccharomyces cerevisiae*, which consists of mannans, glucans and proteins in addition to chitin (Lyons, Bourne, 1995). Material forming the cellular membrane is very resistant to the acidic medium of digestive tract. Mannan-oligosaccharides largely suppress the growth of microorganisms of the Salmonella genus and bacteria of *E. coli* in the intestinal tract, on the other hand they support the growth of bacteria of the genus *Lactobacillus* and *Enterococcus* (Newman, 1994; Spring et al., 1996). Biological preparations with selected strains of *Saccharomyces cerevisiae* as an active ingredient are part of probiotics that have protective effects controlling intestinal diseases, and at the same time they have stimulative impacts on animal growth (Fuller, 1992; Kumprecht et al., 1994; Kumprecht, Zobač, 1996). BIO-MOS manufactured by the company ALLTECH, inc., USA, is the best known preparation with mannan-oligosaccharides as an active ingredient. A selected strain of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* is used for the manufacture of this preparation. The preparation is intended to be used as a feed supplement for monogastric animals for selective inhibition of pathogenic microorganisms and strengthening the immunity system in animals. Literary data on the effects of mannan-oligosaccharides in poultry are rather scarce. Trials conducted by Savage and Zakrzewska (1996) focused on examining the effect of BIO-MOS preparation application to turkey broilers suggested that mannan-oligosaccharides could have positive impacts on poultry performance. Special attention in that paper was paid to evaluation of their impacts on growth, feed conversion and digestibility of basic nutrients that are commercially important for production systems in poultry.

The objective of this paper was to establish whether mannan-oligosaccharides would have stimulative ef-

fects on chicken growth and feed conversion, and to determine the optimum concentration of BIO-MOS preparation for application to starter mixtures (BR1) and feed mixtures for chicken broiler production (BR2).

MATERIAL AND METHODS

The experimentation objective was to determine the most effective concentration of mannan-oligosaccharides in form of BIO-MOS preparation (manufactured by ALLTECH, inc., USA) applied in feed mixtures for broiler chickens BR1 and BR2. A comparative feeding trial was conducted for this purpose on sexed chicken broilers of ROSS hybrid, supplied by the company Líhně kuřat MACH, Litomyšl. The trial involved 560 straight-run chickens in total that were housed in cages with ten birds in each, males and females separately, in an experimental house of the Research Institute of Animal Nutrition at Pohořelice. The chickens received BR1 feed mixture from the 1st to the 21st day of age, and BR2 feed mixture from the 22nd to 42nd day of age. Tab. I shows the formulation of BR1 and BR2 mixtures. The experimental design was a two-factor trial with replication according to the formula $fa_7 \times fb_2 \times (40)$, while fa was different concentrations of BIO-MOS preparation and fb represented the sex. The experimental design is shown in Tab. II.

A metabolic trial was conducted to study nutrient digestibility from the 22nd to the 42nd day of chicken age. Twelve metabolic cages in total were used. The metabolic trial was designed as a one-factor trial according to the formula $fa_6 \times (2)$. Digestibility of crude protein ($N \times 6,25$), fat, fiber and nitrogen-free extract was examined in the trial. Chemical analyses of feeds and droppings were done pursuant to the methodology of the standard CSN 46 7007 (1973).

Ambient temperatures and atmospheric relative humidity in the experimental house were adjusted by the standard for chicken broiler fattening, lighting was continuous, water and feed intake *ad libitum*. Chicken weight and feed consumption were recorded by bird weighing in weekly intervals. The results were pro-

I. Formulation and nutrient content of starters BR1 and basic feed rations for broiler production

Ingredient	Feed rations	
	BR 1	BR 2
	per cent content	
Fish meal	3	1
Meat-bone meal	2	2
Ethanol feeding yeast	1	1
Soybean meal	25	25
Corn	45	53
Wheat	19	13
¹⁾ Biovit BR1 - Super	1	-
²⁾ Biovit BR2 - Super	-	1
³⁾ Mineral feed supplement 2-SP	4	4
In total	100	100
Dry matter	88	87
Crude protein (N x 6.25)	22	18.6
Fat	3.7	3.2
Fiber	2.8	2.7
Ash	6.1	4.4
Nitrogen free extract	53.4	58.1
Organic matter	81.9	82.6
Metabolizable energy in MJ/kg	11.8	12.1

¹⁾Biovit BR1 - Super

Vitamin A 1 500 000 i.u., vitamin D₃ 350 000 i.u., vitamin E 5 000 mg, vitamin K₃ 300 mg, vitamin B₁ 300 mg, vitamin B₂ 600 mg, vitamin B₆ 450 mg, vitamin B₁₂ 2.5 mg, niacin 3 000 mg, calcium pantothenate 1 250 mg, biotin 7.5 mg, folic acid 100 mg, choline 30 000 mg, DL-methionine 200 000 mg, L-lysine HCl 200 000 mg, methichlorpindol 10,000 mg + methyl benzoate 835 mg

²⁾Biovit BR2 - Super

Vitamin A 1 200 000 i.u., vitamin D₃ 250 000 i.u., vitamin E 3 000 mg, vitamin K₃ 250 mg, vitamin B₁ 250 mg, vitamin B₂ 500 mg, vitamin B₆ 300 mg, vitamin B₁₂ 2 mg, niacin 2 500 mg, calcium pantothenate 1 000 mg, choline 20 000 mg, DL-methionine 180,000 mg, L-lysine HCl 185,000 mg

³⁾1 kg of mineral feed supplement MKP 2 SP contains: mineral supplement MD II - 10%, feeding calcite 29%, dicalcium phosphate 39%, wheat meal 17%, feeding salt 5%

1 kg of mineral supplement MD 2 contains: ferrosulfate 140 000 mg, copper sulfate 14,000 mg, zinc oxide 25,000 mg, manganese oxide 29 500 mg, potassium iodide 150 mg, cobalt sulfate 150 mg, Magnovit (70% MgO) 379 000 mg, sodium selenate 100 mg, Siloxid 5 500 mg, feeding wheat meal ad 1 kg

cessed by analysis of variance (Snedecor, Cochran, 1969).

RESULTS

Tab. III shows the effect of different concentrations of mannan-oligosaccharides in feed mixtures BR1 and BR2 on chicken live weight. A highly significantly positive ($P < 0.01$) effect on chicken weight was observed starting from the concentration of 50 g BIO-MOS preparation per 100 kg BR1 mixture (a_1). Aver-

II. Layout of the trial

f a - different concentrations of BIO-MOS preparation
a_0 - BR1 and BR2 mixtures + 0 g BIO-MOS per 100 kg
a_1 - BR1 and BR2 mixtures + 50 g BIO-MOS per 100 kg
a_2 - BR1 and BR2 mixtures + 100 g BIO-MOS per 100 kg
a_3 - BR1 and BR2 mixtures + 150 g BIO-MOS per 100 kg
a_4 - BR1 and BR2 mixtures + 200 g BIO-MOS per 100 kg
a_5 - BR1 and BR2 mixtures + 250 g BIO-MOS per 100 kg
a_6 - BR1 and BR2 mixtures + 300 g BIO-MOS per 100 kg
f b - sex
b_0 - cockerels
b_1 - pullets

age chicken weight in this period was by 13.9% higher than in the control (a_0). The concentration of 150 g BIO-MOS preparation per 100 kg feed (a_3) resulted in average live weight higher by 17.2% against the control (a_0). Higher concentrations of BIO-MOS preparation did not increase chicken weight any more or only insignificantly. There was no significant difference between the groups a_3 , a_6 . This trend was observed in all periods of observation. Higher average weight was recorded at the 42nd day of age in all groups of chickens that received different concentrations of BIO-MOS preparation. The highest increase in average live weight (by 4.4-5.1%) was achieved in groups a_3 , a_5 .

The applied different concentrations of BIO-MOS preparation also had statistically significant ($P < 0.05$) positive impacts on BR1 mixture consumption and total feed consumption per 1 kg weight gain (Tab. IV). The BIO-MOS preparation concentration as low as 50 g per 100 kg BR1 mixture decreased consumption by 6.6% while the lowest average consumption of BR1 mixture was observed in the chickens of group (a_4) that received 200 g of BIO-MOS preparation per 100 kg feed (-11.1%). There was not any significant difference between the groups a_2 , a_3 , a_4 , a_5 , a_6 in this period, and feed consumption was lower on average by 10% in comparison with the control (a_0). Total feed consumption was also significantly ($P < 0.05$) lower than in the control (a_0) as a result of BIO-MOS preparation application. Lower total feed consumption (-4.30%) was recorded in chickens of group a_3 that received BIO-MOS preparation at a dose of 150 g per 100 kg. The groups a_4 , a_5 , a_6 had total feed consumption lower by 3.5-4.4%.

Tab. V shows the results indicating the effect of different concentrations of mannan-oligosaccharides on digestibility of basic nutrients. The coefficients of fat and nitrogen free extract digestibility were not statistically significantly affected by different concentrations of mannan oligosaccharides. The differences between the groups were within the boundaries of natural variability. Similar results were obtained by examination of crude protein digestibility where significant differences were observed between the groups (a_3) and (a_5).

III. The effect of application of different concentrations of mannan-oligosaccharides on chicken weight

Indicator	Unit	Different concentrations of mannans							Sex		Average
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	b ₀	b ₁	
Number of chickens	no.	77	76	76	79	78	77	79	270	272	542
Live weight at 1st day	g	49	49	48	48	48	49	48	49	48	49
Live weight at 14th day	g	296 ^{Aa}	333 ^{bB}	324 ^{hAB}	334 ^B	331 ^{AB}	340 ^B	337 ^B	335 ^A	321 ^B	328
S.D.	g	±42	±42	±50	±40	±44	±43	±47	±50	±42	-
Index	%	100.00	112.50	109.46	112.84	111.82	114.86	113.85	100.00	95.82	-
Live weight at 21st day	g	541 ^A	616 ^B	601 ^B	634 ^B	633 ^B	636 ^B	636 ^B	629 ^A	599 ^B	614
S.D.	g	±79	±87	±95	±76	±79	±78	±79	±93	±79	-
Index	%	100.00	113.86	111.09	117.19	117.01	117.56	117.56	100.00	95.23	-
Live weight at 28th day	g	891 ^A	952 ^B	936 ^{AB}	971 ^B	955 ^{AB}	985 ^B	985 ^B	984 ^A	923 ^B	953
S.D.	g	±122	±128	±147	±112	±123	±131	±110	±136	±113	-
Index	%	100.00	106.85	105.05	108.98	107.18	110.55	110.55	100.00	93.80	-
Live weight at 35th day	g	1 347 ¹	1 415 ^{1,2}	1 381 ^{1,2}	1 431 ^{1,2}	1 412 ^{1,2}	1 443 ²	1 432 ^{1,2}	1 467 ^A	1 351 ^B	1 409
S.D.	g	±173	±192	±216	±152	±173	±183	±153	±192	±146	-
Index	%	100.00	105.05	103.25	106.24	104.83	107.13	106.31	100.00	92.09	-
Live weight at 42nd day	g	1 809	1 889	1 858	1 893	1 888	1 901	1 886	1 966 ^A	1 783 ^B	1 875
S.D.	g	±235	±272	±274	±184	±226	±264	±195	±257	±179	-
Index	%	100.00	104.42	102.71	104.64	104.37	105.09	104.26	100.00	90.69	-

Legend: see Tab. II

Capital letters denote highly significant differences at ($P < 0.01$)

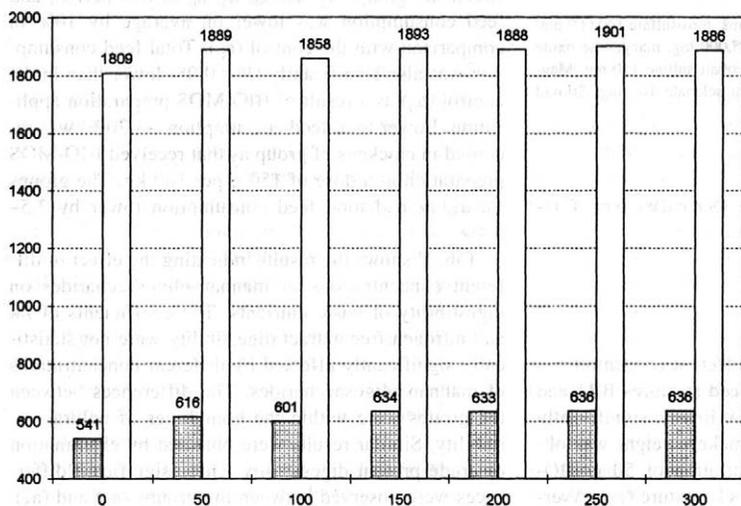
Small letters denote significant differences at ($P < 0.05$)

Figures denote significant differences at ($P < 0.1$).

The coefficient of fiber digestibility largely increased in the groups of chickens that received different concentrations of BIO-MOS preparation. This digestibility was higher by 61.48–147.67% against the control. Fiber digestibility recorded in group (a₄) was significantly higher than in the control group ($P < 0.05$).

The relation between chicken weight at the 21st and 42nd day of age and different concentrations of BIO-MOS preparation in feed mixtures BR1 and BR2 was

used to calculate the most effective concentration of preparation by the method of parabolic regression. The relation between the consumption of feed mixtures BR1 and BR2 and different concentrations of BIO-MOS preparation was employed analogically. Tab. VI shows the equations of second-degree polynomials with inflection points, correlation indexes and determination indexes. Evaluating chicken live weight in relation to the applied concentrations of BIO-MOS prepa-



1. The effect of application of different concentrations of BIO-MOS preparation on chicken weight; y-axis – live weight in g, x-axis – BIO-MOS preparation concentration in g per 100 g

IV. The effect of application of different concentrations of mannan-oligosaccharides on feed consumption

Indicator	Unit	Different concentrations of mannans							Sex		Average
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	b ₀	b ₁	
Number of groups	no.	8	8	8	8	8	8	8	28	28	56
BR1 consumption from 1st to 14th day	kg	1.548 ^a	1.440 ^b	1.385 ^{bc}	1.433 ^{bc}	1.350 ^c	1.373 ^{bc}	1.378 ^{bc}	1.408	1.422	1.415
S.D.	kg	±0.048	±0.000	±0.048	±0.063	±0.098	±0.051	±0.026	±0.091	±0.072	-
Index	%	100.00	93.02	89.47	92.57	87.21	88.70	89.02	100.00	100.99	-
BR1 consumption from 1st to 21st day	kg	1.668 ^a	1.558 ^b	1.505 ^{bc}	1.525 ^{bc}	1.483 ^c	1.503 ^{bc}	1.493 ^c	1.531	1.535	1.533
S.D.	kg	±0.035	±0.014	±0.043	±0.037	±0.047	±0.031	±0.021	±0.078	±0.059	-
Index	%	100.00	93.41	90.23	91.43	88.91	90.11	89.51	100.00	100.26	-
BR2 consumption from 22nd to 28th day	kg	1.928 ^a	2.096 ^b	2.035 ^{ab}	2.080 ^{ab}	2.110 ^b	2.000 ^{ab}	2.086 ^{ab}	2.038	2.058	-
S.D.	kg	±0.071	±0.054	±0.127	±0.091	±0.083	±0.043	±0.096	±0.093	±0.108	-
Index	%	100.00	108.71	105.55	107.88	109.44	103.73	108.20	100.00	100.98	-
BR2 consumption from 22nd to 35th day	kg	2.083	2.130	2.096	2.093	2.085	2.095	2.131	2.072 ^A	2.131 ^B	2.102
S.D.	kg	±0.095	±0.073	±0.068	±0.075	±0.082	±0.036	±0.055	±0.076	±0.048	-
Index	%	100.00	102.26	100.62	100.48	100.10	100.58	102.30	100.00	102.85	-
BR2 consumption from 22nd to 42nd day	kg	2.268	2.243	2.238	2.218	2.250	2.239	2.244	2.199 ^A	2.286 ^B	2.243
S.D.	kg	±0.031	±0.100	±0.092	±0.092	±0.077	±0.082	±0.065	±0.066	±0.061	-
Index	%	100.00	98.90	98.68	97.80	99.21	98.72	98.94	100.00	103.96	-
Total consumption from 1st to 28th day	kg	1.869	1.905	1.849	1.859	1.869	1.831	1.860	1.860	1.866	1.863
S.D.	kg	±0.044	±0.038	±0.070	±0.049	±0.047	±0.033	±0.050	±0.055	±0.046	-
Index	%	100.00	101.93	98.93	99.46	100.00	97.97	99.52	100.00	100.32	-
Total consumption from 1st to 35th day	kg	1.979 ^a	1.955 ^{ab}	1.915 ^{ab}	1.905 ^{ab}	1.893 ^b	1.914 ^{ab}	1.919 ^{ab}	1.912 ^a	1.939 ^b	1.926
S.D.	kg	±0.062	±0.042	±0.041	±0.050	±0.052	±0.028	±0.030	±0.060	±0.036	-
Index	%	100.00	98.79	96.77	96.26	95.65	96.72	96.97	100.00	101.41	-
Total consumption from 1st to 42nd day	kg	2.164 ^a	2.109 ^{ab}	2.091 ^{ab}	2.071 ^b	2.089 ^{ab}	2.089 ^{ab}	2.069 ^b	2.071 ^A	2.124 ^B	2.097
S.D.	kg	±0.022	±0.074	±0.063	±0.071	±0.057	±0.059	±0.033	±0.059	±0.052	-
Index	%	100.00	97.46	96.63	95.70	96.53	96.53	95.61	100.00	102.56	-

Legend: see Tab. II

Capital letters denote highly significant differences at ($P < 0.01$)Small letters denote significant differences at ($P < 0.05$)

V. The effect of different concentrations of mannan-oligosaccharides on digestibility of basic nutrients in chicken broilers

Indicator	Unit	Different concentrations of mannans-oligosaccharides					
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
Number of determinations	no.	6	6	6	6	6	6
Coefficient of N x 6.25 digestibility		48.32	48.77	47.64	46.56 ^a	50.94	49.42 ^b
S.D.	%	±1.00	±1.84	±2.09	±2.27	±3.29	±1.60
Index	%	100.00	100.93	98.59	96.36	105.42	102.28
Coefficient of fat digestibility	%	74.59	76.66	71.89	72.94	74.92	72.28
S.D.	%	±3.14	±3.29	±5.23	±2.37	±3.41	±3.34
Index	%	100.00	102.78	96.38	97.79	100.44	96.90
Coefficient of fiber digestibility	%	6.23 ^a	10.06 ^{ab}	13.33 ^{ab}	13.64 ^{ab}	15.43 ^b	11.42 ^{ab}
S.D.	%	±3.80	±3.85	±3.17	±2.32	±3.93	±4.08
Index	%	100.00	161.48	213.96	218.94	247.67	183.31
Coefficient of nitrogen-free extract digestibility	%	79.12	79.38	78.60	79.45	79.25	79.22
S.D.	%	±1.36	±0.89	±1.45	±0.76	±0.66	±1.02
Index	%	100.00	100.33	99.34	100.42	100.16	100.13

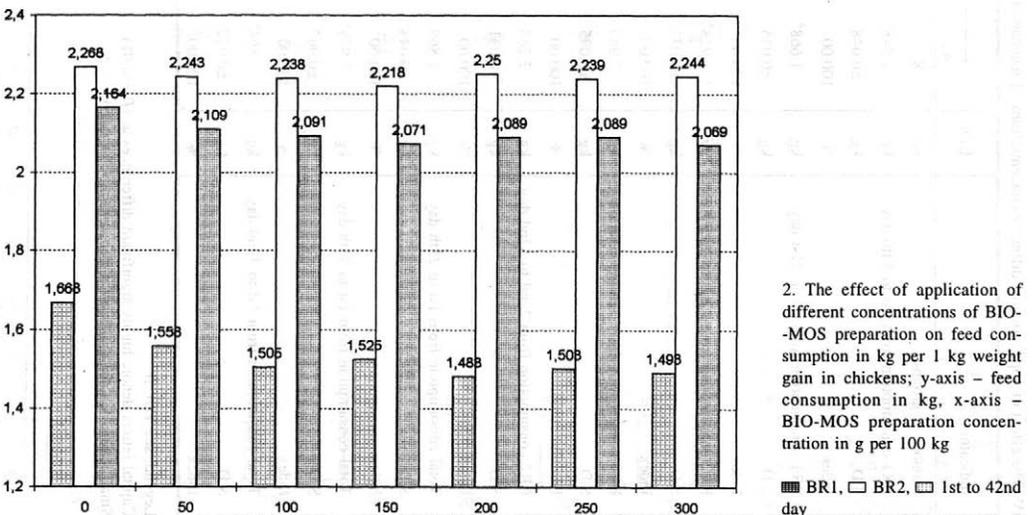
Legend: a₀ – BR1 and BR2 mixtures + 0 g BIO-MOS per 100 kg
 a₁ – BR1 and BR2 mixtures + 50 g BIO-MOS per 100 kg
 a₂ – BR1 and BR2 mixtures + 100 g BIO-MOS per 100 kg
 a₃ – BR1 and BR2 mixtures + 150 g BIO-MOS per 100 kg
 a₄ – BR1 and BR2 mixtures + 200 g BIO-MOS per 100 kg
 a₅ – BR1 and BR2 mixtures + 250 g BIO-MOS per 100 kg

Small letters denote significant differences at ($P < 0.05$)

ration the inflection point was obtained for preparation concentration of 226 g per 100 kg BR1 mixture, at the 42nd day of age the inflection point was calculated for preparation concentration of 214 g per 100 kg mixture BR2. The inflection points of second-degree polynomials of the relation between feed consumption at the 21st and 42nd day and different concentrations of BIO-MOS preparation corresponded to 217 g per 100 kg of feed mixture BR1 and 222 g per 100 kg of feed mixture BR2.

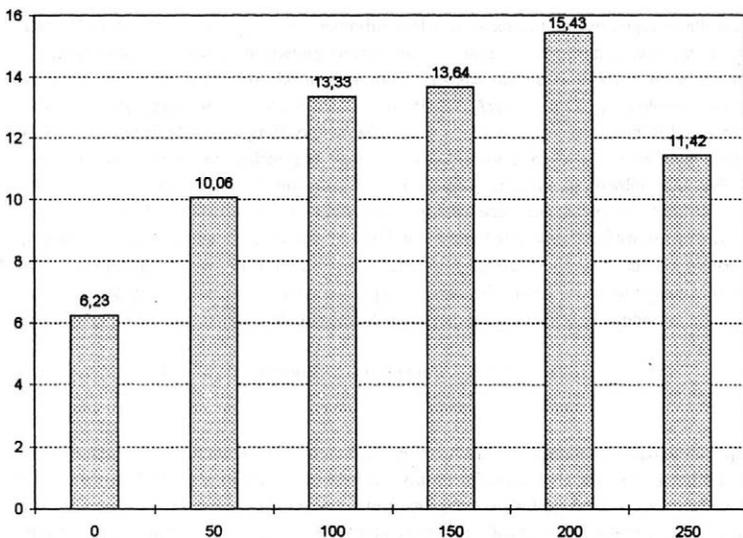
DISCUSSION

As suggested by the results, mannan-oligosaccharides can affect significantly positively both the growth of chicken broilers and feed consumption per 1 kg weight gain. This information is in agreement with the finding that mannan-oligosaccharides influence the proportions of separate microorganisms in the intestinal tract as reported by Newman (1994) and Spring et al. (1996). It is commonly known that the higher



VI. Polynomial regression of the effect of BIO-MOS preparation concentration on the weight and feed consumption in chickens at 21st and 42nd day of age

Indicator	21st day (BR1)	42nd day (BR2)
Live weight	$y = 554.59 + 0.759x - 0.001681x^2$ correlation index = 0.914 determination index = 83.52 x-extreme = 225.9	$y = 1\ 824.38 + 0.682x - 0.001595x^2$ correlation index = 0.833 determination index = 69.31 x-extreme = 213.8
Feed consumption	$y = 1.65 - 0.002x + 0.000004x^2$ correlation index = 0.943 determination index = 89.02 x-extreme = 216.5	$y = 2.15 - 0.0008x + 0.000002x^2$ correlation index = 0.912 determination index = 83.15 x-extreme = 221.9



3. The effect of different concentrations of BIO-MOS preparation on fiber digestibility in chicken broilers; y-axis – coefficient of fiber digestibility in %, x-axis – BIO-MOS preparation concentration in g per 100 kg

■ coefficient of digestibility (%)

colonization of intestinal tract by lactacidogenic microflora is accompanied by higher weight gains and lower feed consumption. The data on growth and feed consumption are also in agreement with our previous observations focused on application of the yeasts *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* and *Streptococcus faecium* C-68 in the nutrition of chicken broilers (Kumprecht et al., 1994; Kumprecht, Zobač, 1996). A significant increase in fiber digestibility in the groups of broilers that received different concentrations of BIO-MOS preparation can be considered as important information. This increased fiber digestibility can be one of the important factors that improve feed conversion as a result of mannan-oligosaccharide use in poultry nutrition.

REFERENCES

FULLER, R.: Probiotics. The Scientific Basis. London, Chapman and Hall 1992. 398 p.

KUMPRECHT, I. – ZOBAC, P.: Continuous application of probiotics based on *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* and *Bacillus* C.I.P. 5832 in the nutrition of chicken broilers. *Živoč. Vyr.*, 41, 1996: 311–316.

KUMPRECHT, I. – ZOBAC, P. – GASNÁREK, Z. – ROBOŠOVÁ, E.: The effect of continuous application of probiotics preparation based on *Saccharomyces cerevisiae* var. *elipsoideus* and *Streptococcus faecium* C-68 (SF 68) on chicken broilers yield. *Živoč. Vyr.*, 39, 1994: 491–503.

LYONS, T. P. – BOURNE, S.: Principles of the effect of probiotics on the basis of yeasts and mannans. In: Proc. Int. Conf. Probiotics in the Nutrition of Animals, Pohořelice, Czech Republic, May 1995: 13–22.

NEWMAN, K.: Mannan-oligosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. North American Biosciences Center, Nicholasville, Kentucky, USA, 1994: 167–174.

SAVAGE, T. F. – ZAKRZEWSKA, E. I.: The use of mannans (BIO-MOS) in turkey nutrition. Biotechnology in Feed-stuff Industry, X. European Lecture Tour, Brno, 1996: 31–34 (in Czech).

SNEDECOR, G. W. – COCHRAN, W. C.: Statistical Methods. 6th ed. Ames, The Iowa State University 1969.

SPRING, P. – DAWSON, K. A. – WENK, C. – NEWMAN, K. E.: Effect of BIO-MOS on exclusion of Salmonella and E. coli in broiler chicks. Poster presented at the 12th Annual

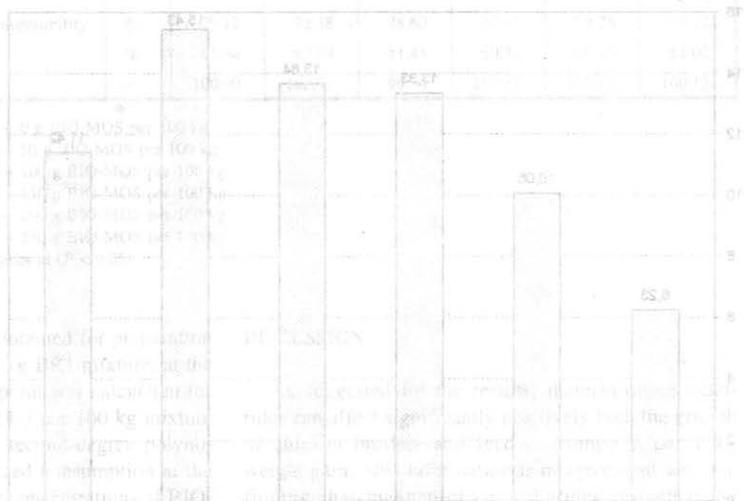
Symp. on Biotechn. in the Feed Industry, Nicholasville, Kentucky, April 1996: 1-3.

State Standard CSN 46 7007. Nutritive Value of Feeds. Praha, ÚNM 1973.

Received for publication on October 3, 1996

Contact Address:

RNDr. Ivan Kumprecht, CSc., Výzkumný ústav výživy zvířat, 691 23 Pohořelice, Česká republika, tel.: 0626/93 15 41, fax: 0626/93 13 66



The effect of different concentrations of BIO-MOS application on the digestibility in broiler chicks is shown in the figure. The coefficient of digestibility of fiber in broiler chicks is significantly higher in the chicks treated with BIO-MOS preparation compared to the control group (0 mg/kg). The effect of BIO-MOS preparation on the digestibility of fiber in broiler chicks is shown in the figure. The coefficient of digestibility of fiber in broiler chicks is significantly higher in the chicks treated with BIO-MOS preparation compared to the control group (0 mg/kg).

... by lactogenic microorganisms by higher weight gain and lower feed consumption. The data on growth and feed consumption are in agreement with our previous observations focused on application of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *Uduganisi* and *Saccharomyces cerevisiae* C-68 in the nutrition of broiler chicks (Kumprecht et al. 1994; Kumprecht, Štěrba, 1995). A significant increase in fiber digestibility in the chicks of broilers that received different concentrations of BIO-MOS preparation can be considered as an important indication. The increased fiber digestibility can be one of the important factors that improve feed conversion as a result of more efficient utilization of protein nutrition.

REFERENCES

ČUKR, J. P. 1995. The system. Praha: Vydavatelství zemědělské literatury, 1995, 192 s.

AVAILABILITY OF PHOSPHORUS FROM MAIN DIETARY SOURCES IN COMMON CARP, *CYPRINUS CARPIO* L.

DOSTUPNOST FOSFORU Z HLAVNÍCH DIETETICKÝCH ZDROJŮ U KAPRA, *CYPRINUS CARPIO* L.

M. A. Shcherbina, E. A. Gamygin, I. A. Salkova

Scientific and Technical Center „Aquafeed“, Rybnoe, Dmitrov Region, Moscow Province, Russia

ABSTRACT: Analysis of our own experimental results and literary references allows us to generalize data on availability of phosphorus from different dietary sources in the common carp, which was proved to range in the wide limits (0–99%). Apparent digestibility of phosphorus from oil cakes and oil meals (8 kinds were tested) averaged 32%, ranging from 21 to 39% for hemp cake and peanut oil meal, respectively. Availability of phosphorus from 9 kinds of grains ranged from 11 to 63%, from the products of grain reprocessing – from 11 to 57%, and from 6 kinds of fodder yeast – from 62 to 99%, the minimal value being for hydrolyzed yeast. This index for 2 kinds of beans amounted to 40%. A half of total phosphorus could be absorbed by the common carp from milk powder and egg powder, and 26% – from *Daphnia magna*. Availability of phosphorus from fish meal (12 kinds were tested) was affected by the kind of raw material and by technology of its preparing to vary in the wide limits: 10–33% for white fish meal, 18–26% for brown fish meal, and 17–61% for fish meal from mesopelagic fishes. In some cases the common carp was not able to absorb phosphorus from fish meal, which could be accompanied with excretion of endogenous phosphorus. The meal prepared from squid scraps remaining after fillet production was shown to be one of the best sources of readily available (85%) phosphorus.

Cyprinus carpio; feeding; availability of phosphorus; dietary sources

ABSTRAKT: Na základě analýzy našich experimentálních výsledků a výsledků uveřejněných v literatuře lze zobecnit údaje o dostupnosti fosforu z různých dietetických zdrojů u kapra; byla prokázána její značná variabilita. Zdánlivá stravitelnost fosforu z výlisků a extrahovaného šrotu (testovali jsme 8 druhů) dosahovala v průměru 32 % v rozpětí od 21 do 39 % od konopných výlisků po podzemnicový extrahovaný šrot. Dostupnost fosforu z devíti druhů obilnin kolísala od 11 do 63 % – z produktů opětovného zpracování obilnin byla od 11 do 57 % a ze šesti druhů krmných kvasnic od 62 do 99 %, přičemž nejnižší hodnotu jsme zaznamenali u hydrolyzovaných kvasnic. U dvou druhů bobu dosahoval tento ukazatel 40 %. Ze sušeného mléka a sušených vajec dokázali kapři absorbovat 50 % celkového fosforu a z *Daphnia magna* 26 %. Dostupnost fosforu z rybí moučky (testovali jsme 12 druhů) byla ovlivněna druhem suroviny a technologií jejího zpracování, a to se značnou variabilitou: 10–33 % u moučky z bílých ryb, 18–26 % u moučky z tmavých ryb a 17–61 % u rybí moučky z mezo-pelagických ryb. V některých případech kapři nedokázali fosfor z rybí moučky absorbovat, což mohlo být doprovázeno vylučováním endogenního fosforu. Ukázalo se, že jedním z nejlepších zdrojů snadno dostupného fosforu (85 %) je moučka vyrobená z odpadů olně při výrobě filé.

Cyprinus carpio; krmení; dostupnost fosforu; dietetické zdroje

INTRODUCTION

Although phosphorus has been recognized as an important nutrient in fish, there are little data about its availability from different ingredients of artificial diets that hinders optimization of dietary mineral composition. As a result, the nutritive value of artificial foods can be often declined.

The values of utilization of phosphorus from a few ingredients of the common carp artificial diets were presented in works by Ogino, Takeda (1976) and Ogino et al. (1979). Particularly, the utilization of

phosphorus from fish meal was found to be 10–33%. Yone and Toshiya (1979) revealed that, on some occasions, the common carp could not absorb phosphorus from fish meal. This fact was supposed by the authors to be due to the solubility of skeletal phosphates being limited in the alkaline medium of the common carp digestive tract and to hardly soluble complex compounds forming during digestion. Availability of phosphorus from different grains, beans, oil cakes, and oil meals investigated in our earlier works (Shcherbina, 1973) was proved to be significantly lower than utilization of the dry matter of those food sources. A

similar pattern was found when studying availability of phosphorus from different artificial diets. Nevertheless, such information is very limited to be a good ground for formulation of artificial diets for the common carp.

Thus it seems useful to generalize our and literary data about supply and availability of phosphorus from different food sources. It would clarify, to a degree, the capacity of different dietary ingredients to satisfy the common carp requirements in this element and provide information about its quantities brought into the reservoir with the fish feces.

MATERIAL AND METHODS

The experiments were coincidentally carried out during 1975–1995 while the nutritive value of main dietary sources was tested for the common carp. Influence of hydrobarothermic treatment (extrusion) on the nutritive value of these sources was examined in some cases. Different kinds of grains, beans, oil cakes, oil meals, fodder yeasts, and sources of animal origin were used as materials for investigations. As to animal sources, great attention was paid to technology of fish meal preparing in connection with its phosphorus availability. In addition, a number of practical artificial diets for one-year-old and two-years-old common carp were tested.

Different dietary ingredients were separately fed to fish as a pelleted monodiet. Each experiment involved two time periods: a preliminary one (12–15 days), during which fishes were acclimated to the diet, and the main one (30 days), during which the availability of phosphorus was tested. The experiments were performed using special aquaria equipped for fish nutritional physiology studying (Shcherbina, 1983).

Availability of phosphorus was evaluated in terms of apparent digestibility by indicator method, using chromium oxide as a marker (Shcherbina, 1964):

$$P_{ad} = 100 - \frac{P_{ex} \cdot (Cr_2O_3)_f}{P_f \cdot (Cr_2O_3)_{ex}} \cdot 100$$

where: P_{ad} – coefficient of apparent digestibility of phosphorus (%)

P_f and P_{ex} – concentration of phosphorus in food and excrements, respectively (%)

The Fiske and Subbarow's method modified by Nikulina was used to evaluate the concentrations of phosphorus (Nikulina, 1965).

RESULTS AND DISCUSSION

Ability of the common carp to absorb phosphorus from phylogenous dietary ingredients was found to vary in the wide limits (11–63%, Tabs. I and II). Approximately 35% on the average (21–39%) of phosphorus consumed with oil cakes and oil meals is available for the common carp. This low level is due to the fact

the seeds of numerous oil plants contain phytates. Availability of phosphorus from phytates in the common carp was reported by Ogino et al. (1979) to be 8–38%. Phytase is required to split phytates but this enzyme is absent in the digestive tract of the common carp (Lall, 1978). The fact that availability of phosphorus is affected by phytates was recently confirmed (Hossain, Jauncey, 1993). A similar reason is responsible for low availability of phosphorus from some kinds of ground grains (wheat – 11%, oat – 26%, see Tab. II) and all kinds of brans. Availability of phosphorus from wheat ground grain determined in our earlier experiments (11%) is in contrast both with our recent results and with the data obtained by Ogino and Takeda (1976) (45 and 57%, respectively). The reason of these differences is probably due to different genetic characteristics of the samples tested. The alternative reason is that Japanese scientists tested extruded wheat meal. It is well known that hydrothermic and, especially, hydrobarothermic treatment sometimes causes the phytates to split thus transforming their phosphorus into the form which is more readily available to animals (Peisker, 1990). Availability of phosphorus from corn, rice, and millet ground grains ranges from 54 to 63% and that from beans accounts for 40%.

Yeasts of the genera *Candida* and *Torula* have phosphorus in an easily available form (80–99%, Tab. III), the estimations of different authors being rather similar. Of all yeasts tested, phosphorus from hydrolyzed yeast is most hardly absorbed by fish, which appears to be due to the fact that the cell membranes of this yeast are not supple and do not readily yield to disintegration.

The experiments with fish meal carried out both by us and by Japanese scientists revealed that, in most cases, availability of phosphorus ranged from 10 to 30% (Tab. IV). Many investigators have agreed that low availability of phosphorus from fish meal is due to the most part of its phosphorus (70–85%) being included in a mineral bone component, hydroxy apatite $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$, which is hardly soluble in the alkaline medium of the common carp digestive tract. Under certain digestive conditions, phosphorus of organic compounds is in turn able to react with cations to build up hardly splitting complex compounds (Yone, Toshima, 1979). That this is the case is confirmed by Yone and Toshima's data, according to which availability of phosphorus from one of the white fish meal samples was 0%.

As it follows from the data presented in Tab. IV, availability of phosphorus is also affected by the species of fish and by technology used for fish meal preparation. We tested both pressure-drying technology that is most commonly used and some of its modifications providing more complete removal of fat from highly fattened small mesopelagic fish, such as capelin, anchovy, and lanternfish. To this aim, non-ionogenous surface-active agents (NISAA) and natrium carboxymethyl cellulose (NMC) were added during the

I. Average availability of phosphorus from oil cakes and oil meals in the common carp

Source	Availability (%)	Reference
Hemp cake	21	Shcherbina (1973)
Mustard cake	30	Shcherbina (1973)
Castor cake	36	Shcherbina (1973)
Sunflower oil meal	29	Shcherbina (1973)
Soybean oil meal	38	Shcherbina (1973)
Peanut oil meal	39	Shcherbina (1973)
Flax oil meal	34	Shcherbina et al. (1985)
Rapeseed oil meal	27	unpublished data of 1991

II. Average availability of phosphorus from phylogenous dietary ingredients in the common carp

Source	Availability (%)	Reference
Grains and products of their reprocessing		
Wheat	11; 45*	Shcherbina (1973)
Wheat	57	Ogino and Takeda (1976)
Oats	26	Shcherbina (1973)
Rye	39	Shcherbina (1973)
Sorghum	44	Shcherbina et al. (1986)
Barley	45	Shcherbina (1973)
Corn	54	Shcherbina et al. (1987)
Rice	60	Shcherbina et al. (1986)
Millet	63	Shcherbina et al. (1985)
Wheat bran	11*	
Rice bran	25	N.A.S. (1983)
Rye bran	29	Trophimova and Shcherbina (1982)
Wheat germs	57	N.A.S. (1983)
Beans		
Pea	41	Shcherbina (1973)
Lupin	42	Shcherbina (1973)

* Unpublished data of 1991-1993

III. Availability of phosphorus from different kinds of fodder yeasts in the common carp

Source	Availability (%)	Reference
Hydrolyzed yeast	62	Trophimova (1984)
Alkanine yeast	85	Shcherbina et al. (1985)
Carbohydrate yeast	99	Ogino and Takeda (1976)
Brewer's yeast	93	N.A.S. (1983)
Ethanol yeast	80	Shcherbina et al. (1985)
Microbial biomass	73	Shcherbina et al. (1985)

raw materials boiling. Furthermore, extractive and pressure-centrifugal technologies were used.

The data presented in Tab. IV demonstrate the influence of different technological approaches on the level of phosphorus availability. For instance, when the pressure-drying technology was combined with the addition of NISAA, the availability of phosphorus from the capelin fish meal increased by 30%. When NISAA was

then added together with NCMC, the effect proved to be even better: the availability of phosphorus from the European anchovy fish meal increased up to 53%. At the same time, the use of the extractive technology was ineffective. Although, in comparison with the pressure-drying technology, extraction caused fat content to decrease in the sardinella fish meal (17.3 and 3.3%, respectively), availability of phosphorus in this case

IV. Availability of phosphorus from fish meal prepared with using different technological approaches

Technology	Fish species	Availability (%)	Reference
White fish meal	-	0	Yone and Toshima (1979)
Brown fish meal	-	10-33	Ogino et al. (1979)
White fish meal	-	18-26	Ogino et al. (1979)
PD	capelin, <i>Mallotus villosus</i>	17 ^a	Shcherbina et al. (1985)
PD + NISAA	capelin, <i>Mallotus villosus</i>	22 ^b	Shcherbina et al. (1985)
PD + NISAA + NCMC	European anchovy, <i>Engraulis encrasicolus</i>	53	unpublished data of 1988-1990
PD	round sardinella, <i>Sardinella aurata</i>	61 ^c	Shcherbina et al. (1987)
Extractive	round sardinella, <i>Sardinella aurata</i>	25 ^d	Shcherbina et al. (1987)
PD	horse mackerel, <i>Trachurus trachurus</i>	-30	unpublished data of 1988-1990
PD	lanternfish, Myctophidae	-22 ^c	unpublished data of 1988-1990
PC	lanternfish, Myctophidae	-13 ^f	unpublished data of 1988-1990

Abbreviations: PD – pressure-drying technology; PC – pressure-centrifugal technology; NISAA – non-ionogenous surface-active agents; NCMC – natrium carboxymethyl cellulose

Notes: The values superscribed with different letters significantly differ from the others ($P < 0.05$)

Negative values indicate that excretion of phosphorus exceeds absorption

V. Availability of phosphorus from sources of animal origin in the common carp

Source	Availability (%)	Reference
Casein	97	Ogino and Takeda (1976)
Squid meal	85	unpublished data of 1988
Milk powder	50	Shcherbina et al. (1985)
Egg powder	40	Shcherbina et al. (1985)
Krill meal	18	Shcherbina et al. (1985)
<i>Daphnia magna</i>	26	Pershina

Notes: Squid meal was prepared from scraps remaining after fillet production with the use of the pressure-drying technology; krill meal was prepared using the pressure-drying technology

proved to be 2.4 times lower (61 and 25%, respectively). This fact appeared to be due to the main part of phospholipids being extracted alongside with triglycerides. It is known that the organic phosphorus of phospholipids is readily absorbed by animals.

Phosphorus absorption was found to be absent as well as excretion of endogenous phosphorus was revealed when the common carp was fed the fish meal prepared from lanternfish and horse mackerel by the pressure-drying technology. This phenomenon which was repeatedly observed earlier (Shcherbina, 1973; 1984) indicates that the digestive system in fish can perform corrective function. An analogous case appeared to be found by Yone and Toshima (1979) when they reported that digestibility of phosphorus from white fish meal accounted for 0%. The Yone and Toshima's result is not unexpected because white fish meal is prepared from the bone scraps of cod, haddock, flounder, pollack, etc. which contain much mineral salts. Ogino et al. (1979) reported availability of phosphorus from white fish meal to be higher (18 and 26%). These authors found that availability of phosphorus from brown fish meal, which is prepared from

the non-standard whole fish carcasses of anchovies and herrings, ranged from 10 to 33%.

The data on availability of phosphorus from other sources of animal origin are presented in Tab. V. The level of phosphorus in casein is rather low but its availability is close to the maximum extent (97%). Squid meal is a valuable source of organic phosphorus. Being bone free, squid meal does not contain hydroxy apatite whereas including relatively much phosphorus in a readily available form (85%). No more than a half of total phosphorus contained in milk powder and egg powder can be absorbed by the common carp. Availability of phosphorus from krill meal is as low as in fish meal (18%) and that from *Daphnia magna*, one of the natural food items for common carp, is just above the latter (26%).

A high variation was observed in availability levels of phosphorus from different commercial diets. This indicates that not only different diets have different composition but also the quality of the same dietary ingredients also can vary.

In experiments with extruded foods we attempted to determine the influence of hydrobarothermic treatment

Diet*	Availability (%)
K-111-1	31 ± 7
SBS-RZh	25 ± 5
KTN-86	50 ± 4
VBC-RZh-81	53 ± 10

* For information about composition of artificial diets, see Shcherbina et al. (1985)

on availability of phosphorus from different dietary sources. In spite of extrusion causing the phytates to split (Peisker, 1990), we did not obtain any clear results. Hydrobarothermic treatment made availability of phosphorus from wheat and barley grains and from soybean oil meal decrease (in the case of wheat grain the differences being significant). Availability of phosphorus from extruded corn, ethanol yeast, sunflower and rapeseed oil meals, and wheat bran, in turn, proved to be remarkable higher. The available part of phosphorus from fish meal prepared by the pressure-drying technology transformed into wholly unavailable form after extrusion. Excretion of endogenous phosphorus with feces was observed when feeding the common carp with extruded fish meal.

CONCLUSION

The data presented allow us to conclude that availability of phosphorus from different dietary ingredients in the common carp varies within wide limits (0–99%) depending on the chemical form of its compounds and the technology of raw materials preparation. Apparent digestibility of phosphorus evaluated by the indicator method has shown to range from 11 to 63% in 9 kinds of grains, from 21 to 39% in 8 kinds of oil cakes and oil meals, from 62 to 99% in 6 kinds of fodder yeasts, from 25 to 53% in different kinds of artificial diets, and that from 2 kinds of beans to account for 40%. Availability of phosphorus from fish meal (12 kinds were tested) is in the most part affected by the kind of raw material and by technology of its preparing to vary in the wide limits: 10–33% for white fish meal, 18–26% for brown fish meal, and 17–61% for fish meal from mesopelagic fishes.

The results obtained indicate that the values of phosphorus availability need to be taken into account in formulating artificial diets for the common carp.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to our colleagues, T. G. Stolyarova, N. V. Linnik, and L. N. Duma, for their valuable help while conducting the experiments and chemical analysis.

We also thank Dr. A. V. Recoubratsky for helpful remarks and English translation of the paper.

REFERENCES

- HOSSAIN, A. M. – JAUNCEY, K.: The effect of varying dietary phytic acid, calcium, and magnesium levels on the nutrition of common carp, *Cyprinus carpio*. In: Fish Nutrition in Practice. Paris, INRA 1993: 705–715.
- LALL, S. P.: Minerals in finfish nutrition. In: EIFAC Symp. FinFish Nutr. and Feed Technol., Hamburg, 1978: 78.
- NIKULINA, G. N.: A review of methods for calorimetric estimation of phosphorus using creation of „molybdenic blue“. Leningrad, Leningrad Gos. Univ. 1965. 120 p. (in Russian).
- OGINO, C. – TAKEDA, H.: Mineral requirements in fish. III. Calcium and phosphorus requirements in carp. Bull. Jap. Sci. Fish., 42, 1976: 793–799.
- OGINO, C. – TAKEUCHI, L. – TAKEDA, H. – WATANABE, T.: Availability of dietary phosphorus in carp and rainbow trout. Bull. Jap. Sci. Fish., 45, 1979: 1527–1533.
- PEISKER, M.: Hydrothermische Behandlung und Futterwert. Mühle und Mischfutter. Technik, 177, 1990: 461–468.
- SHCHERBINA, M. A.: Determination of digestibility of artificial food by inert substances in fish. Vopr. Ichtiol., 4, 1964: 672–678 (in Russian).
- SHCHERBINA, M. A.: Digestibility and efficiency of nutrients of mixed food in carp. Moscow, Pishch. Prom. 1973. 131 p. (in Russian).
- SHCHERBINA, M. A.: Methodical notes on physiological estimation of nutritive value of fish foods. Moscow, VASKhNIL 1983. 83 p. (in Russian).
- SHCHERBINA, M. A.: The peculiarities of chyme forming and absorption of nutritive substances in fishes with different structure of digestible tract. In: Actual Problems of Ecological Physiology and Biochemistry in Fish. Moscow, Nauka 1984: 245–274 (in Russian).
- SHCHERBINA, M. A. – ABROSIMOVA, N. A. – SERGEVA, N. T.: Artificial foods and technology for feeding of the main subjects of commercial fishery: Recommendations. Rostov-on-Don, AzNIIRKh 1985. 48 p. (in Russian).
- SHCHERBINA, M. A. – SALKOVA, I. A. – TROPHIMOVA, L. N.: Nutritive value of rice for carp. Proc. VNIIPRKh, 49, 1986: 84–89 (in Russian).
- SHCHERBINA, M. A. – TROPHIMOVA, L. N. – SALKOVA, I. A.: Nutritive value of corn as a component of mixed feed for carp. Proc. VNIIPRKh, 52, 1987: 3–18 (in Russian).
- TROPHIMOVA, L. N.: Nutritive value of the products of microbiological synthesis for two-years-old common carp. Proc. VNIIPRKh, 42, 1984: 39–45 (in Russian).

TROPHIMOVA, L. N. – SHCHERBINA, M. A.: Characteristic of nutritive value of rye and rye bran for two-years-old common carp. Proc. VNIIPRKh, 36, 1982: 134–137 (in Russian).

YONE, Y. – TOSHIMA, N.: The utilization of phosphorus in fish meal by carp and black sea bream. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 45, 1979: 753–756.

N.A.S. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfish. Washington, National Academy Press 1983.

Received for publication on June 3, 1996

Contact Address:

Marina A. Shcherbina, Scientific and Technical Center „Aquafeed“, Rybnoe, Dmitrov Region, Moscow Province 141821, Russia, tel.: 095/587 27 13, fax: 095/587 27 14

DEPENDENCE OF NUTRITIVE VALUE OF LUCERNE ON THE STAGE OF MATURITY

ZÁVISLOST NUTRIČNÍ HODNOTY VOJTĚŠKY NA JEJÍ VEGETAČNÍ FÁZI

T. Komprda¹, J. Zelenka¹, B. Nedbálková²

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

² Fodder Crop Research Institute, Troubsko, Czech Republic

ABSTRACT: The nutritive value (crude protein /CP/ and organic matter /OM/ degradability estimated *in situ* in 3 steers, protein digestible in the intestine /PDI/ and net energy of lactation /NEL/), and the stage of maturity (Mean Stage by Weight, MSW) were determined in lucerne plants cut in five-day intervals in the spring and summer cuts in two consecutive years. The rate of a decrease in CP degradability, OM degradability and NEL in dependence on MSW did not differ ($P > 0.05$) between both years either in the spring cut or in the summer cut. Rate of a decrease in PDI differed between both years both in the spring and in the summer cut. On the other hand, PDI decreased at the same rate in the spring cut as in the summer cut both in the first and in the second year. The changes in CP degradability, OM degradability, and NEL (calculated over both years) were more influenced by the MSW in the spring cut than in the summer cut: the slope of regression was -2.45 and -1.50 , -5.51 and -4.26 , -0.62 and -0.44 , resp., $P < 0.01$. The changes in PDI were influenced equally in both cuts, the slope was -4.38 and -4.01 , resp. ($R^2 = 73\%$ and 74% , resp.), $P < 0.01$. The temperature accounted for 35–47%, the sunshine for 18–22%, and the precipitation for 5–7% of the variability in the nutritive traits.

degradability; protein digestible in the intestine; lucerne; vegetative stage

ABSTRAKT: Nutriční hodnota vojtěšky sklizené v pětidenních intervalech v 1. a 2. seči ve dvou následných letech byla zhodnocena, pokud jde o degradovatelnost dusíkatých látek (NL) a organické hmoty (OH) a obsah ve střevě stravitelných NL (PDI) a nettoenergie laktace (NEL). Vegetační fáze vojtěšky byly kvantifikovány pomocí systému průměrné fáze podle hmotnosti lodyh (MSW). Jednotlivé naměřené hodnoty degradovatelnosti NL jsou pro obě seče a oba roky sledování uvedeny v tab. I. Rychlost poklesu degradovatelnosti NL, degradovatelnosti OH a obsahu NEL v závislosti na MSW byla stejná ($P > 0,05$) v obou letech sledování, a to při zhodnocení jak 1., tak i 2. seče. Rychlost poklesu PDI byla pro oba roky různá ($P < 0,05$) jak v 1., tak i ve 2. seči. Rychlost poklesu PDI však byla stejná ($P > 0,05$) pro obě seče, a to jak v 1., tak i ve 2. roce sledování (tab. II). Změny v hodnotě degradovatelnosti NL, degradovatelnosti OH a obsahu PDI byly ovlivněny vegetační fází vojtěšky (MSW) v 1. seči výrazněji než ve 2. seči, jestliže všechny hodnoty naměřené pro danou seč v průběhu 1. i 2. roku sledování byly uvažovány jako jeden soubor (tab. III). Hodnoty koeficientu lineárního členu lineární regrese byly pro 1., resp. 2. seč $-2,45$, resp. $-1,50$ (degradovatelnost NL); $-5,51$, resp. $-4,26$ (degradovatelnost OH); $-0,62$, resp. $-0,44$ (obsah NEL); ve všech případech $P < 0,01$. Změny v obsahu PDI byly ovlivněny vegetační fází v obou sečích stejně, sklon regrese byl $-4,38$, resp. $-4,01$ pro 1. seč, resp. 2. seč ($R^2 = 73\%$, resp. 74%), $P < 0,01$.

degradovatelnost; PDI; NEL; vojtěška; vegetační fáze

INTRODUCTION

The nutritive value of forage is influenced by a vegetative stage in dependence on the season (Givens et al., 1993). The strictly defined vegetative stage by the Mean Stage by Weight number (MSW – Kalu, Fick, 1983) enables both more correct nutritive value assessment of lucerne forage in the course of vegetation in a given season, and comparison of the

nutritive value of forage in a given vegetative stage in the various (spring, summer) seasons.

The objectives of this paper were as follows. To evaluate the dependence of crude protein (CP) and organic matter (OM) degradability, protein digestible in the intestine (PDI) and net energy of lactation (NEL) contents of lucerne on its vegetative stage in the course of two consecutive years, and also to compare the nutritive value of the spring and summer cut of lucerne.

MATERIAL AND METHODS

Plant material. Lucerne (*Medicago sativa*, L., cultivar „Palava“) was sown in rows with a spacing of 12.5 cm. Plants were harvested in approximately five-day intervals during April and July (spring cut) or during June and August (summer cut). The vegetative stage of lucerne (Mean Stage by Weight, MSW) was quantified according to Kalu and Fick (1983): $MSW = \sum S \cdot D/W$ (S – number of the individual vegetative stage according to the morphological traits, D – dry matter of the shoots in the stage S , W – total dry matter of all shoots of a given sample).

The experimental plot was divided into two strips. Sample collections of the spring cut continued in the first strip to MSW number 7. In the second strip all above-ground parts of the plants were removed when they reached MSW number 4. The samples of the summer cut were then collected in this second strip. This design was repeated in two consecutive years. The first day of the summer cut vegetation was considered to be 1st June in the first year and 15th June in the second year (the first day of vegetation in the spring cut being 1st April in both years). Altogether 15 (16) samplings were carried out during the spring season and 10 samplings during each summer season. In each cut 2.1 kg of fresh matter for determinations of degradability of crude protein (CP) and organic matter (OM) were collected. Simultaneously, a 60cm segment of the same row was cut for quantification of the stage of maturity.

Degradability measurements. Three steers (Czech Pied breed) of average body weight of 580 kg fitted with rumen cannulas (internal diameter 130 mm) were used. The diet consisting of 6 kg of lucerne hay and 0.5 kg of barley meal was fed twice daily. Samples of lucerne (6 g, ground to particle size of 1 mm) were weighed in synthetic bags of 10 x 20 cm with pore size of 56 μ m. CP and OM disappearances from the sample at each vegetative stage were measured six times within each of the six incubation intervals of 2, 4, 8, 16, 24, and 48 hours. Sets of bags were attached to the individual brass rings weighing 0.5 kg. They were inserted into the rumen successively and removed all at once. The bags were rinsed under running water for 1 minute, washed in a water bath for 15 minutes, and dried at 65 °C. For incubation interval $t = 0$ hours weight losses were determined by washing nine bags in water at 40 °C for 15 minutes.

In all samples the content of dry matter (DM), ash and CP was determined. The values of residual nitrogen were corrected on microbial contamination by extrapolating the data of Mathers and Aitchison (1981).

Degradability of CP and OM (P) was calculated according to the model proposed by Orskov and McDonald (1980): $P = a + bc / (c + k)$. Constants a (soluble fraction), b (insoluble degradable fraction) and c (rate constant of degradation of fraction b) were calculated from disappearances of CP or OM (p) from

the bag, assuming that $p = a + b(1 - e^{-c(t-T)})$, T being a lag time (Denham et al., 1989). Rumen fractional outflow rate (k) was considered to be 3.5% per hour for both CP and OM particles.

The PDI and NEL calculation. The content of protein digestible in the intestine was calculated using the PDI system (Verité, Peyraud, 1988). For calculation of PDIME values, apparent digestibility of OM *in situ* after 24 hours of incubation was used. The digestibility of the rumen undegradable protein of lucerne hay in the duodenum was considered to be 73.9% (Frydrych, 1992). The net energy of lactation (NEL) was estimated according to Vencel (1990): $NEL = ME(0.463 + 0.24 ME/GE)$; $GE = 0.00588 CP + 0.01918 OM$; $ME = 0.00137 DCP + 0.01504 DOM$; NEL, gross energy /GE/, and metabolizable energy /ME/ in MJ/kg DM; CP, OM, digestible CP /DCP/, and digestible OM /DOM/ in g/kg DM. As an estimation of the apparent digestibility of CP and OM for calculation of DCP and DOM values, disappearance of CP and OM *in situ* after 24 hours of incubation was used.

Determination of climatological parameters. The average daily temperature (°C) was calculated from three measurements at 7.00, 14.00 and 21.00 hours. The sunshine (hours.day⁻¹) was determined by a heliograph, precipitation (mm.day⁻¹) by the ombrometer.

Statistical evaluation. The comparison of the linear regressions was carried out using the equality test of the regression coefficients of the linear term (t -criterion) and the congruence test of the linear regressions (F -criterion; Rod, Vondráček, 1973).

RESULTS

The measured values of crude protein effective degradability in consecutive vegetative stages in the spring and summer cuts within two years are shown in Tab. I.

The dependences of nutritive traits (CP and OM degradability, NEL and PDI contents) on the vegetative stage (MSW) are compared in the framework of the individual cuts and years in Tab. II. The rate of a decrease in CP degradability, OM degradability, and NEL in the spring cut did not differ between both years ($P > 0.05$). We found similar results also in the summer cut (t -column, Tab. II). The courses of CP degradability in the spring cut are even congruent in both years, the courses of OM degradability are congruent in both years in the summer cut (F -column, Tab. II). However, in the case of PDI the course (rate of decrease) in both cuts in the first year differs from the course in the second year ($P < 0.05$).

On the other hand, PDI showed in the spring cut the same course as in the summer cut ($P > 0.05$) both in the first year and in the second year (t -column, Tab. II).

The regressions of all traits on MSW in the individual cuts were calculated using measured values within both years together (Tab. III).

I. Crude protein effective degradability values measured in consecutive vegetative stages in two cuts within two years

MSW ¹⁾	Year			
	I		II	
	Cut			
	1	2	1	2
0.2	91.8 ^e			
0.4			87.5 ^{d,e,f}	
			89.6 ^f	
0.5	89.6 ^f			
0.8			87.4 ^{d,e,f}	
0.9	91.7 ^{f,g}	89.5 ^f		
1.0				86.4 ^f
1.1		86.9 ^e	84.5 ^{b,c}	
1.4	90.6 ^{f,g}			
1.6			88.9 ^{c,f}	
1.9			89.3 ^{e,f}	85.6 ^f
			87.7 ^{d,e,f}	
			88.3 ^{d,e,f}	
			86.2 ^{c,d,c}	
2.0	85.3 ^c			
2.8	82.6 ^d			
2.9		84.1 ^d	83.9 ^{b,c}	
3.5	84.1 ^{d,e}			
3.6			84.4 ^{b,c}	
3.8		84.3 ^d	85.9 ^{b,c,d}	84.5 ^{e,f}
			84.7 ^{b,c}	82.6 ^{d,c}
4.1	79.5 ^c			
4.2			83.4 ^b	81.5 ^d
4.6		81.0 ^{b,c}		
5.0		79.0 ^b		
5.1			76.3 ^a	
5.2				74.8 ^b
5.3	76.3 ^b			76.0 ^{b,c}
5.5	75.5 ^b			
5.7				76.9 ^c
5.8	76.4 ^b		75.5 ^a	
6.2	75.5 ^b			76.3 ^{b,c}
6.4		79.3 ^b		
6.8	76.2 ^b			
7.1				70.3 ^a
7.3	71.7 ^a			
7.7		82.4 ^{c,d}		
7.8	72.0 ^a			
7.9		79.0 ^b		
8.0		76.4 ^a		

1) Mean Stage by Weight (Kalu, Fick, 1983); values rounded to one decimal

a, b, c, d, e, f, g – means with unlike superscripts in columns are significantly different ($P < 0.01$); Duncan's F -test

II. Comparison of linear dependences of nutritive traits on the Mean Stage by Weight number (Kalu, Fick, 1983) in two cuts within two years

Trait	Cut	Year	t	F
CP deg ¹	spring	1 x 2	1.93 ^x	1.36 ^x
	summer	1 x 2	1.50 ^x	6.32
	spring x summer	1	3.91	
	spring x summer	2	0.50 ^x	1.10 ^x
OM deg ²	spring	1 x 2	0.48 ^x	4.15
	summer	1 x 2	0.84 ^x	2.00 ^x
	spring x summer	1	2.35	
	spring x summer	2	1.50 ^x	8.10
PDI ³	spring	1 x 2	3.66	
	summer	1 x 2	2.60	
	spring x summer	1	0.34 ^x	4.38
	spring x summer	2	0.84 ^x	4.35
NEL ⁴	spring	1 x 2	1.67 ^x	3.57
	summer	1 x 2	0.67 ^x	4.69
	spring x summer	1	3.53	
	spring x summer	2	3.10	

^x The difference between the straight lines is insignificant ($P > 0.05$); straight lines are parallel (t -column), and congruent (F -column)

For Tabs. II and III: ¹crude protein degradability, ²organic matter degradability, ³protein digestible in the intestine, ⁴net energy of lactation

III. The dependences of nutritive traits on the Mean Stage by Weight number (Kalu, Fick, 1983) in spring and summer cuts

Trait	Cut	Regression coefficients		R^2 (%)	n
		intercept	slope		
CP deg ¹	spring	90.7	-2.45	84 ^x	31
	summer	87.5	-1.50	54 ^x	20
OM deg ²	spring	86.8	-5.51	95 ^x	31
	summer	81.0	-4.26	88 ^x	20
PDI ³	spring	100.2	-4.38	73 ^x	31
	summer	99.5	-4.01	74 ^x	20
NEL ⁴	spring	8.6	-0.62	95 ^x	31
	summer	7.5	-0.44	86 ^x	20

^x $P < 0.01$

Based on the estimation of the coefficient of determination, the vegetative stage (MSW) accounted for approximately the same per cent of changes in PDI in the spring cut ($R^2 = 73\%$, $P < 0.01$) and in the summer cut ($R^2 = 74\%$, $P < 0.01$). However, all the other traits were determined by the MSW number more conspicuously in the spring cut than in the summer cut. This is most evident in the case of CP degradability: R^2 was 84% and 54%, respectively (Tab. III).

In addition, the influence of climatological parameters on the tested nutritive traits has been determined in our experiment. The average daily temperature accounted for 35–47% of the changes in the tested nutritive traits. The sunshine accounted for 18–22 %, and the precipitation only for 3–7 % of the changes.

DISCUSSION

The differences in the rate of PDI changes between the spring and the summer cut were not found in any year. This is also the case of CP degradability and OM degradability in the second year. This fact does not correspond to the general trend of the faster maturation of the summer cut compared with the spring one. According to Griffin et al. (1994) lucerne forage nutritive quality (based among other things on degradability measurements) declined less with increasing MSW in summer than in spring cuttings.

But the increase of the MSW value (calculated over both years) both in the spring cut and in the summer cut (0.081 per day, $R^2 = 93\%$, and 0.127 per day, $R^2 = 94\%$, resp.) is in agreement with the data of Sanderson and Wedin (1988): the linear term of the dependence of MSW on the day of vegetation was 0.08 for the spring cut and 0.17 for the summer cut. According to these authors, the difference between spring and summer cut is caused by a higher temperature in the course of the summer cut. In our experiments the temperature had the greatest influence on the nutritive traits from all tested climatological parameters.

Amrane and Michalet-Doreau (1993) report the decrease of CP degradability 0.3% per day between the „vegetative stage“ (79%) and the end of budding (70%) in the first cut of lucerne. In our experiment it was 0.2% per day using corresponding values based on MSW. According to Balde et al. (1993), CP degradability decreased from 85% (early bud) to 80% (full bloom), dry matter (DM) degradability decreased from 73% to 62%. The corresponding values in the present paper (MSW number 3–6) were 83% to 76% (CP degradability) and 70% to 54% (OM degradability), respectively. The differences between the results are caused (among other things) by different definitions of the maturity stage. This underlines the importance of the MSW system for the mutual comparison.

Bosch et al. (1992) evaluated the changes of the particular degradation constants in four consecutive vegetative phases of the grasses. The soluble fraction (a) decreased, undegradable fraction ($100 - (a + b)$) increased and the degradation rate (c) of the insoluble degradable fraction (b) decreased. We found statistically significant decrease of the a -fraction only in OM degradability in the spring cut ($R^2 = 64\%$, $P < 0.01$). The rate constant c decreased significantly ($P < 0.01$) only in the spring cut in CP degradability ($R^2 = 51\%$) or in OM degradability ($R^2 = 42\%$). Only the decrease

of the b -fraction was significant ($P < 0.05$) in all cases. According to Balde et al. (1993), most of the depression in the CP or OM degradability of lucerne was caused by the increase in the indigestible fraction; rate of digestion was not affected.

Balde et al. (1993) also emphasize the knowledge of OM fermentability when evaluating CP degradability. It has been confirmed in our experiment. When calculating PDI, energy (not protein) has been limiting in all cases. The PDIA was nearly constant in the course of MSW, so the PDIME determined the nutritive value changes. The coefficient of determination of the relationship between the OM disappearances after 24 hours of incubation (from these values PDIME was calculated) and PDI was relatively high: $R^2 = 81\%$ ($P < 0.01$).

CONCLUSIONS

Both the highly empirical *in situ* method and the MSW system have their shortcomings. The poorer fit of MSW number and CP degradability in the summer cut (Tab. III) is likely due to the higher variability of the dependent variable. The regression coefficient (slope) is also reduced because this calculation merely minimizes the least square fit. This makes it more difficult to determine the differences between cuts (see Tab. II). As far as the MSW system is concerned, Griffin et al. (1994) reported its limited suitability within cultivars. Despite these facts the present study confirmed the usefulness of the MSW system with testing the nutritive value based on degradability measurements.

Acknowledgement

The authors wish to thank the Grant Agency of the Czech Republic for the financial support (project No. 505/93/0520).

REFERENCES

- AMRANE, R. – MICHALET-DOREAU, B.: Effect of maturity stage of Italian ryegrass and lucerne on ruminal nitrogen degradability. *Ann. Zootech.*, 42, 1993: 31–37.
- BALDE, A. T. – VANDERSALL, J. H. – ERDMAN, R. A. – REEVES, J. B. – GLENN, B. P.: Effect of stage of maturity of alfalfa and orchard grass on *in situ* dry matter and crude protein degradability and amino acid composition. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 44, 1993: 29–43.
- BOSCH, M. W. – LAMMERS-WIENHOVEN, S. C. W. – BANGMA, G. A. – BOER, H. – VANADRICHEM, P. W. M.: Influence of stage of maturity of grass silages on digestion processes in dairy cows. 2. Rumen contents, passage rates, distribution of rumen and faecal particles and mastication activity. *Livestock Prod. Sci.*, 32, 1992: 265–281.

- DENHAM, S. C. – MORANTES, Q. A. – BATES, D. B. – MOORE, J. E.: Comparison of two models used to estimate *in situ* nitrogen disappearance. *J. Dairy Sci.*, 72, 1989: 708–714.
- FRYDRYCH, Z.: Intestinal digestibility of rumen undegraded protein of various feeds as estimated by the mobile bag technique. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 37, 1992: 161–172.
- GIVENS, D. I. – MOSS, A. R. – ADAMSON, A. H.: Influence of growth stage and season on the energy value of fresh herbage. 1. Changes in metabolizable energy content. *Grass Forage Sci.*, 48, 1993: 166–174.
- GRIFFIN, T. S. – KASSIDA, K. A. – HESTERMAN, O. B. – RUST, S. R.: Alfalfa maturity and cultivar effects on chemical and *in situ* estimates of protein degradability. *Crop Sci.*, 34, 1994: 1654–1661.
- KALU, B. A. – FICK, G. W.: Morphological stage of development as a predictor of alfalfa herbage quality. *Crop Sci.*, 23, 1983: 1167–1171.
- MATHERS, J. C. – AITCHISON, E. L.: Direct estimation of the extent of contamination of food residues by microbial matter after incubation within synthetic fibre bags in the rumen. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 96, 1981: 691–693.
- ORSKOV, E. R. – McDONALD, I.: The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 92, 1980: 499–503.
- ROD, J. – VONDRÁČEK, J.: *Polní pokusnictví*. Praha, 1973. 230 p.
- SANDERSON, M. A. – WEDIN, F. W.: Cell-wall composition of alfalfa stems at similar morphological stages and chronological age during spring growth and summer re-growth. *Crop Sci.*, 28, 1988: 342–347.
- VENCL, B.: Návrh systémů energetického hodnocení krmiv pro přežvýkavce. In: JOURNET, M. (ed.): *Proc. Symp. Nové systémy hodnocení energie a dusíkatých látek krmiv pro přežvýkavce*, Praha, 1990: 26–38.
- VERITÉ, R. – PEYRAUD, J. L.: Nutrition Azotée. In: JARRIGE, R. (ed.): *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*. Paris, 1988: 75–93.

Received for publication on September 25, 1996

Contact Address:

MVDr. Tomáš Komprdá, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 32 61, fax: 05/45 21 20 44

**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 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).

INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ

METANOGENÉZA V BACHORE PREŽÚVAVCOV

METHANOGENESIS IN THE RUMEN OF RUMINANTS

P. Šmigáň, P. Polák, A. Majerník, M. Greksák

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

ABSTRACT: Examination of methanogens, which are present in the rumen of ruminants, has provided crucial discoveries in microbiology and biochemistry of this group of microorganisms as well as basic information on interactions of methanogens with other microorganisms of the complex ruminal ecosystem. This review article is focused on microbial interactions in the rumen of ruminants in relation to methanogenesis, on problems related to the use of ionophores, antibiotics and other rumen methanogenesis reducing substances. We tried to formulate a hypothesis as part of this review about the possible control of methanogenesis in the rumen of ruminants through rumen pH modulation and sodium ion concentrations. The use of methods of molecular biology for manipulation with rumen methanogens is contemplated in the terminal part of this article. A huge potential discovered by studies of nonrumen methanogens opens a scope for application of this information to methanogenesis processes in the gastrointestinal tract of ruminants.

rumen; methanogens in rumen of ruminants; microbial interactions of methanogens; modulation of CH₄ production

ABSTRAKT: Štúdium metanogénov, ktoré sa vyskytujú v bachore prežúvavcov, prinieslo zásadné objavy dotýkajúce sa mikrobiológie a biochémie tejto skupiny mikroorganizmov, ale aj principiálne zistenia súvisiace s interakciou metanogénov s ostatnými mikroorganizmami komplexného bachorového ekosystému. Článok je zameraný na mikrobiálne interakcie v bachore prežúvavcov vo vzťahu k metanogenéze, na problémy súvisiace s využitím ionofórov, antibiotík a iných látok redukujúcich bachorovú metanogenézu. V rámci tohto prehľadu sme sa pokúsili o formuláciu hypotézy o možnosti kontroly metanogenézy v bachore prežúvavcov prostredníctvom modulácie bachorového pH a koncentrácie sodných iónov. V záverečnej časti uvažujeme o možnosti využitia metód molekulej biológie pri manipulácii s bachorovými metanogénmi. Obrovský potenciál, ktorý vznikol pri štúdiu nebachorových metanogénov, otvára priestor pre využitie týchto poznatkov aj v oblasti metanogenézy v gastrointestinálnom trakte prežúvavcov.

bachor; metanogény v bachore prežúvavcov; mikrobiálne interakcie metanogénov; modulácia tvorby CH₄

Pohľad mikrobiológa na prežúvavce je kompletne odlišný od pohľadu fyziológa, prípadne zootechnika. Mikrobiológ vidí prežúvavca ako živý, samostatne sa reproduktujúci a stráviteľný fermentor, ktorý je schopný produkovať mäso a mlieko, využívajúc pomerne nenáročný zdroj energie a uhlika – rastlinnú potravu. Na transformáciu rastlinnej potravy na mäso a mlieko využíva prežúvavec premenlivú populáciu anaeróbných mikroorganizmov vo svojich predžalúdkoch, ale najmä v bachore. Táto mikroflóra sa zúčastňuje na premene komplexných polysacharidov z rastlinnej potravy na prchavé mastné kyseliny (VFA) – kyselinu mravčiu, kyselinu octovú, kyselinu propiónovú a kyselinu maslovú, ktoré tvoria hlavný zdroj energie prežúvavcov a sú následne absorbované makroorganizmom cez bachorovú stenu. Z bakteriologického hľadiska je bachor prežúvavcov extrémne komplexný ekosystém, koloni-

zovaný populáciou rôznych druhov anaeróbov. Za veľkosť a zloženie tejto anaeróbnej populácie zodpovedajú mnohé selektívne faktory, ako napríklad stupeň anaerobiózy, oxidoredukčný potenciál, teplota a mnohé iné, doposiaľ ešte stále nespoznané vplyvy. Mimoriadne dôležitým faktorom je z tohto hľadiska zloženie primárnych energetických substrátov, ktorých kvalita bezprostredne súvisí s chemickým zložením potravy. Výskum bachorových mikroorganizmov významne prispel k nášmu porozumeniu tohto, z hľadiska výživy nepochybne mimoriadne dôležitého mikrobiálneho ekosystému a následne výrazne ovplyvnil a aj ovplyvňuje tvorbu optimálneho zloženia kŕmnych dávok pre prežúvavce. Z hľadiska produkčnej efektívnosti sa u prežúvavcov neustále uvažuje, a robia sa v tom aj početné experimenty, o podmienkach, ktoré by viedli k redukcii strát vo forme metánu, vznikajúceho pôsobením me-

dve zlúčeniny tvoria základné substráty pre tvorbu metánu prostredníctvom metanogénov, na rozdiel od iných anaeróbných prostredí, kde hlavným prekursorom pre tvorbu metánu je octan (Y a n a g i t a, 1990).

Bachorové metanogény

Bachor bylinožravých živočíchov predstavuje podľa Hungateho reálny mikrokozmos, ktorý pozostáva z baktérií, prvokov a húb. V 1 ml bachorovej tekutiny sa nachádza okolo 10^{11} baktérií, 10^5 prvokov a 10^3 rôznych húb (Hungate, 1975). Len malú frakciu z bachorových baktérií tvoria metanogény, ktoré sú schopné využívať pre svoj rast oxid uhličitý a molekulový vodík, tvorený nemetanogénnymi mikroorganizmami. Aj keď v bachore prežívavcov bolo identifikovaných viac druhov metanogénov, hlavnými predstaviteľmi tejto skupiny sú *Methanobrevibacter ruminantium* a *Methanobrevibacter smithii*, ktoré pôvodne boli zaradené pod spoločný názov ako *Methanobacterium ruminantium* (B a l c h et al., 1979). Obidva tieto druhy sú si svojimi morfológickými a fyziologickými vlastnosťami veľmi podobné. Ich bunky tvoria krátke oválne koky, 0,5–1 μm široké a 1–1,5 μm dlhé. Bunky sa často vyskytujú v pároch a v dlhých reťazcoch, pripomínajúc tak streptokoky. Bunky nie sú motilné a sú silno Gramm-pozitívne. Ich kolónie na pevných pôdach majú žltkasté sfarbenie. Ako hlavný energetický substrát využívajú buď molekulový vodík, alebo mravčan. Využívanie mravčanu môže byť však dosť pomalé. Mravčan môže substituovať oxid uhličitý ako zdroj uhlíka pre tvorbu metánu. Ukázalo sa, že mravčan sa najskôr prostredníctvom formát hydrogénylázového systému premieňa na vodík a oxid uhličitý. Amónne ióny slúžia u týchto mikroorganizmov ako hlavný zdroj bunkového dusíka a sírniky sú pravdepodobne hlavným zdrojom bunkovej síry. Základné rozdiely medzi nimi sú hlavne fyziologické a nutričné. Bunky *M. smithii* môžu byť v laboratórnych podmienkach kultivované v jednoduchých, chemicky definovaných médiách, zatiaľ čo pre rast buniek *M. ruminantium* je esenciálna prítomnosť α -metylbutyrátu, aminokyselín, octanu a koenzýmu M. Izotopové štúdium ukázalo, že bunky *M. ruminantium* kmeň M1 preferenčne syntetizuje počas rastu v komplexnom médiu okolo 60 % svojho bunkového uhlíka z octanu v prítomnosti oxidu uhličitého a vodíka. *M. smithii* rastie optimálne pri pH 6,9–7,4, zatiaľ čo pre rast *M. ruminantium* je pH optimom 6,3–6,8. Obidva druhy nerastú pri pH média vyššom ako 8 a nižšom ako 6 (B a l c h et al., 1976; B r y a n t et al., 1971). Aj keď práve tieto metanogény sú z hľadiska fyziológie bachora mimoriadne zaujímavé, poznatky o ich biochemických a bioenergetických vlastnostiach sú doposiaľ veľmi kusé. Táto skutočnosť vyplýva hlavne z toho, že bachorové metanogény patria medzi metanogény s najväčšou citlivosťou voči kyslíku. To predstavuje zrejme aj pre dobre vybavené laboratória, zaoberajúce sa štúdiom metanogénov, určité technické problémy, a preto

sa skôr uprednostňuje štúdium iných metanogénov, ktorých citlivosť ku kyslíku nie je taká vysoká.

Bachorové metanogény, aj keď doposiaľ s pomerne málo preštudovanou biochémiou, zohrali vo výskume metanogénov mimoriadne dôležitú úlohu. B r y a n t et al. (1971) demonštrovali, že *M. ruminantium* nerastie v komplexnom médiu, pokiaľ toto médium neobsahuje bachorovú tekutinu. Neskôr sa ukázalo, že látka, ktorá je pre rast týchto metanogénov absolútne esenciálna, je koenzým M (2-merkaptotetánsulfónová kyselina) (T a y l o r et al., 1974). Až v priebehu ďalšieho štúdia metanogénov sa preukázalo, že tento koenzým má esenciálnu funkciu v koncovom kroku metanogenézy pri redukčnej demetylácii metylovaného derivátu tejto zlúčeniny. Najdôležitejší však je fakt, že tento krok bez výnimky prebieha u všetkých doposiaľ známych metanogénov (K e l t j e n s, 1984). U buniek *M. ruminantium*, kde je tento koenzým rastovým faktorom, bolo zistené, že jeho transport je sprostredkovaný špecifickým systémom, ktorý je závislý od metabolickej energie (B a l c h, W o l f e, 1978). Čo sa týka požiadavky na minerálne zlúčeniny u týchto metanogénov, bolo zistené, že prídavky nikelnatých zlúčenín zvyšujú ich rastové výťažky (D i e k e r t et al., 1981). Podobná závislosť bola tiež preukázaná aj u mnohých iných metanogénov. Až neskôr sa zistilo, že F_{430} , ktorý tvorí prostetickú skupinu metyl-CoM reduktázy, obsahuje vo svojej molekule nikel (R o u v i e r e, W o l f e, 1988). Je prekvapujúce, že bioenergetika bachorových metanogénov je doposiaľ len minimálne preskúmaná; poznatky sú kusé a problém je v podstate otvorený. S a u e r et al. (1979) ukázali, že membrány izolované z bezbunkového extraktu *M. ruminantium* syntetizujú metán z vodíka a oxidu uhličitého bez prídavku rozpustného bunkového supernatantu, čo naznačuje, že u týchto buniek môže existovať alternatívny mechanizmus metanogenézy. Citlivosť týchto mikroorganizmov ku gramicidínu (ionofórový peptid disipujúci Na^+ , K^+ a H^+ gradienty) (J a r r e l l, H a m i l t o n, 1985) naznačuje, že tieto gradienty, podobne ako u iných metanogénov, ale aj prokaryonov, majú esenciálnu funkciu pri metanogenéze a syntéze bunkového ATP. Z tohto hľadiska bude nepochybne zaujímavé preskúmať hlavne ich Na^+ -závislú energetiku, nakoľko sa ukazuje, že viaceré metanogény obsahujú ATP syntetázový systém poháňaný elektrochemickým gradientom sodných iónov (B e c h e r, M ü l l e r, 1994; Š m i g á ň et al., 1994, 1995). Takéto experimenty by mohli priniesť nové pohľady na energetiku bachorových metanogénov, čo by mohlo byť prínosné nielen z teoretického, ale aj z praktického hľadiska, hlavne čo sa týka nutričných požiadavok prežívavcov na sodné ióny.

Symbióza metanogénov s prvokmi

Donedávna existovala predstava, že metanogény v bachore prežívavcov, zúčastňujúce sa redukcie oxidu uhličitého vodíkom na metán, žijú voľne, nenaviazané

na iné štruktúry. V poslednom období sa ale ukazuje, že táto predstava nie je správna. Baktérie môžu byť všeobecne identifikované ako metanogény na základe špecifickej fluorescencie koenzýmov F₃₅₀ a F₄₂₀, ktoré sú charakteristické len pre metanogény. V laboratóriu profesora Vogelsa sa pomocou fluorescenčnej mikroskopie podarilo zistiť, že v bachore prežúvavcov je veľká časť metanogénov naviazaná na bunkový povrch bachorových prvkov, napr. *Eudiplodinium maggii*, *Eremoplastron bovis* a pod. (Vogels et al., 1980). Experimenty s fistulovanými ovcami ukázali, že táto asociácia sa znižuje po prijíme potravy, keď zvieratá predtým hladovali, a tiež potom, keď bachor hladujúcich zvierat bol cez fistulu preplachovaný molekulovým vodíkom. Na druhej strane asociácia metanogénov s prvkami sa zvýšila, keď počas hladovania bol bachor premývaný dusíkom. Na základe týchto zaujímavých zistení sa predpokladalo, že prvky uvoľňujú molekulový vodík (Stumm et al., 1982). Neskôr bol tento predpoklad potvrdený zisteniami, že niektoré prvky vlastnia organely – hydrogenozómy, ktoré sú zodpovedné za tvorbu molekulového vodíka prostredníctvom hydrogenázovej aktivity (Yarlett et al., 1983). Na základe týchto experimentov sa usudzuje, že metanogény okrem toho, že kontrolujú koncentráciu molekulového vodíka generovaného metabolickými aktivitami viacerých bachorových baktérií, kontrolujú aj koncentráciu tohto plynu pochádzajúceho z aktivity hydrogenozómov prvkov. Tieto zistenia poukazujú na esenciálnu funkciu metanogénov v bachore prežúvavcov. Predchádzajúce experimentálne údaje naznačili, že metanogény sú v bachore prežúvavcov zodpovedné za udržiavanie nízkej koncentrácie molekulového vodíka. Jeho parciálny tlak v bachore nepresahuje 10⁻⁵ atmosféry. Udržiavanie nízkej koncentrácie molekulového vodíka v bachore je mimoriadne dôležité. Je totiž známe, že H₂-produkuje mikroorganizmy v bachore využívajú mechanizmus tvorby vodíka na reoxidáciu svojho cytoplazmatického nikotínamidadenindinukleotidu (NAD⁺), koenzýmu niektorých oxidoreduktáz. Tento proces je ale z termodynamického hľadiska možný len vtedy, keď parciálny tlak vodíka je udržiavaný na nízkej hodnote, čo sa dosahuje práve jeho rýchlou konzumáciou metanogénmi, prípadne inými konzumentami. Zároveň takýto systém umožňuje udržiavanie chodu mnohých metabolických procesov bakteriálneho konzorcium, podieľajúceho sa na spracovaní prijatých živín (Prins, 1979). Zrejme toto je dôvod, prečo makroorganizmus prežúvavcov je nútený platiť daň vo forme straty až 10 % prijatej uhľika vo forme metánu. Nepochybne ďalším vzrušujúcim objavom v tejto oblasti bolo zistenie, že niektoré bachorové prvky obsahujú endosymbiotické metanogény. Tak v cytoplazme prvkov (mimo tráviacich vakuol), ktoré žijú v bachore oviec, napr. *Dasytricha ruminantium* a *Entodinium* spp., boli identifikované baktérie. Tieto baktérie vykazovali charakteristickú autofluorescenciu koenzýmu F₄₂₀, čo, ako už bolo spomenuté, je špecifické pre metanogény. Ukazuje sa, že počet endosymbiotických me-

tanogénov je výrazne vyšší ako počet metanogénov asociovaných s povrchom prvkov (Finlay et al., 1994). Táto skutočnosť dobre zodpovedá mechanistickej predstave, že metanogény sa zhromažďujú čo najbližšie k zdroju vodíka, v tomto prípade k hydrogenozómom prvkov, ktoré ho produkujú, čím môže ľahšie dochádzať k medzidruhovému prenosu plynného vodíka. Na druhej strane dodnes nie je úplne jasné, ako ďaleko sú tieto vyššie spomínané procesy esenciálne pre makroorganizmus prežúvavca. Ako jedna z ciest zvýšenia produkcie prežúvavcov bola totiž navrhnutá aj eliminácia prvkov z bachora (Williams, Coleman, 1991). Defaunácia by však zároveň mohla viesť k redukcii metanogenézy. Informácie dotýkajúce sa tohto problému sú zatiaľ veľmi kusé, takže bude treba podstúpiť výrazne viac experimentálnej práce na to, aby sme dostali jednoznačnejšiu odpoveď.

Použitie kŕmnych aditív na redukcii produkcie metánu v bachore prežúvavcov

Ako už bolo povedané, makroorganizmus prežúvavca stráca vo forme metánu pomerne veľké množstvo energie. Táto skutočnosť viedla viacerých pracovníkov k pokusom zaviesť do výživy prežúvavcov inhibítory, ktoré by umožnili priaznivo ovplyvňovať energetické premeny v bachore prežúvavcov. Látky, ktoré sa začali pre tieto účely používať, buď priamo atakovali bachorové metanogény, alebo zvyšovali produkciu propionátu, ktorý predstavuje jeden z hlavných substrátov pre rast. Napriek pochopiteľným námietkam voči využitaniu cudzorodých látok v krmive pre prežúvavce, bolo v tomto smere vykonané veľa experimentálnej práce. Výsledky tejto činnosti však naďalej zostávajú relatívne rozporuplné. Táto rozporuplnosť pramení hlavne z rôznosti metodického prístupu. Výskumníci v tejto oblasti totiž pristupujú k riešeniu uvedeného problému rôzne. Sú známe pokusy na fistulovaných zvieratách, čo z hľadiska pochopenia tohto problému je nepochybne najplodnejší, ale asi aj najdrahší prístup. Sú známe aj prístupy, kde sa bachorové mikroorganizmy študujú v jednodávkových, prípadne semikontinuálnych zariadeniach. Avšak takto získané výsledky sú len málo relevantné. Vývoj rôznych kontinuálnych fermentačných systémov pre štúdium bachorových mikroorganizmov môže relatívne verne odrážať skutočnosť, a preto aj využitie takýchto zariadení s možnosťou striktny kontroly fermentačných procesov môže v budúcnosti výrazne obohatiť naše pomerne kusé poznatky v tomto smere. Používanie inhibitorov metanogenézy, založené na využití chlórovaných analógov metánu, ale aj iných skupín látok nebolo v tomto smere veľmi sľubné. Ich využívanie mnohokrát viedlo okrem inhibície metanogenézy aj k zníženiu apetitu prežúvavcov. Ako hlavný problém sa však ukázala postupná adaptácia bachorovej mikroflóry k použitým inhibitorom (Davies et al., 1982; Prins, 1978). K inému typu kŕmnych aditív, ktorý pozitívne ovplyvňuje tvorbu propionátu a zdanlivo nevykazuje efekt na bachorový metanogén-

zu, patrí cyklické ionofórové antibiotikum monenzín. Táto látka bola zavedená do praxe ako promótor rastu prežúvavcov (Stanier, Davies, 1981). Z ostatných antibiotík, ktoré sa pre tieto účely využívajú, treba spomenúť narasin, salinomycin, lysocellin, lasalocid, tetronasin a avoparcin (Wallace, 1992). Všetky tieto látky vykazujú selektívnu toxicitu obzvlášť voči G^+ baktériám. U monenzínu a niektorých iných látok je však obzvlášť dôležitá ich schopnosť zvyšovať tvorbu propionátu. Tento problém nebudeme ďalej rozoberať, nakoľko už bol mnohonásobne popísaný inde. Pokúsime sa však o analýzu tohto problému z hľadiska metanogénov. Monenzín ako umelý Na^+/H^+ antiporter už v pomerne malých množstvách (30 nmol/mg suchej hmotnosti) kompletne inhiboval tvorbu metánu v bunkových suspenziách *M. thermoautotrophicum* a *M. arboriphilus* (Perski et al., 1982). Jeho inhibičný efekt na metanogénu bol pozorovaný aj u iných metanogénov. Je zaujímavé, že tento efekt bol preukázaný hlavne pri nízkom pH = 6,0 a nízkej koncentrácii Na^+ iónov. Naopak, pri vyššej koncentrácii sodných iónov (100 mM) a pri pH 7,5 tento efekt pozorovaný nebol. Zaujímavé je tiež zistenie, že monenzín pri nízkej koncentrácii sodných iónov stimuloval metanogénu v prípade, že externá koncentrácia K^+ iónov bola vysoká (Perski et al., 1982). Tieto experimentálne údaje nie sú doposiaľ uspokojivo vysvetlené. Nie je však vylúčené, že súvisia s existenciou Na^+ -závislej energetiky, ktorá bola u metanogénov popísaná len nedávno (Becher, Müller, 1984; Šmigáň et al., 1994, 1995). Z tohto hľadiska je potrebné spomenúť, že Na^+ -translokujúca ATP syntáza u *M. thermoautotrophicum* kmeň ΔH je pravdepodobne indukčným enzýmom, a to v závislosti od koncentrácie sodných iónov (Šmigáň et al., 1988). Táto skutočnosť by mohla byť perspektívne zaujímavá aj z hľadiska metanogénov, ktoré sa vyskytujú v bachoroch prežúvavcov a ktorých bioenergetika je v podstate neznáma. Vychádzajúc ale z toho, že bachorové metanogény patria medzi *Methanobacteriaceae*, podobne ako *M. thermoautotrophicum*, u ktorého sodíková energetika bola popísaná, hypoteticky je možné medzi nimi určiť paralely predpokladať. Nie je potom vylúčené, že aj bachorové metanogény môžu závisieť od sodíkovej bioenergetiky. V takomto prípade je možné sa domnievať, že ich energetika by mohla byť modulovateľná koncentráciou sodných iónov a externým pH. Tieto zistenia by v budúcnosti mohli prispieť k vypracovaniu cieľenej stratégie modulácie metanogény v bachore prežúvavcov. Momentálne však robiť nejaké závery v tomto smere je veľmi predčasné. Kľúčovými aditívami, ktoré ďalej nepochybne treba spomenúť, sú tiež fermentačné extrakty *Saccharomyces cerevisiae* a *Aspergillus oryzae*, ktoré sa využívajú ako rastové promótory u prežúvavcov (Williams, Newbold, 1990). Ich účinok doposiaľ nie je dokonale objasnený, ale ukázalo sa, že počet bachorových mikroorganizmov sa v ich prítomnosti významne zvyšuje. Čo sa týka účinku týchto látok na bachorové metanogény, doposiaľ nie je o tom nič známe. Vieme len to, že rast

niektorých metanogénov *in vitro* sa v prítomnosti kvasničného extraktu výrazne zvyšuje.

Možnosti vnášania nových alebo rekombinantných metanogénov do bachora prežúvavcov

Nové metódy molekulovej biológie a genetiky, využívané na cieľené pozmeňovanie vlastností mikroorganizmov, sa dnes s výhodou využívajú v mnohých odvetviach biotechnológie. Je len pochopiteľné, že aj mikrobiológovia zaoberajúci sa štúdiom bachorových mikroorganizmov, sa veľmi rýchlo po objavení sa možnosti cieľene manipulovať s mikroorganizmami začali pokúšať o využitie týchto techník na vylepšenie bachorového mikrobiálneho konzorcia, s perspektívou zvýšiť účinnosť premeny prijatej potravy. Možnosti v tomto smere sú nepochybne veľké. Treba však podotknúť, že tu momentálne existuje príliš veľa obmedzujúcich faktorov, hlavne čo sa týka stability manipulovaných mikroorganizmov vnesených do mikrokozmu bachorového konzorcia (Wallace, 1992). Z hľadiska prácnosti prípravy vhodných mikroorganizmov s cieľene pozmenenými vlastnosťami je ťažké si predstaviť, že by sa v krátkej dobe podarilo tento komplexný problém prekonať. Čo sa týka možnosti využitia rekombinantných techník a odvodených manipulácií s bachorovými metanogénmi, je tento problém momentálne absolútne otvorený. Aj klasická genetika spojená s prípravou mutantov, ktoré by mohli byť perspektívne vhodné pre účely vnesenia do bachorového konzorcia, je z hľadiska mikrobiológie a genetiky metanogénov doposiaľ nedotknutá. Z uvedených poznatkov je zrejme, že aj keď boli v štúdiu bachorovej metanogény dosiahnuté závažné zistenia, zostávame stále na počiatku porozumenia biochémie, bioenergetiky a genetiky bachorových metanogénov, ako aj zložitosti vzťahov medzi metanogénmi a ostatnými členmi bachorového mikrobiálneho konzorcia. Jedno sa zdá byť jasné, že metanogény prítomné v tomto konzorciu, okrem svojej pozitívnej funkcie vo fyziológii trávenia makroorganizmu, zároveň tým, že tvoria v globálnom merítku obrovské kvantá metánu (až 20 % celkového metánu uvoľneného do atmosféry v dôsledku biogénnej a nebiogénnej aktivity, čo predstavuje 80 až 100 Tg/rok), výrazne prispievajú k prehľbovaniu problému skleníkového efektu a iným negatívnym chemickým zmenám v atmosfére Zeme (Ferry, 1993). Riešenie tohto rozporu nie je a nebude jednoduché, a to aj napriek tomu, že bachorové metanogény sú už relatívne dobre definované a že pre ich ďalšie štúdium máme k dispozícii nástroje molekulovej biológie a máme aj predstavu o perspektívnom smerovaní vedeckej činnosti v poznávaní funkčnej účasti metanogénov v tomto zložitom konzorciu.

LITERATÚRA

BALCH, W. E. – WOLFE, R. S.: New approach to the cultivation of methanogenic bacteria: 2-mercaptoethanesulfonic

- acid (HSCoM)-dependent growth of *Methanobacterium ruminantium* in a pressurized atmosphere. *Appl. Environ. Microbiol.*, **32**, 1976: 781-791.
- BALCH, W. E. - WOLFE, R. S.: Transport of coenzyme M (2-mercaptoethanesulfonic acid) in *Methanobacterium ruminantium*. *J. Bacteriol.*, **137**, 1978: 264-273.
- BALCH, W. E. - FOX, G. E. - MAGRUM, L. J. - WOESE, C. R. - WOLFE, R. S.: Methanogens: Reevaluation of a unique biological group. *Microbiol. Rev.*, **43**, 1979: 260-296.
- BECHER, B. - MÜLLER, V.: $\Delta\mu_{\text{Na}^+}$ drives the synthesis of ATP via an $\Delta\mu_{\text{Na}^+}$ -translocating F_1F_0 -ATP synthase in membrane vesicles of the archaeon *Methanosarcina mazei* Gö1. *J. Bacteriol.*, **176**, 1994: 2543-2550.
- BRYANT, M. P. - TZENG, S. F. - ROBINSON, I. M. - JOYNER, A. E.: Nutrient requirements of methanogenic bacteria. *Adv. Chem. Ser.*, **105**, 1971: 23-40.
- CRUTZEN, P. J.: Methane's sink and sources. *Nature*, **350**, 1991: 37.
- DAVIES, A. - NWAONU, H. N. - STANIER, G. - BOYLE, F. T.: Properties of a novel inhibitors of rumen methanogenesis *in vitro* and *in vivo* experiments including growth trials on 2,4-bis(trichloromethyl)-benzo(1,3)dioxin-6-carboxylic acid. *Brit. J. Nutr.*, **47**, 1982: 565-576.
- DIEKERT, G. - KONHEISER, U. - PIECHULLA, K. - THAUER, R. K.: Nickel requirement and F_{430} content of methanogenic bacteria. *J. Bacteriol.*, **143**, 1981: 459-464.
- FERRY, J. G.: Methanogenesis, ecology, physiology, biochemistry and genetics. Chapman & Hall 1993.
- FINLAY, B. J. - ESTEBAN, G. - CLARKE, K. J. - WILLIAMS, A. G. - EMBLEY, T. M. - HIRT, R. P.: Some rumen ciliates have endosymbiotic methanogens. *FEMS Microbiol. Lett.*, **117**, 1994: 157-162.
- HUNGATE, R. E.: The rumen microbial ecosystem. *Ann. Rev. Ecol. System.*, **6**, 1975: 39-66.
- JARRELL, K. F. - HAMILTON, E. A.: Effect of gramicidin on methanogenesis by various methanogenic bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, **50**, 1985: 179-182.
- KELTJENS, J. T.: Coenzymes of methanogenesis from hydrogen and carbon dioxide. *Antonie van Leeuwenhoek*, **50**, 1984: 383-396.
- PERSKI, H. J. - SCHÖNHEIT, P. - THAUER, R. K.: Sodium dependence of methane formation in methanogenic bacteria. *FEBS Lett.*, **143**, 1982: 323-326.
- PRINS, R. A.: Nutritional impact of intestinal drug - microbe interactions. In: HATCHCOCK, J. N. - COON J. (eds.): *Nutrition and Drug Interrelations*. N.Y., San Francisco, London, Acad. Press 1978: 189-251.
- PRINS, R. A.: Methanogenesis in the gastrointestinal tract of ruminants and man. *Antonie van Leeuwenhoek*, **45**, 1979: 339-345.
- ROUVIERE, W. L. - WOLFE, R. S.: Novel biochemistry of methanogenesis. *J. Biol. Chem.*, **263**, 1988: 7913-7916.
- SAUER, F. D. - ERFLE, J. D. - MAHADEVAN, S.: Methane production by the membrane fraction of *Methanobacterium ruminantium*. *Biochem. J.*, **178**, 1979: 165-172.
- STANIER, G. - DAVIES, A.: Effects of the antibiotic monensin and an inhibition of methanogenesis on *in vitro* continuous rumen fermentations. *Brit. J. Nutr.*, **45**, 1981: 567-578.
- STUMM, C. K. - GIJZEN, H. J. - VOGELS, G. D.: Association of methanogenic bacteria with ovine rumen ciliates. *Brit. J. Nutr.*, **47**, 1982: 95-99.
- ŠMIGÁŇ, P. - HOROVSKÁ, L. - GREKSÁK, M.: Na^+ -driven ATP synthesis in *Methanobacterium thermoautotrophicum* can be modulated with sodium ion concentration in the growth medium. *FEBS Lett.*, **242**, 1988: 85-88.
- ŠMIGÁŇ, P. - MAJERNÍK, A. - GREKSÁK, M.: Na^+ -driven ATP synthesis in *Methanobacterium thermoautotrophicum* and its differentiation from H^+ -driven ATP synthesis by rhodamine 6G. *FEBS Lett.*, **349**, 1994: 424-428.
- ŠMIGÁŇ, P. - MAJERNÍK, A. - POLÁK, P. - HAPALA, I. - GREKSÁK, M.: The presence of H^+ and Na^+ -translocating ATPases in *Methanobacterium thermoautotrophicum* and their possible function under alkaline conditions. *FEBS Lett.*, **371**, 1995: 119-122.
- TAYLOR, C. D. - MCBRIDE, B. C. - WOLFE, R. S. - BRYANT, M. P.: Coenzyme M, essential for growth of a rumen strain of *Methanobacterium ruminantium*. *J. Bacteriol.*, **120**, 1974: 974-975.
- VOGELS, G. D. - HOPPE, W. F. - STUMM, C. K.: Association of methanogenic bacteria with rumen ciliates. *Appl. Environ. Microbiol.*, **40**, 1980: 608-612.
- WALLACE, R. J.: Rumen microbiology, biotechnology and ruminant nutrition: The application of research findings to a complex microbial ecosystem. *FEMS Microbiol. Lett.*, **100**, 1992: 529-534.
- WILLIAMS, A. G. - COLEMAN, G. S.: *The Rumen Protozoa*. Springer Verlag 1991.
- WILLIAMS, P. E. V. - NEWBOLD, C. J.: In: HARESIGN, W. - COLE, D. Y. A. (eds.): *Recent Advances in Animal Nutrition 1990*. London, Butterworths 1990.
- YANAGITA, T.: *Natural microbial communities: Ecological and physiological features*. Japan Scientific Societies Press, Springer Verlag 1990.
- YARLETT, N. - HANN, A. C. - LLOYD, D. - WILLIAMS, A. G.: Hydrogenosomes in a mixed isolate of *Isotricha proctorna* and *Isotricha intestinalis* from ovine rumen contents. *Comp. Biochem. Physiol.*, **74b**, 1983: 357-364.

Došlo 2. 8. 1996

Kontaktná adresa:

Doc. RNDr. Peter Šmigáň, CSc., Ústav biochémie a genetiky živočíchov SAV, 900 28 Ivanka pri Dunaji, Slovenská republika, tel.: 07/594 30 32, fax: 07/594 39 32, e-mail: smigan@ubgz.savba.sk

70 let prof. Ing. Josefa Máchy, DrSc.

V únoru 1997 se dožil v plném zdraví 70 let prof. Ing. Josef Mácha, DrSc., emeritní profesor MZLU v Brně. Narodil se 4. února 1927 v obci Hořejšice v Pošumaví. Po absolvování měšťanské a rolnické školy začal jako kontrolní asistent pracovat v tehdejší Svazu chovatelů.



V roce 1950 začal studovat Vysokou školu zemědělskou a po jejím ukončení absolvoval v Ústavu chovu skotu na VŠZ v Brně vědeckou aspiranturu.

Významným obdobím v jeho odborné činnosti bylo působení ve funkci ředitele Státní plemenářské správy. Zde se plně projevily jeho organizační schopnosti. Mimo jiné stál u zrodu Evropské společnosti pro chov strakatého skotu.

Po pěti letech se vrátil na VŠZ s cílem vybudovat Ústav genetiky živočichů a zajistit výuku předmětu „genetika“ na zootechnickém oboru. S kolektivem nadšených spolupracovníků a studentů si nově vznikající pracoviště postupně získávalo uznání po stránce odborné i pedagogické. Organizační schopnosti v řízení vědecko-výzkumné práce uplatňoval na škole ve funkci proděkana.

V roce 1969 absolvoval půlroční pobyt na Královské zemědělské univerzitě v Kodani, kde získal řadu dalších poznatků pro rozvíjení genetiky. Po návratu, i přes různé problémy tehdejšího období, využil své zkušenosti při postgraduální výuce pracovníků plemenářské služby a ve výzkumu.

Ve vědecko-výzkumné oblasti prof. Mácha komplexně zpracoval problematiku genetiky bílkovin mléka, které se staly selekčním znakem, významně přispěl k využívání biochemické genetiky v plemenářské praxi, zavedl u nás studium genetiky chování hospodářských zvířat a věnoval se celé řadě genetických a plemenářských problémů, které jsou soustředěny ve více než 200 vědeckých a odborných sděleních.

Začátkem roku 1990 byl pověřen vedením katedry obecné zootechniky a genetiky na VŠZ v Brně a pustil se s novým elánem do práce. Obhájil doktorskou disertační práci na téma „Genetický polymorfismus bílkovin mléka a možnosti jeho využití“ a následně byl jmenován profesorem.

Život však utíká, a tak ve svých šedesáti pěti letech ukončil činnost na škole. Nepřestal však dále pracovat. Ve spolupráci s FAO vypracoval program na uchování původních plemen hospodářských zvířat v České republice, spolupracuje s MZe a s plemenářskými organizacemi a věnuje se také uchování genové rezervy – kladrubského koně. Působí v komisích pro obhajoby doktorských prací, v habilitačních komisích i při jmenování profesorů genetiky na naší i jiných univerzitách. Je členem redakční rady časopisu Živočišná výroba i dalších redakčních rad. Nezapomíná ale ani na plemenářskou činnost. Např. v roce 1996 byla pod jeho vedením zpracována publikace „Vývoj plemenářské práce v Čechách a na Moravě“. Značný zájem projevuje o odborný růst mladších kolegů, kterým ochotně radí a pomáhá, stejně tak jako mladým plemenářům a chovatelům.

Za všechny bývalé studenty, aspiranty a spolupracovníky blahopřejeme panu prof. Máchovi k významnému životnímu jubileu a do dalších let mu přejeme pevné zdraví a životní optimismus.

*Za kolektiv Ústavu genetiky MZLU v Brně
prof. Ing. Josef Dvořák, CSc.*

K životnímu jubileu prof. Dr. Ing. Ivo Koláře, CSc.

Dne 22. února 1997 se dožil v plném zdraví svých 70. narozenin prof. Dr. Ing. Ivo Kolář, CSc., dlouholetý vedoucí vědecký pracovník Výzkumného ústavu pro chov skotu v Rapotíně, uznávaný odborník v oblasti výživy zvířat.



Je absolventem Vysoké školy zemědělské v Brně, kde pod vedením prof. Dr. Ing. Stanislava Koudely, DrSc., jako asistent katedry biotechnologie výroby živočišné se připravoval k rigorózní zkoušce. Titul doktora technických věd mu byl udělen v roce 1953. Jeho disertace byla významným přínosem k poznání původu a zejména růstových vlastností přeštického praseta a jeho hybridů s prasetem plemene bílé ušlechtilé. V roce 1955 byl přijat na studium expertní aspirantury a její podmínky splnil v roce 1959, kdy však z politických důvodů musel odejít z vysoké školy. Obhajoba druhé disertace mu byla umožněna v roce 1962, kdy již pracoval v České akademii zemědělské – Výzkumném ústavu pro chov skotu v Rapotíně. V roce 1968 byl pověřen vedením oddělení výživy skotu, které vedl až do roku 1988, kdy byl penzionován. V roce 1990 byl jmenován profesorem pro obor výživy hospodářských zvířat a výroby krmiv, a to na návrh VŠZ, dnešní Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně.

Vzhledem k jeho trvalé aktivitě byl v témže roce opět přijat do ústavu jako náměstek ředitele pro vědu a výzkum a tuto funkci, ke spokojenosti nás všech, vykonával až do konce roku 1994, kdy jubilant sám požádal o odchod do důchodu. Pan profesor nadále zůstává v ústavu a jako externí pracovník se podílí na řešení úkolu zaměřeného na hospodaření v marginálních oblastech.

Po celé období své aktivní činnosti pracoval v Československé akademii zemědělských věd v různých odborných funkcích. V roce 1990 byl zvolen do prezidia

obnovené ČSAZV a následně ČAZV. Byl pověřen funkcí předsedy odboru živočišné výroby. Do roku 1996 byl členem POK Grantové agentury ČR. V současnosti vykonává ještě funkci člena redakční rady vědeckého časopisu Živočišná výroba. Byl postupně oceněn třemi prestižními cenami ČSAZV a v roce 1969 se svým pracovním týmem obdržel I. cenu akademie za nejlepší práci v oboru živočišné výroby.

Významná byla jeho koncepční činnost. Na základě jeho návrhu byla v ČR zřízena střediska pro řízení výživy skotu se zemědělskými oblastními laboratořemi, která prokázala svoji životnost a uplatnění i v současnosti.

Za dobu svého působení vypracoval 82 závěrečných zpráv na řešení výzkumných úkolů, z nich převážná část se zabývala otázkami výživy dojníc v různých fázích mezidobí, úpravou krmiv a jejich konzervaci, užitím různých nutričních aditiv apod. Nejúspěšnější práce jsou z oboru pastvy jako systému výživy, což se promítlo i do jeho současných aktivit, kdy jako spolupracovník smluvní formou řeší ve VÚCHS otázky hospodaření v marginálních oblastech a zejména možné dopady různé intenzity na ekologické ovlivnění výrobního prostředí.

Publikoval 91 původních prací v domácím i zahraničním tisku, je spoluautorem 19 knižních publikací a byl, resp. je žádaným referujícím na různých konferencích a seminářích. Na Mendelově zemědělské a lesnické univerzitě přednášel posluchačům postgraduálního studia, vykonává funkci předsedy u závěrečných státních zkoušek a je členem komise pro výběr pedagogických pracovníků.

Z osobních vlastností prof. Dr. Ing. Ivo Koláře, CSc., je nutné vyzvednout přátelské a otevřené jednání, pracovitost, cílevědomost, ochotu vždy poskytnout pomoc a radu, schopnost konstruktivní komunikace při řešení všech problémů a v neposlední řadě i jeho kladný vztah k ústavu a k naší výzkumné činnosti.

Při příležitosti významného životního jubilea přeje panu profesorovi především pevné zdraví, optimismus, radost ze života, z rodiny a také z další práce.

*Ing. Josef Golda, CSc., ředitel společnosti
Výzkumný ústav pro chov skotu, s. r. o., Rapotín*

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 nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 the 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 shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602, and with graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

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

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise base numerical data including statistical data. It 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 citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

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

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

OBSAH – CONTENTS

Genetika a šlechtění – Genetics and Breeding

- Wolfová M., Wolf J.: Citlivost ekonomických vah na změny podmínek v chovu skotu – Sensitivity analysis of economic weights to changes in circumstances of cattle breeding 97

Fyziologie a reprodukce – Physiology and Reproduction

- Nový Z., Knížková I., Černý M., Kunc P., Jílek F., Barláková S.: Vliv evaporačního ochlazování na termoregulační funkce jalovic dlouhodobě ustájených v různých teplotních a vlhkostních podmínkách prostředí – Effect of evaporative cooling procedure on the thermoregulation functions of heifers raised in different temperature and humidity conditions..... 107

Výživa a krmení – Nutrition and Feeding

- Kumprecht I., Zobač P.: The effect of mannan-oligosaccharides in feed mixtures on the performance of chicken broilers – Účinek oligosacharidů mannanů v krmných směsích na užitkovost kuřecích brojlerů 117
- Shcherbina M. A., Gamygin E. A., Sařkova I. A.: Availability of phosphorus from main dietary sources in common carp, *Cyprinus carpio* L. – Dostupnost fosforu z hlavních dietetických zdrojů u kapra, *Cyprinus carpio* L. 125
- Komprda T., Zelenka J., Nedbálková B.: Dependence of nutritive value of lucerne on the stage of maturity – Závislost nutriční hodnoty vojtěšky na její vegetační fázi..... 131

INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDIES – REPORTS

- Šmigáň P., Polák P., Majerník A., Greksák M.: Metanogenéza v bacheře přežvýavců – Methanogenesis in the rumen of ruminants 137

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE

- Matoušek V.: Sedmdesát let zvelebovacích akcí v chovu prasat 106
- Dvořák J.: 70 let prof. Ing. Josefa Máchy, DrSc. 143
- Golda J.: K životnímu jubileu prof. Dr. Ing. Ivo Koláře, CSc. 144