

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Czech Journal of
ANIMAL SCIENCE

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

11

VOLUME 45
PRAGUE
NOVEMBER 2000
ISSN 1212-1819

CZECH JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

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

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

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

Chairman – Předseda

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

Members – Členové

Prof. Ing. Jozef Bulla, DrSc. (Výzkumný 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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

THE INFLUENCE OF SELECTED CHARACTERISTICS OF THE SOMATOMORPHOLOGIC STRUCTURE OF THE FORELIMB ON THE LENGTH OF BASIC GAITS OF A HORSE IN WALK AND TROT

VLIV VYBRANÝCH CHARAKTERISTIK SOMATOMORFOLOGICKÉ STAVBY PŘEDNÍ KONČETINY NA DÉLKU ZÁKLADNÍCH CHODŮ KONĚ V KROKU A KLUSU

J. Jelínek, V. Teplý, J. Kryš

Research Station of Horse Breeding, Czech Steeplechase Association, Pardubice, Czech Republic

ABSTRACT: The influence of selected parameters of the physical structure of the forelimb on the length of the basic gaits was studied in 18 three-year old stallions in 1999. The measuring took 5 days just before a hundred day performance test. The stallions were trained in uniform conditions and the training was supervised by an identical, experienced trainer. The length of gait in walk and trot was measured by means of an electronic method described by Jelínek *et al.* (1999). The average length of gait under observation was always calculated for a pre-set velocity of a horse in m/s, and it was based on the approximate centre of the interval of measurements. To estimate the impact of the different parameters, correlation coefficient (r), connecting line of trend (regression), was found and its significance assessed. The selected parameters that were followed were the influence of the length of the main breast bones, that is shoulder blade (*scapula*), humerus, arm bones (*radius*), the third metacarpal bone (*os metacarpale tertium*) and the angle of the shoulder joint (scapulo-humeral angle) as well as the stick measured height at withers. Some significant correlations were found which, however, often show considerably different values in different gaits. The closest positive correlations were found in walk for the length of the fore shin-bone (*metacarpus*) $r = +0.509^*$ and negative correlation in walk for the angle of the shoulder-blade and the shoulder bone (scapulo-humeral angle) $r = -0.513^*$. The closest insignificant positive correlation in trot was found for the shoulder-blade length $r = -0.390$ and for stick measured height at withers $r = +0.296$. Small insignificant close-ness was found in most of the remaining parameters under observation.

Keywords: horse; equine gaits; length of gait

ABSTRAKT: Byl zkoumán vliv vybraných parametrů tělesné stavby přední končetiny na délku kroku základních chodů u 18 tříletých teplokrevných hřebců v roce 1999. Měření proběhlo pět dnů před konáním stodenního testu výkonnosti. Hřebci byli trénováni v jednotných podmínkách pod vedením shodného, zkušeneho trenéra. Délka chodů v kroku a klusu byla zjišťována elektronickou metodou (Jelínek *et al.*, 1999). Byla vždy vypočtena průměrná délka sledovaného chodu pro předem stanovenou konkrétní rychlost koně (m/s), vycházející ze středu intervalu zjištěných náměrů. Pro posouzení vlivu jednotlivých parametrů somatomorfolgické stavby byl zjištěn příslušný korelační koeficient (r), spojnice trendu (regrese) a posouzena signifikance. Z vybraných parametrů byl sledován vliv délky hlavních kostí hrudní končetiny, tj. lopatky (*scapula*), kosti ramenní (*humerus*), kosti pažní (*radius*), třetí kosti zápěstní (*os metacarpale tertium*) a úhlu ramenního kloubu (scapulo-humerálního) včetně kohoutkové výšky hůlkové. Byly nalezeny některé významnější korelace, které však pro různé chody často vykazují výrazně jinou hodnotu. Nejtěsnější pozitivní vztah byl zjištěn v kroku mezi délkou přední holeně (*metacarpus*) $r = +0,509^*$ a negativní vztah mezi úhlem lopatky s kostí ramenní (úhel scapulo-humerální) $r = -0,513^*$. Nejtěsnější nesignifikantní pozitivní vztah v klusu byl nalezen pro délku lopatky $r = -0,390$ a hůlkovou výšku v kohoutku $r = +0,296$. Malá nevýznamná těsnost byla shledána pro většinu zbývajících sledovaných parametrů.

Klíčová slova: kůň; chody koně; délka chodu (kroku)

In the practical use of a horse, in principle reared for locomotion, a significant role is played by the mechanics of its locomotion. Its importance becomes even bigger in special, namely sport, use of the horse, which is predominant in most horse breeds today.

What is important for a horse to have good-quality locomotion, based on spacious gait in all its basic forms, is the favourable formation of its body proportions. A lot of attention has always been paid to these facts in hippological literature dealing with the formation of the exterior of a horse. Many authors have dealt in detail with the body formation and its suitability for equine locomotion. From Czech authors let us mention at least Bílek (1958), who comments on the significance of the lengths of the different bones and joint angles. Lechner (1931) published an independent study of the significance of limbs in a riding horse, in which he expresses his expert ideas related to performances of riding horses. Attention was also paid to the formation of the exterior of race horses, namely in the paper of Grim (1981), who described the physical parameters of notable race horses in the world. He made his measurements on photographs of horses, which however had not been specially made for this purpose, and he correlated the values with results from horse races.

None of the works known to us, though, besides the empirical experience and theoretically considered correlations between the body structure and spaciousness of gaits, mentions exact verification based on measured body parameters or objectively measured spaciousness of gaits of specific horses.

The possibility to consider relatively objectively the mechanics of equine locomotion (or rather its electronically measured quantitative element), described by Jelínek *et al.* (1999), creates a precondition for a more exact evaluation of the influence of significant body proportions on the spaciousness of the locomotive potential of a horse.

Not a negligible role in the area of the optimum body formation is played by the somatomorphologic formation of the forelimbs, which in equine locomotion is manifest as a carrying and weight absorbing body formation. In our approach within research project EP7296, co-financed by the Czech Ministry of Agriculture, we concentrated on the objectivisation of the very method of measuring the mechanics of equine locomotion and objectivisation of standards, as well as on the influence of selected characteristics of the somatomorphologic structure of the forelimb in relation to the length of basic gaits of a horse in walk and trot.

We aimed our efforts at finding exact confirmation or contradiction of some traditional ideas concerning the relationships between selected characteristics of the forelimb structure of a horse and the spaciousness of its locomotive potential in chosen gaits.

In all the 18 young warm-blooded stallions in the Czech Republic, that were prepared in a hundred-day test for their performance tests before their introduction into breeding, we measured the quantitative element of the mechanics of locomotion of the basic gaits. Stallions of similar age were identically trained in uniform external conditions under the supervision of an experienced trainer. Measurements of their mechanics took place one week before the performance tests, at a similar training stage, using an electronic method described by Jelínek *et al.* (1999). The exactness of the method was verified on three horses, it was always repeated three times and the parameters of each gait were always examined separately. The resulting credits given to the mechanics of each animal in all the gaits varied up to one point from the ten-credit scale and may be considered sufficiently accurate.

Following the test of the mechanics, chosen bodily characteristics of the fore-limb structure were determined in all the stallions. This concerned the measuring of the lengths of selected bones, the angle of the shoulder joint (*os scapula*) and the shoulder bone (*os humerus*) as well as the stick measured height at withers. In bones, attention was paid to the length of the shoulder joint (*os scapula*), shoulder bone (*os humerus*), arm bone (*os radius*) and the third metacarpal bone (*os metacarpale tertium*). Tools used for measuring were a compass gauge and a specially adjusted protractor accurate to one centimetre and one degree.

Using software evaluation of the above measurements of the mechanics of locomotion, in each stallion we found the mean velocities of the basic gaits under evaluation (walk, trot, gallop) in m/s and the average step length for each of the three measured velocities in each gait over a given electronically measured track. The variability in gaits was characterised by setting decisive deviations.

The measured values of each gait under evaluation were always taken as the shortest, medium and maximum. The results of average velocities and lengths of steps for each gait were then interposed with a trend connecting line (the method of the least squares) and on the basis of such interposed regressions the lengths of steps were then determined retroactively for a pre-selected velocity of a given gait that was given identically for all the stallions in the experimental set. The given comparative velocities for the different basic gaits respected the approximate centre of the interval of the set under observation (determined by rounding off the average speeds of all the individuals under observation and the measured values in the gait under evaluation).

The measured dimensions of the body parameters and obtained average lengths of steps for specific horses and the basic gaits were correlated by calculating the correlation coefficients using a common statistical method. The statistical conclusiveness was determined by a procedure published by Venčík and Venčík (1977).

On the basis of the results obtained, the influence of the different forelimb bodily characteristics on the length of step for the observed gaits in walk and trot was evaluated. When calculating the correlations, in the case of angles comparison was made of absolutely measured degrees (as independently variable), while in the length dimensions of bones, these were first related to the bodily frame in the form of a calculated percentage of the stick measured height at withers.

In our measurements we also observed gallop, but due to its specific character we have not included this in our study. Functional dependence of the gallop gait is not linear and the moment of "lifting off", i.e. the flight of the body of a horse when no limb touches the ground, becomes very significant. The leap energy of the rear of a horse in this case obviously conceals the real influence of the forelimb physical structure. For this reason, this subject deserves an independent study.

RESULTS AND DISCUSSION

The demonstration of the determined original values of the mechanics of locomotion for the correlation of the evaluated parameters in the length of step in mean horse velocity of 160 m/s (mean rounded off value of all mea-

surements used in our measuring the mechanics of locomotion) can be seen in Table 1.

In the Table parameters determined for trot in the mean velocity of 3.55 m/s can also be seen (derived again from the mean rounded off value of all measurements).

The last lines of the Table give the relevant correlation coefficients. If their values are statistically significant, they are marked with one or two asterisks (* at 5% or ** at 1% significance level).

The average length of steps of the measured warm-blooded stallions in walk under unified velocity of 1.60 m/s was 1.82 m ($s = \pm 0.079$, $V = 4.3\%$, $S_x = 1.86 \cdot 10^{-2}$) with total variability from 1.71 to 1.92 m.

From the point of significance and also the closeness of the correlation, two parameters need to be mentioned that have been declared in both cases as statistically significant at the 5% level. These are metacarpus and the scapulo-humeral angle, i.e. the angle formed by the shoulder blade and the arm bone.

In the first case we are talking about the length of the fore metacarpal bone (metacarpus). The correlation coefficient $r = 0.509^*$ indicates a significant relation and confirms the earlier conclusions in hippological literature concerning the length of the fore metacarpal bone and the step of a horse. As becomes obvious from the results obtained, the significance of the given correlation

Table 1. Initial values and resulting correlation coefficients for walk and trot

Stallion code	Assessed velocity of gaits	1.6 m/s	3.55 m/s	KVH (cm)	Scapula angle (degrees)	Scapula length	Humerus	Radius	Metacarpus
	Stallion	Walk	Trot						
1	Aguldoa	1.876	2.667	167	90	33.53	25.15	31.74	20.36
2	Beauty	1.790	2.524	161	95	32.3	24.22	29.81	21.12
3	Calypso	1.7776	2.557	164	95	32.93	25.00	30.49	20.73
4	Cypriš	1.770	2.615	166	97	31.33	23.49	27.71	20.48
5	Dantes	1.771	2.625	170	87	33.53	24.71	28.24	20.59
6	Everden	1.671	2.597	162	95	33.95	24.69	30.86	20.99
7	Gotward Rašin	1.878	2.764	166	94	33.13	24.70	30.12	21.08
8	Grand	1.790	2.649	162	89	32.72	24.69	28.40	20.37
9	Green	1.790	2.521	163	94	33.74	25.15	28.83	20.25
10	Izmael	1.754	2.456	167	97	34.73	25.15	32.93	20.36
11	Monty	1.985	2.636	163	87	33.74	23.93	30.06	22.09
12	Obelix	1.914	2.543	165	86	32.73	24.24	28.48	21.82
13	Oreon	1.848	2.446	161	93	34.78	25.47	31.06	22.36
14	Oscar	1.714	2.579	169	92	33.14	23.67	29.59	20.12
15	Polemil Kinský	1.891	2.400	167	89	32.93	23.95	29.94	19.76
16	Radoch	1.878	2.694	167	89	32.34	24.55	31.14	21.56
17	Thurin Frýbet	1.734	2.686	172	95	31.98	23.26	29.07	20.35
18	Vampír	1.854	2.583	165	99	32.73	24.24	28.48	21.82
Walk:				$r = -0.165$	-0.513^*	0.024	0.044	0.032	0.509*
Trot:				$r = 0.296$	-0.110	-0.390	-0.205	-0.182	0.067

KVH = stick measured height at withers (SMHW)

becomes greatly reduced for gallop ($r = 0.067$). This indicates that this parameter need not be of high significance for horses bred mainly for trotting or galloping work. When selecting suitable animals, individuals with shorter metacarpal bones may be tolerated, as this may be of great advantage due to shorter flexor sinews. As has already been mentioned, the forelimb mainly carries and supports the body weight of a horse. This is multiplied by the overload caused by the natural shift of the horse's centre of gravity from the middle of the body in the cranial direction. In an adult standing horse the overload on forelegs amounts to about 14% of its total weight (Jelinek, 1963), which in its consequence means that in fast motion these are under severe strain. The longer the fore metacarpal bone, or rather the flexor sinews, the higher the risk of laming – and this fact has been confirmed in practice, namely in race horses.

To make the correlation found and its changes in trotting horses more explicit, the values determined are represented in Figs. 1 and 2. There the change in the quality of dependence against the regression curve in walk and then in trot of a horse is clearly manifest.

Another correlation which deserves our attention is, as has already been mentioned, the angle of the shoulder joint, i.e. the angle between the shoulder blade and the shoulder bone. The correlation coefficient $r = -0.513^*$ indicates that the sharper the angle the more it can be expected that the step would be longer and more spacious,

and vice versa. This fact, however, significantly differs for the correlation in trot, even though even here a certain identical trend is maintained ($r = -0.110$). This again confirms the traditional view presented in hippological literature. The importance of the inclined seating of the shoulder blade for a horse's trotting work is yet again reduced, especially with a significant growth in the earlier described importance of the leap energy of the rear and the moment of "lifting off".

To demonstrate more clearly the correlation found and its changes in trot, the values determined are represented in Figs. 3 and 4. Here again the change in the quality of dependence against the regressive direct line

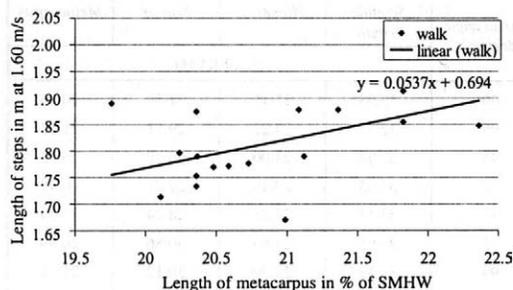


Fig. 1. Regression of walk length on the metacarpal bone length – 18 stallions

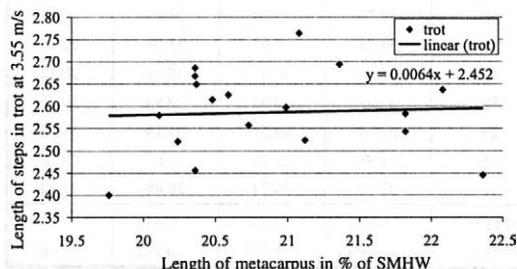


Fig. 2. Regression of trot length on the metacarpal bone length – 18 stallions

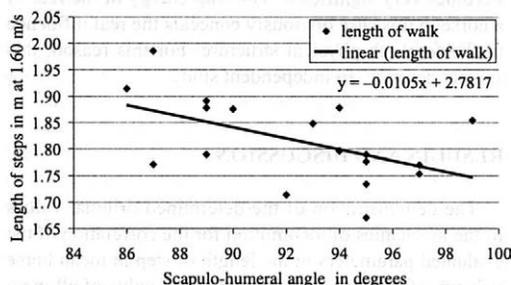


Fig. 3. Regression of walk length on the scapulo-humeral angle – 18 stallions

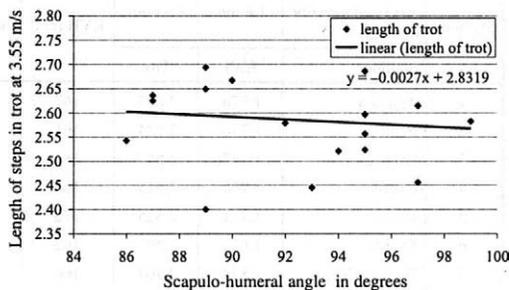


Fig. 4. Regression of trot length on the scapulo-humeral angle – 18 stallions

of walk and then of trot of a horse, the nature of which has already been explained, is manifest.

The correlations of other bone lengths to the spaciousness of a horse's gait in walk and trot have been found of little significance and it is not possible to derive any great influence on the gait length in walk or trot. The determined correlation coefficients are given in the last two lines of Table 1. The question thus arises whether some other conclusions in traditional hippological literature, such as the significance attributed to the length of the shoulder blade and/or the length of the forehead and the like, have not been overestimated.

REFERENCES

- Bílek F. (1958): Posuzování zevnějšku koně. In: Speciální zootechnika. II. díl – Chov koní. Praha, SZN: 278–407.
- Grim A. (1981): Měření končetin anglického plnokrevníka z hlediska výkonnosti. Brno, Turf Club, Vysoká škola veterinární.
- Jelínek J. (1963): Rovnováha koně a její vliv na výkonnost v různém způsobu upotřebení. [Diplomová práce.] Brno, VŠZL.
- Jelínek J., Krys J., Teplý L. (1999): Present possibilities of objectified electronic measurement of equine locomotive potential in the Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.*, 44: 295–302.
- Lechner (1931): Význam stavby končetin jezdeckého koně pro jeho výkonnost. Sbor. ČAZ, VI, 3, Brno, Novina.
- Venčíkov A. I., Venčíkov V. A. (1977): Základní metody statistického zpracování dat ve fyziologii. Praha, Zdravotnické nakladatelství.

Received for publication on November 22, 1999

Accepted for publication on September 4, 2000

Contact Address:

Ing. Jaroslav Jelínek, CSc., Výzkumné pracoviště České asociace steeplechase Pardubice, Box 145, Palackého 2659, 530 02 Pardubice, Česká republika, tel. +420 40 633 53 02, fax.: +420 40 51 27 70, e-mail: jelineking@volny.cz

BOOK REVIEW

MENDELIAN INHERITANCE IN CATTLE 2000

P. Millar, J. J. Lauvergne, C. Dolling

Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands, 2000. EAAP publication No. 101, 590 pp., ISBN 90-74134-75-0.

The EAAP (European Association for Animal Production) published at Wageningen in March 2000 a voluminous book comprising the recent knowledge of traits in cattle which are inherited in the Mendelian mode.

Following the introduction by C. H. S. Dolling, J. J. Lauvergne, K. Huston and P. Millar the attention is paid to the terminology and methods used for cataloguing loci and alleles in cattle. This is a demanding task requiring acquisition of necessary information from wide ranging sources such as scientific journals, proceedings, monographs, collections of papers, reprints and books. Following their acquisition it was necessary to allocate and organise the information in four categories:

Category 1: Colour loci

Category 2: Clinical, pathological and other morphological loci except colour

Category 3: Biochemical polymorphism loci

Category 4: Mapped genes and loci related to categories 1 – 3.

Category 1 – Colour loci

Authors J. J. Lauvergne, C. H. S. Dolling, A. L. Rae, C. Renieri, D. P. Sponenberg, B. Denis

29 loci (Nos. 1001 – 1029) are described for coat colour in different breeds of cattle. Loci are allocated a symbol, e. g. *Agouti* – *A*, *Albinism, Complete: Beef Shorthorn* – *ACBS*, *Spotting* – *S*, etc. The authors who described the locus are given for each entry. Altogether 209 scientific papers were analysed.

Category 2 – Clinical, pathological and other morphological traits loci (except colour)

Authors K. Huston, G. Saperstein, D. Steffen, P. Millar, J. J. Lauvergne

This is the largest chapter of the book (285 pages) describing 403 loci (Nos. 2001 – 2403), e. g. *Achondroplasia*, *Anaemia*, *Ankylosis*, *Epilepsy*, *Hydrocephalus*, etc. Here are also given breeds of cattle in which the analysed traits were diagnosed, the nomenclature, comments on locus, the effect of each allele and mode of inheritance. Because of a very large number of sources, bibliography is given at the end of each locus entry.

Category 3 – Biochemical polymorphism loci

Authors L. Di Stasio, E. M. Tucker, B. Larsen

This chapter describes 521 loci (Nos. 3001 – 3052). The greatest attention is paid to the systems of erythrocyte antigens (*A*, *B*, *C*, *F*, *J*, *L*, *M*, *S*, *Z*, *R'*, *T'*), milk protein loci, transferrins, etc. 161 authors were cited in the bibliography. Compared with Category 2 (Clinical, pathological and other morphological traits loci) this chapter appears a little restricted: further work in this category would be useful for defining biological diversity between breeds and maintenance of gene pool.

Category 4 – Mapped genes and loci

Authors T. E. Broad, P. Millar, A. Eggen

This chapter informs the reader about cattle gene mapping and nucleotide and protein sequence databases in the USA, Europe and Australia. Of thousands of mapped Type 1 and Type 2 genetic markers, 73 (Nos. 4001 – 4073) have been positively identified so far as coinciding with loci listed in Categories 1 – 3, and are cross-referenced with these categories. The information on each of these mapped loci comprises the mapped locus database name which is compared with the locus name allocated by the authors, genomic location and database reference.

The final sections of the book are occupied by indexes (authors P. Millar and J. J. Lauvergne) listing all traits and loci comprised in the 4 categories, and by a breed index which I consider especially valuable as it comprises over 140 breeds of cattle from many parts of the world. This index makes it possible for breeders of individual breeds of cattle to compile a map of loci of the breed which is the subject of their endeavours.

This book was written by a large collective of authors of the individual original chapters and those who expertly organised the whole publication scientifically, systematically and with a purpose. I consider this book a valuable combined effort of many geneticists who contributed to this colossal volume, and a good start into the new century and millennium.

Professor Ing. Josef Mácha, DrSc.

EFEKTÍVNA DEGRADOVATEĽNOSŤ A PREDIKCIA ČREVNEJ STRÁVITEĽNOSTI V BACHORE NEDEGRADOVANÝCH N-LÁTOK KRMÍV

EFFECTIVE DEGRADABILITY AND PREDICTION OF INTESTINAL DIGESTIBILITY IN RUMEN FOR UNDEGRADED FEED CRUDE PROTEIN

M. Chrenková, Z. Čerešňáková, A., Sommer

Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Effective degradability of crude protein and parameters of degradability of rape cake, rapeseed meal, sunflower meal, soybean meal, wheat meal and wheat bran were determined by an *in situ* method in three bulls; solubility of crude protein of these tested feed was measured in 0.15 M of NaCl solution (pH 6.5). Intestinal digestibility of undegraded crude protein (after 16h incubation in the rumen) was determined by an *in vitro* method, mobile bag method and by an *in vivo* method in rats. The proportion of soluble N fraction in the total N content ranged from 19% for soybean meal to 68% for rape cake, which had the highest crude protein degradability (more than 80%). Intestinal digestibility of undegraded residues determined by different methods increased while ruminal degradation decreased. More than 80% of soybean meal crude protein from the residual amount of undegraded N were digested in rumen. An enzymatic method yielded the highest values of intestinal digestibility. The smallest differences between the methods were calculated for rapeseed meal (ca. 2%) and the largest for sunflower meal (ca. 10%).

Keywords: ruminants; effective degradability; intestinal digestibility; *in vitro*; mobile bags; *in vivo*

ABSTRAKT: Efektívnu degradovateľnosť N-látok a parametre degradovateľnosti repkových výliskov, repkového extrahovaného šrotu, slnečnicového extrahovaného šrotu, sójového extrahovaného šrotu, pšeničného šrotu a pšeničných otrúb sme stanovili metódou *in situ* na troch býkoch a rozpustnosť N-látok týchto testovaných krmív sme merali v 0,15 M roztoku NaCl (pH 6,5). Črevnú stráviteľnosť neodegradovaných N-látok (po 16 h inkubácie v bachore) sme stanovili s použitím metódy *in vitro*, mobilných vrecúšok a *in vivo* na potkanoch. Podiel rozpustnej frakcie N z celkového obsahu N kolísal od 19 % pre sójový extrahovaný šrot po 68 % pre repkové výlisky, kde bola aj degradovateľnosť N-látok najvyššia (viac ako 80 %). Intestinálna stráviteľnosť neodegradovaných zvyškov stanovená rôznymi metódami sa zvýšila, keď ruminálna degradácia klesla. Zo zvyšku neodegradovaného N v bachore sa strávilo viac ako 80 % N-látok sójového šrotu. Najvyššie hodnoty intestinálnej stráviteľnosti sme stanovili enzymatickou metódou. Najnižšie rozdiely medzi metódami sme zistili pre repkový šrot (asi 2 %) a najväčšie pri slnečnicovom šrote (asi 10 %).

Kľúčové slová: prežúvavce; efektívna degradovateľnosť; intestinálna stráviteľnosť; *in vitro*; mobilné vrecúška; *in vivo*

ÚVOD

Hodnotenie N-látok podľa systému PDI je založené na využiteľnosti zdrojov N v tenkom čreve prežúvavcov. Tieto zdroje tvoria mikrobiálne bielkoviny syntetizované v predžalúdkoch, ktorých všeobecne akceptované hodnoty skutočnej stráviteľnosti sú 0,80 a 0,85 (ARC, 1984; Vérité a Peyraud, 1989) a neodegradované N-látky krmiva, ktorých podiel podľa van Straalen *et al.* (1993) závisí na miere degradácie a retenčnom čase krmiva v predžalúdkoch. Ich stráviteľnosť nie je konštantná hodnota, kolíše medzi krmivami i v rámci jedného druhu krmiva (Hvelplund *et al.*, 1992; Frydrych, 1992).

In situ technika je oficiálna metóda široko používaná pre predikciu bachorovej degradácie N-látok popísaná

Ørskovom a McDonaldom (1979) a používaná mnohými autormi (Chrenková *et al.*, 1993; Madsen a Hvelplund, 1994; Varel a Kreikemeier, 1995; Stern *et al.*, 1997). Na stanovenie intestinálnej stráviteľnosti neodegradovaných N-látok krmiva je vypracovaných niekoľko metód. Metóda mobilných vrecúšok vyvinutá pôvodne pre ošípané (Sauer *et al.*, 1983) bola úspešne aplikovaná na prežúvavce (Frydrych, 1992; van Straalen *et al.*, 1993; Čerešňáková *et al.*, 1997; Stern *et al.*, 1997). Je závislá na kanylovaných zvieratách a je pomerne práca a hoci vhodne premieta rozdiely medzi krmivami, stále potrebuje standardizáciu. Pre predikciu bachorovej degradácie i črevnej stráviteľnosti sa hľadajú nové metódy *in vitro*, ktoré využívajú enzýmy komerčné alebo enzýmy bachorovej mikroflóry (Tománková a Kopečný, 1995).

Najbežnejšie používaná je *in vitro* metóda, ktorú popísali Tilley a Terry (1963) a jej mnohé modifikácie s použitím rôznych proteolytických enzýmov Antoniewicz *et al.* (1992), Calsamiglia a Stern (1995), Čerešňáková *et al.* (1998) a Tománková a Homolka (1999). Zistiť kvalitu nedegradovaného zvyšku vo vzťahu k potrebám zvieratá je možné aj využitím modelových zvierat – potkanov alebo škrečkov (Kowalski *et al.*, 1993; Susmell *et al.*, 1994) na princípe metódy bilančnej látkovej stráviteľnosti N.

Cieľom našej práce bolo stanoviť efektívnu degradovateľnosť N-látok metódou *in situ* a črevnú stráviteľnosť nedegradovaných N-látok vo vybraných krmivách s použitím metód *in vitro*, mobilných vrecúšok a *in vivo* na potkanoch.

MATERIÁL A METÓDA

V pokuse sme použili tieto krmivá: repkové výlisky, repkový extrahovaný šrot, slnečnicový extrahovaný šrot, sójový extrahovaný šrot, pšeničný šrot a pšeničné otruby. Obsah živín v krmivách sme stanovili Weendenskou analýzou (Výnos MP 1492/1997) a rozpustnosť N-látok v 0,15 M roztoku NaCl pri pH 6,5 bola stanovená podľa autorov Voight *et al.* (1985). Efektívnu degradovateľnosť (EDg) N-látok a parametre degradácie sme stanovili metódou *in situ* inkubáciou krmív v bachore 3, 6, 9, 16 a 24 hodín na troch kanylovaných býkoch. Pre každé krmivo, zviera a inkubáciu sme použili tri vrecká o veľkosti 9 x 15 cm, ktoré boli zhotovené z Uhelonu T 120 (Hedva, Moravská Třebová, Česká republika). Po vybratí z bachora sme vrecká vyprali v automatickej práčke v cykle bez odstreďovania, sušili 24 h pri teplote 60 °C, zvážili a spojili zvyšky pre každé krmivo a inkubáciu. Výpočet EDg sme urobili podľa rovníc, ktoré uvádzajú Ørskov a McDonald (1979):

$$EDg = a + \frac{b \cdot c}{c + k}$$

kde konštanty *a*, *b*, *c* sú vypočítané nelineárnou regresnou analýzou použitím 2-zložkovej exponenciálnej rovnice $Dg(t) = a + b(1 - e^{-ct})$.

Použili sme mieru pasáže „*k*“= 0,06/h, ako odporúčajú Věřité a Peyraud (1989) pre jadrové krmivá. Intestinálnu stráviteľnosť nedegradovaných N-látok krmiva (UDP) po 16 h inkubácie v bachore sme stanovili:

***In vitro* enzymatickou metódou** s použitím komerčných enzýmov, ktoré sú vlastné postruminálnemu tráviacemu traktu za podmienok ich optimálnej aktivity. Trávenie v sleze sme imitovali pôsobením proteolytického enzýmu pepsínu v kyslom prostredí (pH 1,5 až 2) 0,1 M HCl pri koncentracii pepsínu (Merck, 0,7 FIP – U/mg) 0,2 %. V druhom stupni proteolytického trávenia, ktoré prebieha už v tenkom čreve pri neutrálnom pH 7,0, sme použili trypsin (Serva, 39 U/mg) a α-chymotrypsín (Merk, 350 U/mg). Inkubáciu trypsinom a α-chymotrypsinom sme robili vo fosfátovom pufré o pH 7,0.

Metódou malých mobilných vrecúšok (MMB) o veľkosti 4 x 2,5 cm, zhotovených z Uhelonu T120 (o veľkosti

pórov 47 μm). Na jedno krmivo sme použili 30 vrecúšok (10 na jedno zviera), do ktorých sme navázili asi 0,4 g rezídua krmiva. Pred vložením do proximálneho duodena sme vrecúška inkubovali 1 h v 2% roztoku pepsínu v 0,1 M HCl pri teplote 39 °C. V priebehu 10 minút sme vložili päť vrecúšok, ktoré sme získali späť z výkalov do 24 hodín. Po dôkladnom premytí, vysušení a odvážení sme nestrávené zvyšky spojili, zhomogenizovali a použili na stanovenie N Kjeldahlovou metódou.

***In vivo* metódou.** Na testovanie stráviteľnosti jedného krmiva sme použili skupinu šiestich laboratórnych potkanov o priemernej živej hmotnosti 110 g. N-látky nedegradovaného zvyšku tvorili 10 % sušiny krmnej dávky. Ďalšie komponenty krmnej dávky boli: sacharóza 10 %, slnečnicový olej 6 %, minerálna zmes 4 % a vitamínová zmes 2 % (Eggum, 1973). Po 5-dňovom návykovom období sme v hlavnom pokusnom období zvieratám navažovali presne 10 g krmnej dávky na deň a kvantitatívne sme zachytávali výkaly v 5-dňovom období. Potom sme výkaly odvážili, pomleli a stanovili obsah N. Z množstva N prijatého krmivom a vylúčeného výkalmi sme vypočítali zdanlivú stráviteľnosť N.

Rozdiely medzi metódami sme porovnali pomocou jednofaktorovej analýzy rozptylu a elementárne kontrasty sme otestovali pomocou C-testu (Dunn, 1961).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Množstvo bielkovín krmiva, ktoré sa dostane do tenkého čreva prežúvavcov, závisí od celkového obsahu N-látok v krmive a ich degradovateľnosti v bachore. Testované vzorky jadrových krmív boli rozdielne v chemickom zložení, ako i v ostatných sledovaných ukazovateľoch (tab. 1). Podiel rozpustnej frakcie N z celkového obsahu N v sledovaných jadrových krmivách kolíše od 19 % pre sójový šrot do 68 % pre repkové výlisky. Hodnoty efektívnej degradovateľnosti a jej charakteristiky uvedené v tab. 2 sú dôkazom variability vlastností a kvality sledovaných ukazovateľov každého krmiva. Rozpätie degradovateľnosti od 63 do 77 % stanovené metódou *in situ* pre repkový extrahovaný šrot uvádzajú Madsen a Hvelplund (1985). Nami stanovená degradovateľnosť repkového extrahovaného šrotu bola 65 %. Najvyššiu degradovateľnosť N-látok, viac ako 80 %, sme zistili pre repkové výlisky, čo súvisí s vysokým obsahom rozpustného N (podiel rozpustného N z celkového N tvoril viac ako 60 %). Vyšší obsah tuku v repkových výliskoch a v repkovom extrahovanom šrote nemal vplyv na degradovateľnosť. Degradovateľnosť kŕmnych bielkovín závisí i od lokalizácie bielkovín v krmive. Ľahko degradovateľné gliadíny v pšeničnom šrote, resp. pšeničných otrubách sú príčinou vysokej degradovateľnosti N-látok v bachore, naproti tomu sójový extrahovaný šrot mal degradovateľnosť iba 38 %. Extrakciou sóje dochádza k významným zmenám v rozpustnosti N-látok i k poklesu efektívnej degradovateľnosti, čo potvrdili aj Čerešňáková *et al.* (1994), ktorí

Tab. 1. Obsah živín v krmivách (g/kg sušiny) a podiel rozpustných N-látok z ich celkového obsahu (%) – Dietary nutrient contents (g/kg dry matter) and the proportion of soluble protein in its total content

Krmivá ¹	Sušina ⁸	N-látky ⁹	Tuk ¹⁰	Hrubá vláknina ¹¹	Popol ¹²	Rozpustné N-látky (% z celkových) ¹³
Repkové výlisky ²	916	298	195	122	62	68
Repkový extrahovaný šrot ³	913	370	25	125	74	39
Slničnicový extrahovaný šrot ⁴	906	324	17	305	68	40
Sójový extrahovaný šrot ⁵	915	475	23	70	72	19
Pšeničný šrot ⁶	884	147	23	30	17	28
Pšeničné otruby ⁷	887	181	40	106	50	37

¹feeds, ²rapeseed cake, ³rapeseed meal, ⁴sunflower meal, ⁵soybean meal, ⁶wheat meal, ⁷wheat bran, ⁸dry matter, ⁹crude protein, ¹⁰fat, ¹¹crude fiber, ¹²ash, ¹³soluble protein (% of total protein)

Tab. 2. Charakteristiky *in situ* degradovateľnosti N-látok a bachorová efektívna degradovateľnosť (EDg) – Characteristics of *in situ* protein degradability and effective degradability in rumen (EDg)

Krmivá ¹	Parametre degradovateľnosti ⁸			EDg (%)
	a (%)	b (%)	c (h ⁻¹)	
Repkové výlisky ²	56,8	35,5	0,17	82
Repkový extrahovaný šrot ³	29,6	58,1	0,10	65
Slničnicový extrahovaný šrot ⁴	18,4	78,2	0,12	69
Sójový extrahovaný šrot ⁵	13,1	54,8	0,15	38
Pšeničný šrot ⁶	24,8	72,6	0,17	78
Pšeničné otruby ⁷	40,6	50,2	0,20	79

¹feeds, ²rapeseed cake, ³rapeseed meal, ⁴sunflower meal, ⁵soybean meal, ⁶wheat meal, ⁷wheat bran, ⁸degradability parameters

sledovali bachorovú degradovateľnosť N-látok a organickej hmoty v sóji, sójovom extrahovanom šrote, bôbe a hrachu.

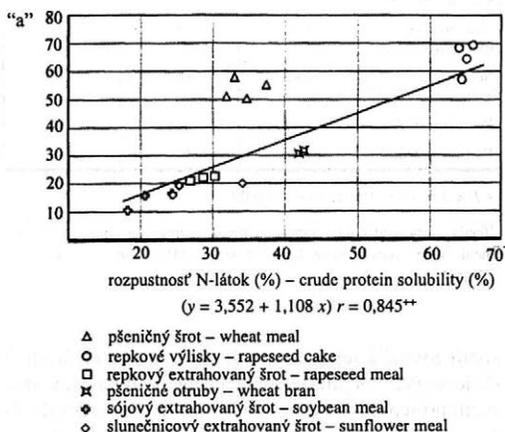
Koeficienty kinetiky degradovateľnosti vypočítané z exponenciálnej rovnice $Dg = a + b(1 - e^{-ct})$ uvedené v tab. 2 vyjadrujú podiel rýchlo rozpustnej frakcie N-látok *a*, potenciálne degradovateľnej frakcie *b* a mieru degradácie *c*, ktorá vyjadruje mieru degradácie *b* za hodinu. Koeficient *a* je parameter, ktorý najviac ovplyvňuje kinetiku degradovateľnosti (tab. 2) a je v úzkom vzťahu s rozpustnosťou N-látok (obr. 1). Percento rozpustných N-látok z celkových je najnižšie u sójového šrotu, kde je aj EDg najnižšia.

Intestinálna stráviteľnosť nedegradovaných zvyškov (po 16 h inkubácie v bachore) stanovená všetkými tromi metódami sa zvyšuje, keď ruminálna degradácia klesá (obr. 2). Zo zvyšku nedegradovaného v bachore sa strávil viac ako 80 % N-látok sójového šrotu, čo je z hľadiska využitia N v prežúvavcov výhodné, pretože nevznikajú straty N a zároveň je maximálne využitie bielkovinového N v tenkom čreve.

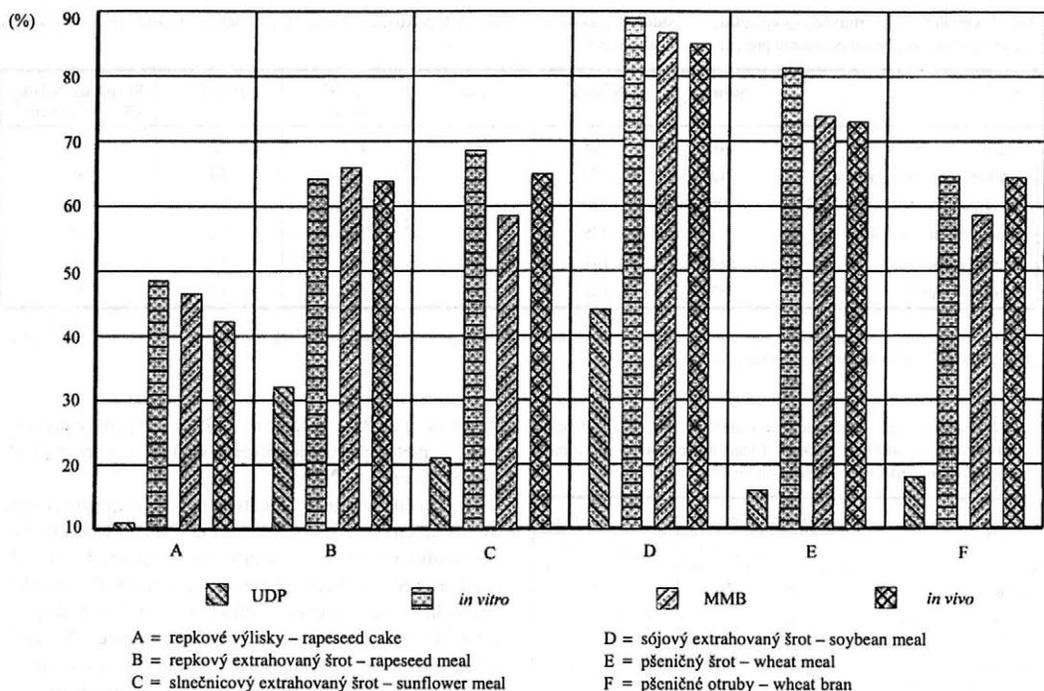
Mnoho pokusov bolo urobených na stanovenie intestinálnej stráviteľnosti, ale týkali sa niekoľkých krmív a boli robené v rôznych experimentálnych podmienkach

(Voigt *et al.*, 1985; Piva *et al.*, 1992). Podrobný prehľad rôznych metód predikcie trávenia v bachore a čreve uvádzajú Stern *et al.* (1997).

Najväčšie hodnoty intestinálnej stráviteľnosti sme stanovili enzymatickou metódou. Podľa Tománkovej a Homolku (1999) je kombinovaná enzymatická metóda vhodná predovšetkým na meranie relatívnych rozdielov medzi krmivami, menej je vhodná na získanie absolútnych hodnôt stráviteľnosti nedegradovaných N-látok. Vzťah medzi hodnotami získanými enzymatickou metódou a metódou mobilných vrecúšok je lineárny. Výsledky z experimentov Antoniewiczovej *et al.* (1992) ukázali, že *in vitro* metóda je sľubná alternatívna technika mobilných vrecúšok. Na základe podobnosti trávenia bielkovín v žalúdku a tenkom čreve u prežúvavcov a monogastričných zvierat sme použili potkany, u ktorých sme považovali stráviteľnosť N-látok ako ekvivalent intestinálnej stráviteľnosti u prežúvavcov. Susmell *et al.* (1994) ako model na stanovenie postruminálnej stráviteľnosti N-látok použili škrečkov. Zistili, že stráviteľnosť N bola vždy nižšia ako stráviteľnosť stanovená metódou mobilných vrecúšok. V našich pokusoch sme



Obr. 1. Vzťah medzi rozpustnosťou N-látok a koeficientom degradovateľnosti *a* – The relationship between CP solubility and coefficient *a*



Obr. 2. Črevná stráviteľnosť v bachore nedegradovaných N-látok stanovená metódami *in vitro*, mobilných vrecúšok a *in vivo* – Comparison of intestinal digestibility in rumen of undegraded crude protein estimated by methods *in vitro*, mobile bags and *in vivo*

Tab. 3. Štatistická preukaznosť rozdielov intestinálnej stráviteľnosti stanovenej metódami *in vitro*, mobilných vrecúšok a *in vivo* – Statistical significance of differences in intestinal digestibility determined by *in vitro*, mobile bag and *in vivo* methods

Krmivá ¹	<i>In vitro</i> : MMB ⁸	<i>In vitro</i> : <i>in vivo</i> ⁹	MMB : <i>in vivo</i> ¹⁰
Repkové výlisťy ²	NS	++	+
Repkový extrahovaný šrot ³	NS	NS	++
Slniečnicový extrahovaný šrot ⁴	+++	++	+++
Sójový extrahovaný šrot ⁵	+++	+++	+++
Pšeničný šrot ⁶	+++	+++	NS
Pšeničné otruby ⁷	+++	NS	+++

+ $P < 0,5$; ++ $P < 0,01$; +++ $P < 0,001$

¹feeds, ²rapeseed cake, ³rapeseed meal, ⁴sunflower meal, ⁵soybean meal, ⁶wheat meal, ⁷wheat bran, ⁸*in vitro* : MMB, ⁹*in vitro* : *in vivo*, ¹⁰MMB : *in vivo*

zistili rovnakú tendenciu u štyroch krmív zo šiestich sledovaných. Najnižšie rozdiely medzi metódami sme zistili pri repkovom šrote (asi 2 %) a najväčšie pri slnečnicovom šrote (asi 10 %) – obr. 2, ktorý mal z testovaných krmív najvyšší obsah vlákniny. Všeobecne, krmivá

s vyšším obsahom vlákniny majú nižšiu intestinálnu stráviteľnosť a rozdiely medzi metódami sú väčšie (tab. 3).

Tieto výsledky dokumentujú, že všetky metódy môžeme považovať ako ekvivalenty na stanovenie intestinálnej stráviteľnosti krmív testovaných v našich experimentoch. I napriek tomuto faktoru je však potrebné testovať ďalšie krmivá.

LITERATÚRA

- Agricultural Research Council (1984): Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working Party on the Nutrient Requirements of Ruminants. Commonwealth Agric. Bureau, 45 pp.
- Antoniewicz A. M., Van Vuuren A. M., Van der Koelen C. J., Kosmala J. (1992): Intestinal digestibility of rumen undegraded protein of formaldehyde-treated feedstuffs measured by mobile bag and *in vitro* technique. Anim. Feed Sci. Technol., 39: 111–124.
- Calsamiglia S., Stern M. D. (1995): A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. J. Anim. Sci., 73: 1459–1465.
- Čerešňáková Z., Chrenková M., Mozolová B. (1994): Charakteristiky bacherovej degradovateľnosti živín a enzymatická stráviteľnosť vybraných druhov strukovín. J. Farm Anim. Sci., XXVII: 235–242.

- Čerešňáková Z., Chrenková M., Sommer A., Chovanec J. (1997): Predikcia črevnej stráviteľnosti v bachore nedegradovaných N-látok jadrových krmív metódou mobilných vrecúšok. *J. Farn. Anim. Sci.*, **XXV**: 57–61.
- Čerešňáková Z., Chrenková M., Sommer A., Flak P., Chovanec J., Szakács J. (1998): Metódy degradovateľnosti a stráviteľnosti krmív pre prežúvavce. Nehmotný realizačný výstup VTP 05-514-45/02-02-02. Nitra, VÚŽV. 13 s.
- Dunn O. J. (1961): *J. Amer. Statist. Assoc.*, **56**: 52–64.
- Eggum B. O. (1973): A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. 406. beretning fra forsøgs-laboratoriet. København, Udgivet af Statens Husdyrbrugsudvalg. 30 pp.
- Frydrych Z. (1992): Intestinal digestibility of rumen undegraded protein of various feeds as estimated by the mobile bag technique. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **37**: 161–172.
- Hvelplund T., Weisbjerg M. R., Anderson S. (1992): Estimation of the true digestibility of rumen undegradable dietary protein in the small intestine of ruminants by the mobile nylon bag technique. *Acta Agric. Scand.*, **42**: 34–39.
- Chrenková M., Čerešňáková Z., Sommer A., Szakács J., Flak P. (1993): Einfluss des Vegetationsstadiums der Luzerne auf die Abbaubarkeit des Rohproteins im Pansen und die *in vitro*-Verdaulichkeit des nichtabgebauten Rohproteins. *Arch. Anim. Nutr.*, **45**: 281–291.
- Kowalski Z. M., Jarosz L., Kanski J., Kownacki B. (1993): Estimation of the effect of temperature during dehydration of grass on true digestibility of rumen undegraded dietary protein using rats. *J. Anim. Feed Sci.*, **1**: 255–261.
- Madsen J., Hvelplund T. (1985): Protein degradation in the rumen. *Acta Agric. Scand.*, **Suppl.**, **25**: 103–124.
- Madsen J., Hvelplund T. (1994): Prediction of *in situ* protein degradability in the rumen. Results of a European ringtest. *Livest. Prod. Sci.*, **39**: 201–212.
- Ørskov E. R., McDonald J. (1979): The estimation of degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to the rate of passage. *J. Agric. Sci.*, **92**: 499–503.
- Piva G., Masoero F., Rossi F. (1992): Mesure de la digestion de l'azote dans l'intestin des ruminants par la technique des sachets mobiles. *Ann. Zootech.*, **41**: 23–24.
- Sauer W. C., Jorgensen H., Berzins R. (1983): A modified nylon bag technique for determining apparent digestibilities of protein in feedstuffs for pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, **63**: 233–237.
- Stern M. D., Bach A., Calsamiglia S. (1997): Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.*, **75**: 2256–2276.
- Susmell P., Antongiovanni M., Stefanon B., Mills C. R., Hindle V. A., van Vuuren A. M. (1994): Biological and chemical assessment of feed proteins before and after rumen exposure. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **49**: 119–132.
- Tilley J. M. A., Terry R. A. (1963): A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **18**: 104–109.
- Tománková O., Kopečný J. (1995): Prediction of feed protein degradation in the rumen with bromelain. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **53**: 71–80.
- Tománková O., Homolka P. (1999): Predikce střevní stráviteľnosti proteinu nedegradovaného v bachoru kombinovanou enzymatickou metódou. *Czech. J. Anim. Sci.*, **44**: 323–328.
- Van Straalen W. M., Dooper F. M. H., Antoniewicz A. M., Kosmala I., van Vuuren A. M. (1993): Intestinal digestibility in dairy cows of protein from grass and clover measured with mobile nylon bags and other methods. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2970–2981.
- Varel V. H., Kreikemeier K. K. (1995): Technical note: comparison of *in vitro* and *in situ* digestibility methods. *J. Anim. Sci.*, **73**: 578–582.
- Vérité R., Peyraud J. L. (1989): Protein: the PDI systems. In: Jarrige R. (Ed.): Ruminant nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables. Paris, INRA: 33–47.
- Voigt J., Piatkowski B., Engelmann H., Rudolph E. (1985): Measurement of the postruminal digestibility of crude protein by the bag technique in cows. *Arch. Tierernähr.*, **35**: 555–562.
- Výnos Ministerstva pôdohospodárstva SR 1492/1997.

Došlo 2. 5. 2000

Prijaté k publikovaniu 4. 9. 2000

Kontaktná adresa:

Ing. Mária Chrenková, PhD., Výskumný ústav živočíšnej výroby, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 654 62 17, fax: +421 87 654 64 18, e-mail: chrenko@vuzv.sk

ČESKÁ SPOLEČNOST CHEMICKÁ – Odborná skupina pro potravinářskou a agrikulturní chemii
MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA V BRNĚ – Fakulta agronomická – Ústav technologie potravin

SPOLEČNOST PRO VÝŽIVU

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD – Odbor výživy obyvatelstva a jakosti potravin

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ A POTRAVINÁŘSKÁ INSPEKCE

VETERINÁRNÍ A FARMACEUTICKÁ UNIVERZITA V BRNĚ – Fakulta veterinární hygieny a ekologie

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VETERINÁRNÍHO LÉKAŘSTVÍ V BRNĚ

MORAVSKÝ SVAZ VĚDECKOTECHNICKÝCH SPOLEČNOSTÍ – pobočka na agronomické fakultě MZLU
v Brně

Vás srdečně zvou na

XXVIII. SEMINÁŘ O JAKOSTI POTRAVIN A POTRAVINOVÝCH SUROVIN

který se bude konat

ve středu 7. března 2001

na Mendelově zemědělské a lesnické univerzitě v Brně

XXVIII. seminář bude součástí vědeckotechnického programu Mezinárodního potravinářského veletrhu SALIMA BRNO 2001.

Garant semináře: prof. Ivo Ingr, Ústav technologie potravin, AF MZLU, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel. 05/45 13 31 97 nebo 45 13 30 00, fax 05/45 21 20 44, e-mail: zlato@mendelu.cz

Tématické zaměření: potraviny a potravinové suroviny rostlinného a živočišného původu, celková jakost a její součásti (složení, vlastnosti senzorické, nutriční, technologické, kulinární, hygienické aj.), metody hodnocení, vlivy na jakost, kontrola jakosti atd. Přednášená sdělení a postery.

Předběžné přihlášky k účasti, aktivní i pasivní, je třeba zaslat do 15. prosince 2000.

Vložené se předpokládá 250 Kč za jednoho účastníka.

VLIV EXTRUZE ŘEPKOVÉHO KRMIVA NA PARAMETRY SNÁŠKY A KVALITU VAJEC

THE EFFECT OF EXTRUDED RAPESEED FEED ON LAYING PERFORMANCE AND QUALITY OF EGGS

M. Lichovníková, D. Klecker, L. Zeman

Mendel University of Agriculture and Forestry, Agronomy faculty, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: The goal of our study was to find the effect of extruded rapeseed feed on production performance and on the quality of eggs of the Isabrown hens. The feed contained rapeseed, wheat, and peas at a ratio of 3 : 4 : 3. There was 45% of this combination feed in the mixtures. This rapeseed feed was fed raw (groups NEEETR45) or extruded (groups EXTR45). There were four trials with sixteen hens in each group [2 x (4 x 16)]. The experimental mixtures were fed *ad libitum* to the hens starting from their 21 weeks of age. All hens' eggs were weighed when the hens were between 21st and 41st weeks of age. From 42nd to 50th weeks of age we recorded the number of eggs and we weighed them when we analyzed the quality of eggs. We analyzed the quality of eggs every 28th day, by determining the weight of eggs, the weight of yolk and albumen, yolk color, Haugh units, and the strength, weight and thickness of the eggshell. We also observed the feed consumption at weekly intervals. The average contents of glucosinolates in the mixtures were 0.855 mmol/kg in dry matter for the groups NEEETR45 and 0.765 mmol/kg in dry matter for the groups EXTR45. The results of production performances are summarized in Tables 5 and 7. The average frequency of egg production during the period from 21 to 50 weeks of age was $93.4 \pm 0.896\%$ in groups NEEETR45 and $94.2 \pm 0.828\%$ in groups EXTR45. Fig. 1 shows the pattern of egg production. We observed the largest difference in egg production between the groups in the period between the 29th and 47th week of age. The average daily feed consumption (from 21 to 50 weeks of age) was 110.7 ± 1.209 g/hen (groups NEEETR45) and 102.8 ± 1.027 g/hen (groups EXTR45). The difference of 7.9 g/hen/day was statistically significant ($P < 0.01$). Fig. 4 shows the influence of extrusion on feed consumption. Jeroch *et al.* (1995) registered only a slight decline in feed consumption because of the treatment. The average weight of eggs was 60.44 ± 0.361 g (NEETR45) and 59.37 ± 0.305 g (EXTR45). The difference of 1.07 g was not statistically significant. Fig. 2 shows the graph of the weight of eggs. The higher weight of eggs was caused by the higher intake of nutrients in groups NEEETR45. Conversely, Jeroch *et al.* (1995) did not observe the higher weight of eggs in the different groups, which were fed the expeller treated rapeseed. The average daily egg mass production was lower in groups EXTR45 (56.54 ± 0.542 g/hen) in comparison with groups NEEETR45 (57.43 ± 0.592 g/hen). The difference between the groups (0.89 g/hen) was caused by the higher weight of eggs in groups NEEETR45, but it was not statistically significant. Fig. 3 shows the egg mass production during the experiment. The feed conversion ratio was 1.95 ± 0.042 kg/kg in groups NEEETR45 and 1.83 ± 0.034 kg/kg in groups EXTR45. The difference 0.12 kg/kg was not statistically significant. When we used 13.5% of rapeseed in the mixtures, we reached a better feed conversion ratio than Jeroch *et al.* (1995), who used 10% of the expeller treated rapeseed in the mixture for hens. But, he reached a better feed conversion ratio for the hydrothermically expeller treated rapeseed for both laying hybrids. The quality of albumen expressed by Haugh units achieved the levels of 84.15 ± 0.7099 (NEETR45) and 82.05 ± 0.7198 (EXTR45). The difference of 2.1 Haugh units was not statistically significant. The strength and thickness of the eggshell was not influenced by the treatment. We did not observe any health problems of the hens during the experiment. We achieved higher egg laying production than in the hybrid standard (1996). We used 13.5% rapeseed in the mixtures. From our recorded data we calculated the equations for egg laying production at the age from 23th to 50th weeks. The equations are for NEEETR45 $y = -0.0119x^2 + 0.0184x + 97$ and for EXTR45 $y = -0.0144x^2 + 0.1431x + 97$. The average weight of eggs was almost the same as the hybrid standard indicates (60.0 g). We conclude that extrusion increases the utilization of nutrients because of better feed conversion ratios in the groups which received extruded rapeseed feed.

Keywords: hens; frequency of egg production; weight of eggs; feed consumption; rapeseed

Výsledky byly získány za podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum v Praze (č. EP/7193) a při řešení Výzkumného záměru MZLU Brno (č. J08/98:432100001).

ABSTRAKT: Řepka byla extrudována ve formě řepkového krmiva, které bylo tvořeno pšenicí, hrachem a řepkou v poměru 4 : 3 : 3 a do směsi bylo zařazeno v množství 45 %. Toto krmivo bylo zkrmováno surové (skupiny NEEEXTR45) nebo ošetřeno extruzí (skupiny EXTR45). Pokus jsme uspořádali faktorově [2 x (4 x 16)]. Průměrná intenzita snášky za sledované období (od 21. do 50. týdne věku slepic) byla u skupin NEEEXTR45 93,4 ± 0,896 % a u skupin EXTR45 94,2 ± 0,828 %. Průměrný denní příjem krmiva za prvních třicet týdnů snášky byl u skupin NEEEXTR45 110,7 ± 1,209 g/ks a u skupin EXTR45 102,8 ± 1,027 g/ks. Rozdíl 7,9 g/ks/den byl statisticky vysoce průkazný ($P < 0,01$). Průměrná hmotnost vejce ve skupinách NEEEXTR45 byla 60,44 ± 0,361 g a ve skupinách EXTR45 59,37 ± 0,305 g. Rozdíl 1,07 g byl statisticky nevýznamný. Průměrná denní produkce vaječné hmoty byla nižší u skupin EXTR45 (56,54 ± 0,542 g/ks) v porovnání s NEEEXTR45 (57,43 ± 0,592 g/ks). Rozdíl v průměrné denní produkci vaječné hmoty mezi skupinami byl statisticky nevýznamný (0,89 g/ks). Potřeba krmiva na produkci vaječné hmoty byla v průměru u skupin NEEEXTR45 1,95 ± 0,042 kg/kg a u skupin EXTR45 1,83 ± 0,034 kg/kg. Rozdíl (0,12 kg/kg) byl statisticky nevýznamný. Kvalita bílku vyjádřena Haughovými jednotkami dosáhla u skupiny NEEEXTR45 hodnoty 84,15 ± 0,7099 a u skupin EXTR45 hodnoty 82,05 ± 0,7198. Rozdíl 2,1 byl statisticky nevýznamný. Pevnost skořápky nebyla pokusným zásahem ovlivněna. Také v tloušťce skořápky nebyl mezi skupinami rozdíl. Během pokusu jsme nepozorovali žádné problémy ve zdravotním stavu slepic. Domníváme se, že extruze ovlivnila kvalitu řepkového krmiva tím, že zlepšila využití živin. To se prakticky projevilo zlepšením konverze krmiva.

Klíčová slova: slepice; intenzita snášky; hmotnost vajec; příjem krmiva; řepka

ÚVOD

Cílem našeho pokusu bylo ověřit vliv extruze řepky ve formě řepkového krmiva na parametry snášky a kvalitu vajec v průběhu prvních třiceti týdnů snášky u hybrida snášejičejího vejce s hnědou barvou skořápky Isabrown.

Použití ozimé řepky olejky (*Brassica napus*) ve výživě nosnic není běžnou záležitostí. Hlavní obava z jejího zkrmování plyne z obsahu antinutričních látek, především glukosinolátů a sinapinů. V zahraničí se řepkový extrahovaný šrot běžně používá v krmných směsích pro nosnice jako ekonomicky efektivní krmivo. Jde o řepkové extrahované šrotky z jarní řepky Canola, která má nižší obsah glukosinolátů v porovnání s našimi ozimými řepkami. Doporučená dávka řepkového extrahovaného šrotu typu Canola pro nosnice se v Kanadě pohybuje maximálně do deseti procent. U slepic snášejičejího vejce s hnědou skořápkou se doporučení pro použití těchto řepkových extrahovaných šrotů ve směsích pro nosnice pohybuje v Severní Americe kolem tři procent. A to proto, že část těchto slepic není schopna oxidovat trimethylamin, který způsobuje rybí zápach vajec a jehož prekursorzy jsou sinapiny a cholin, na trimethylaminoxid. Navíc štěpné produkty glukosinolátů snižují aktivitu trimethylaminoxidázy. Z důvodu vyššího obsahu antinutričních látek v ozimých řepkách typu "00" nedoporučují Zeman *et al.* (1998) zkrmovat nosnicím jak řepku, tak ani řepkový extrahovaný šrot či řepkové výlisky.

Jednou z možností, jak snížit obsah antinutričních látek řepky, je její tepelné ošetření extruzí. Dánické *et al.* (1998) zjistili, že po použití vyšší teploty při extruzi (105 °C) došlo k většímu snížení obsahu glukosinolátů u odrůd s nízkým obsahem glukosinolátů, než při použití teploty 98 °C. Na snížení obsahu glukosinolátů extruzí v řepkovém extrahovaném šrotu má vliv také délka ošetření, rychlost otáček šnekovnice a obsah vody (Huang *et al.*, 1995). Extruzí lze snížit obsah i dalších antinutričních látek, sinapinů, taninů a fenolických látek, jak uvádí

Reblová *et al.* (1995) a totéž potvrzují Jeroch *et al.* (1995), kteří použili hydrotermické ošetření u řepkových produktů a dosáhli snížení jak obsahu glukosinolátů, tak sinapinů.

MATERIÁL A METODY

Řepka byla extrudována ve formě řepkového krmiva, protože extruze samotné řepky není z technických důvodů proveditelná. Řepkové krmivo bylo tvořeno pšenicí, hrachem a řepkou v poměru 4 : 3 : 3 a do směsi bylo zařazeno v množství 45 %, což znamená 18 % pšenice, 13,5 % hrachu a 13,5 % řepky ve směsi ve formě řepkového krmiva. Toto krmivo bylo zkrmováno surové (skupiny NEEEXTR45) nebo ošetřené extruzí (skupiny EXTR45).

Pokus jsme provedli v pokusné stáji Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Složení krmných směsí uvádíme v tab. 1 a vypočtený obsah živin v krmných směsích v tab. 2. Krmné směsi jsme si míchali sami z krmných surovin. Pokus jsme uspořádali faktorově 2 x (4 x 16), kde faktor 2 je NEEEXTR45 a EXTR45, faktor 4 je opakovaná a číslo 16 znamená počet zvířat ve skupině. Slepice hybridní kombinace Isabrown jsme v 16. týdnu věku umístili do čtyřetážové klecové baterie po dvou kusech do klece. Skupiny byly rozmístěny tak, abychom vyloučili vliv umístění slepic. Světelný den jsme stanovili na 15 hodin světla denně v souladu s doporučením dodavatele hybridu. Od 21. týdne věku slepic jsme zkrmovali pokusné směsi *ad libitum*. Od 21. do 41. týdne věku slepic jsme vážili všechna vejce a od 42. do 50. týdne věku jsme zaznamenávali pouze počet snesených vajec a hmotnost vajec jsme sledovali po odběru vajec k analýze kvality. Kvalitu vajec jsme hodnotili jednou za 28 dnů a sledovali jsme hmotnost vejce, hmotnost žloutku a bílku, barvu žloutku, Haughovy jednotky, pevnost, hmotnost a tloušťku skořápky. Pevnost skořápky jsme měřili přístrojem Egg Crusher (firmy Veit Electronics, Brno,

Tab. 1. Složení krmných směsí (g/kg) – Feed mixture formulation (g/kg)

Krmivo ¹	Pokusná skupina ¹⁴	
	NEEXTR45	EXTR45
Pšenice – extrudovaná ²	0	180
Řepka – extrudovaná ³	0	135
Hrách – extrudovaný ⁴	0	135
Pšenice – neextrudovaná ⁵	180	0
Řepka – neextrudovaná ⁶	135	0
Hrách – neextrudovaný ⁷	135	0
Pšenice ⁸	210	210
Sójový extrahovaný šrot ⁹	60	60
Kukuřice ¹⁰	140	140
Rybí moučka ¹¹	30	30
Vápenec ¹²	10	10
Premix ¹³	100	100

Složení 1 kg premixu (Composition of 1 kg of premix):

Ca 310,5 g/kg, P 38,0 g/kg, P využitelný (available P) 33,3 g/kg, Na 7,9 g/kg, NaCl 15,8 g/kg, Mg 1,5 g/kg, K 0,6 g/kg, S 0,5 g/kg, Cu 45,4 mg/kg, Fe 1 311,7 mg/kg, Zn 555,0 mg/kg, Mn 549,7 mg/kg, Co 2,2 mg/kg, I 32,5 mg/kg, Se 4 mg/kg, vitamin E 231 mg/kg, K3 20,0 mg/kg, B1 20,6 mg/kg, B2 72,1 mg/kg, B6 30,0 mg/kg, B12 0,1 mg/kg, biotin 1,0 mg/kg, niacin 230,9 mg/kg, k. listová (folic acid) 9,6 mg/kg, calcium pantothenate 89,9 mg/kg, choline 4,672 mg/kg, L-lysine 404 mg/kg, Met 7 104 mg/kg, Thr 364 mg/kg, vitamin A 100 000 i.u./kg, D3 20 000 i.u./kg

¹feed, ²wheat – extruded, ³rapeseed – extruded, ⁴peas – extruded, ⁵wheat – non-extruded, ⁶rapeseed – non-extruded, ⁷peas – non-extruded, ⁸wheat, ⁹soybean meal, ¹⁰corn, ¹¹fish meal, ¹²limestone, ¹³premix, ¹⁴experimental group

Tab. 2. Obsah živin v krmných směsích na kilogram sušiny – Dietary nutrient contents per kilogram of dry matter

Živina ¹	Pokusná skupina ¹²	
	NEEXTR45 + EXTR45	
Sušina ²	g	873,0
N- látky ³	g	163,0
Metionin ⁴	g	3,4
Sírné aminokyseliny ⁵	g	6,6
Treonin ⁶	g	6,2
Vláknina ⁷	g	35,9
Kyselina linolová ⁸	g	8,5
AME _N	MJ	11,8
Ca	g	37,4
P	g	8,3
Na	g	1,4
Mg	g	1,6
Mn	mg	84,1
Zn	mg	84,9
Vit. A	tis. m.j. ¹³	11,6
Vit. D	tis. m.j.	2,0
Vit. E	mg	36,9
Riboflavin ⁹	mg	18,3
Cholin ¹⁰	mg	1 187,8
Vit. B ₁₂	ug	18,3
Biotin ¹¹	mg	0,2

¹nutrient, ²dry matter, ³protein, ⁴methionine, ⁵thiosulfuric amino acids, ⁶threonine, ⁷fiber, ⁸linoleic acid, ⁹riboflavin, ¹⁰choline, ¹¹biotin, ¹²experimental groups, ¹³thousand i.u.

Česká republika). Dále jsme sledovali příjem krmných směsí podle jednotlivých skupin v týdenních intervalech. Test průkaznosti rozdílů průměrů výběrů jsme prováděli *t*-testem, kdy testovaným kritériem je normovaná veličina Studentova rozdělení *t* (Snedecor a Cochran, 1967).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrný obsah antinutričních látek, stanovený v analytické laboratoři ve Výzkumném ústavu olejin v Opavě, uvádíme v tab. 3. Použitá metoda analýzy na obsah glukosinolátů byla vypracována na základě mezinárodní normy ISO 9167-1: 1992 (E). Obsah sinapinu byl stanoven analytickou metodou pro stanovení sinapinu (Kolovrat, 1990). Průměrný obsah glukosinolátů ve směsi s neextrudovaným řepkovým krmivem (NEEXTR45) byl 0,855 mmol/kg sušiny a u směsi s extrudovaným řepkovým krmivem (EXTR45) 0,765 mmol/kg sušiny.

Hodnocení parametrů užítkovosti

Výsledky parametrů užítkovosti slepic shrnujeme v tab. 4 a 5. Dosáhli jsme poměrně vysoké intenzity

snášky u obou skupin v porovnání s plemenným standardem Isabrown (1996), a to v průměru o 1,5 až 3,5 % vyšší. Průměrná intenzita snášky za sledované období (od 21. do 50. týdne věku slepic) byla u skupin NEEXTR45 93,4 ± 0,896 % a u skupin EXTR45 94,2 ± 0,828 %. Rozdíl 0,8 % ve prospěch skupiny s extrudovaným krmivem zůstal stejný i při posouzení intenzity snášky od předpokládaného vrcholu snášky (od 23. týdne), jak je patrné z obr. 1. Ze zjištěných hodnot jsme vypočetli polynomičké rovnice charakterizující průběh snášky od

Tab. 3. Obsah antinutričních látek v řepkovém krmivu (ŘK) – The content of anti-quality components in rapeseed feed (RF)

Ukazatel ¹		Neextrudované (ŘK) ⁴	Extrudované (ŘK) ⁵
Obsah sinapinu ²	mmol/kg	13,6	12,8
Obsah desulfoglukosinolátů ³	mmol/kg	1,9	1,7

Obsah sinapinu je stanoven v sušině odtučněného vzorku – Sinapine content was determined in dry matter of fat-free sample

Obsah desulfoglukosinolátů je stanoven v sušině vzorku – Desulfoglucosinolate content was determined in sample dry matter

¹parameter, ²sinapine content, ³desulfoglucosinolate content, ⁴non-extruded RF, ⁵extruded RF

Tab. 4. Vliv extruze na výsledky užitkovosti ve snášce od 21. do 41. týdne věku slepic – The effect of expeller-treated feed on laying performance from 21st to 41st week of hen age

Ukazatel ¹		Pokusná skupina ⁵	
		NEEXTR45	EXTR45
Hmotnost vejce ²	g	60,44 ± 0,361	59,37 ± 0,305
Produkce vaječné hmoty ³	g/den	57,43 ± 0,592	56,54 ± 0,542
Spotřeba krmiva na produkci vaječné hmoty ⁴	kg/kg	1,95 ± 0,042	1,83 ± 0,034

¹parameter, ²egg weight, ³egg mass production, ⁴feed consumption for egg mass production, ⁵experimental group

5. Vliv extruze řepkového krmiva na intenzitu snášky a příjem krmiva – The effect of expeller-treated rapeseed feed on laying intensity and feed intake

Ukazatel ¹		Věk (týdny) ⁴	Pokusná skupina ⁵	
			NEEXTR45	EXTR45
Snáška ²	%	21. – 50.	93,4 ± 0,896	94,2 ± 0,828
Snáška	%	23. – 50.	94,1 ± 0,610	94,9 ± 0,472
Přijem krmiva	g/ks/den	21. – 50.	110,7 ^b ± 1,209	102,8 ^a ± 1,027
Přijem krmiva	g/ks/den	23. – 50.	111,3 ^b ± 1,105	103,6 ^a ± 0,975

a, b = průměry stejného řádu označené rozdílnými písmeny jsou navzájem průkazně odlišné ($P < 0,05$) – a, b = means of the same order designated by different letters are significantly different from each other ($P < 0,05$)

¹parameter, ²laying intensity, ³feed intake, ⁴age (weeks), ⁵experimental group

23. do 50. týdne věku slepic. Průběh snášky nejlépe vyjadřuje rovnice paraboly:

pro skupiny NEEXTR45 má tvar:

$$y = -0,0119x^2 + 0,0184x + 97$$

s hodnotou spolehlivosti $R^2 = 0,7911$;

pro skupiny EXTR45 má tato rovnice tvar:

$$y = -0,0144x^2 + 0,1431x + 97$$

s hodnotou spolehlivosti $R^2 = 0,8051$,

kde y vyjadřuje intenzitu snášky v daném týdnu x .

Jeroch *et al.* (1995) neprokázali vliv hydrotermického ošetření řepkových produktů na intenzitu snášky u dvou hybridů. Domníváme se, že v jeho případě zkrácení délky pokusu (od 22. do 36. týdne věku slepic) neumožnilo prokázat účinnost zásahu. Nejvýraznější rozdíly v intenzitě snášky jsme pozorovali v období od 29. do 47. týdne věku slepic.

Průměrný denní příjem krmiva za prvních třicet týdnů snášky (od 21. do 50. týdne věku slepic) byl u skupin NEEXTR45 $110,7 \pm 1,209$ g/ks a u skupin EXTR45

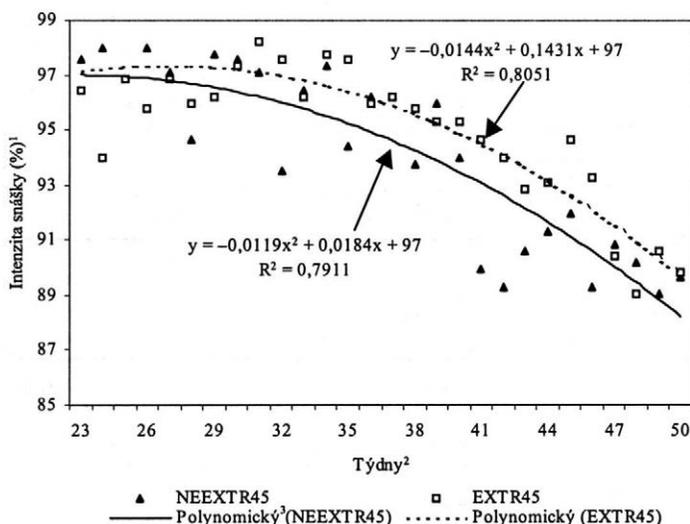


Fig. 1. Vliv extruze řepkového krmiva na vývoj intenzity snášky od 23. do 50. týdne věku slepic – The effect of expeller-treated rapeseed feed on laying intensity from 23rd to 50th week of hen age

¹laying intensity, ²weeks, ³polynomial course

102,8 ± 1,027 g/ks. Rozdíl 7,9 g/ks/den byl statisticky vysoce průkazný – $P < 0,01$. Trvalý vliv extruze řepkového krmiva na příjem krmiva je patrný z obr. 2. Při extruzi krmiva dochází ke změně jeho struktury a zvyšuje se i jeho následná sušina, což může být příčinou snížení atraktivnosti takto upraveného krmiva pro slepice. Grala *et al.* (1994) v pokuse (na krysách) pozorovali podobný vliv extruze na příjem krmiva a prokázali, že na příjem extrudovaného krmiva má vliv nejen délka ošetření, ale i použitá teplota. Naproti tomu Jeroch *et al.* (1995) zaznamenali jen nepatrné snížení příjmu krmiva po tepelném ošetření pouze u jednoho z hybridů.

Průměrná hmotnost vejce ve skupinách NEEEXTR45 byla 60,44 ± 0,361 g, ve skupinách EXTR45 59,37 ± 0,305 g. Rozdíl 1,07 g byl statisticky nevýznamný. Vývoj hmotnosti vajec do 50. týdne věku slepic znázorňuje obr. 3.

Z obr. 3 je zřejmý rozdíl mezi skupinami v hmotnosti vajec, který se s přibývajícím věkem prohlubuje ve prospěch skupiny NEEEXTR45. Vyšší hmotnost vajec u skupin NEEEXTR45 byla způsobena celkově vyšším příjmem živin u těchto skupin. Naopak Jeroch *et al.* (1995) neprokázali zvýšení hmotnosti vajec u skupin kmených tepelně ošetřenými řepkovými produkty. Použitím extrudovaného řepkového krmiva by se dala snížit hmotnost vajec, jejíž zvyšování ke konci snášky není z hlediska producentů konzumních vajec žádoucí. Průměrná hmotnost vejce u skupin EXTR45 byla dokonce nižší, než uvádí plemenný standard (Isabrown, 1996) pro toto období (60,0 g).

Průměrná denní produkce vaječné hmoty souvisí jak s hmotností vejce, tak s intenzitou snášky. V našem pokusu byla nižší u skupin EXTR45 (56,54 ± 0,542 g/ks) v porovnání s NEEEXTR45 (57,43 ± 0,592 g/ks). Rozdíl

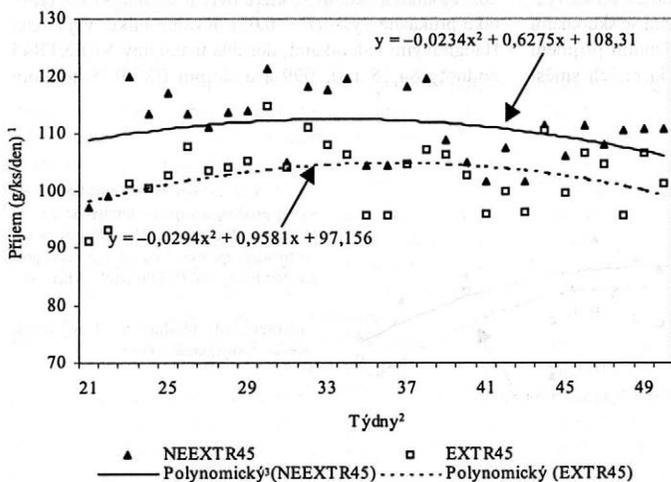


Fig. 2. Vliv extruze řepkového krmiva na příjem krmiva od 21. do 50. týdne věku slepic – The effect of expeller-treated rapeseed feed on feed intake from 21st to 50th week of hen age

¹feed intake (g/hen/day), ²weeks, ³polynomial course

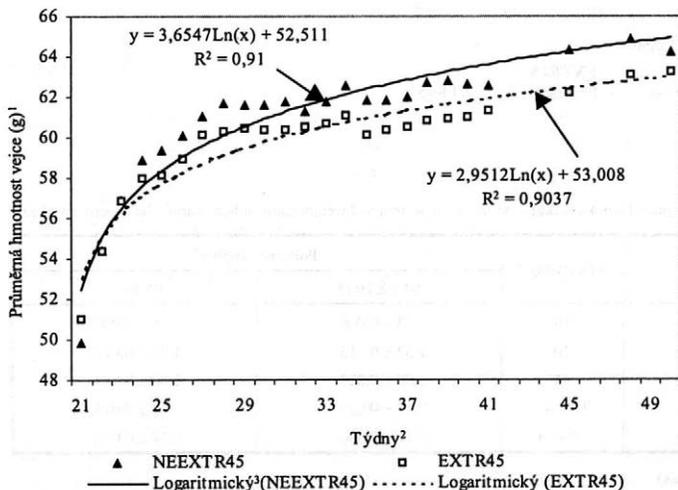


Fig. 3. Vliv extruze řepkového krmiva na vývoj hmotnosti vajec od 21. do 50. týdne věku slepic – The effect of expeller-treated rapeseed feed on egg weight from 21st to 50th week of hen age

¹average egg weight, ²weeks, ³logarithmic course

v průměrné denní produkci vaječné hmoty mezi skupinami byl statisticky nevýznamný (0,89 g/ks). V našem případě byl rozdíl zapříčiněn především vyšší hmotností vajec ve skupinách NEEEXTR45, takže ani mírně vyšší intenzita snášky u skupin EXTR45, nedokázala vyrovnat tento deficit. Vývoj produkce vaječné hmoty v průběhu pokusu je znázorněn na obr. 4.

Zajímavý výsledek jsme zjistili u konverze krmiva. Potřeba krmiva na produkci vaječné hmoty byla v průměru u skupin NEEEXTR45 $1,95 \pm 0,042$ kg/kg a u skupin EXTR45 $1,83 \pm 0,034$ kg/kg, avšak rozdíl (0,12 kg/kg) byl statisticky nevýznamný. Zlepšenou konverzi krmiva u skupin EXTR45 je třeba posoudit ve vztahu ke změně živé hmotnosti slepic během pokusu. Průměrné hmotnosti slepic během pokusu jsou uvedeny v tab. 6. Na počátku pokusného období byl rozdíl v průměrné hmotnosti mezi skupinami 0,03 kg, ve 44. týdnu byly hmotnosti slepic u obou skupin shodné. Z toho vyplývá, že slepice skupin NEEEXTR45 přibíraly v průměru za období od 20. do 44. týdne věku o 0,03 kg více na slepici v porovnání se skupinami EXTR45, což bylo způsobeno vyšším denním příjmem krmiva. Při zařazení 13,5 % řepky do krmných směsí

jsme dosáhli lepší konverze než Jeroch *et al.* (1995), kteří zařadili do směsí 10 % řepkových produktů. Nicméně i oni zaznamenali zlepšení konverze krmiva po hydrotermickém ošetření řepkových produktů u obou testovaných snáškových hybridů. Také Marsman *et al.* (1997) porovnávali vliv tepelného ošetření (toastování a extruze sójového extrahovaného šrotu) na parametry užitkovosti brojlerů a zaznamenali zlepšení konverze u extruze v porovnání s toastováním.

Hodnocení kvalitativních ukazatelů vajec

Průměrné hodnoty vybraných kvalitativních ukazatelů vajec jsou uvedeny v tab. 7. Protože rozbory vajec byly prováděny ve čtyřtýdenních intervalech, hodnotili jsme rozdíl v hmotnosti vajec jako statisticky průkazný ($P < 0,05$). S vyšší hmotností vajec souvisí i vyšší hmotnost žloutku a skořápky, které byly u skupin NEEEXTR45 také průkazně vyšší ($P < 0,05$). Kvalita bílku, vyjádřena Haughovými jednotkami, dosáhla u skupiny NEEEXTR45 hodnoty $84,15 \pm 0,7099$ a u skupin EXTR45 hodnoty

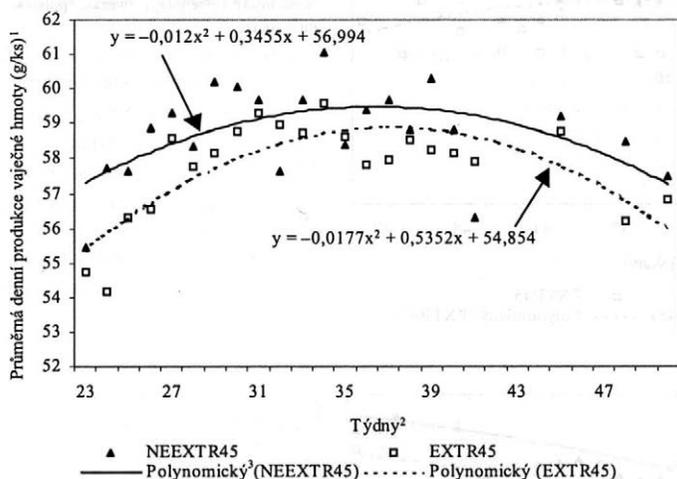


Fig. 4. Vliv extruze řepkového krmiva na vývoj produkce vaječné hmoty od 23. do 50. týdne věku slepic – The effect of expeller-treated rapeseed feed on egg mass production from 23rd to 50th week of hen age

¹average daily production of egg mass, ²weeks, ³polynomial course

Tab. 6. Průměrná živá hmotnost a přírůstek slepic v průběhu pokusu (kg) – Average live weight and weight gains of hens during the experiment (kg)

Ukazatel ¹	Věk (týdny) ⁴	Pokusná skupina ⁵	
		NEEEXTR45	EXTR45
Hmotnost ²	kg	16	
		1,33 ± 0,006	1,35 ± 0,007
Hmotnost	kg	20	
		1,53 ± 0,013	1,56 ± 0,012
Hmotnost	kg	44	
		1,80 ± 0,022	1,80 ± 0,013
Přírůstek ³	kg	16 – 44	
		0,47 ± 0,025	0,46 ± 0,013
Přírůstek	kg	20 – 44	
		0,27 ± 0,030	0,24 ± 0,018

¹parameter, ²live weight, ³weight gain, ⁴age (weeks)

7. Průměrné kvalitativní ukazatele vajec za pokusné období – Means of egg quality parameters over the experimental period

Ukazatel ¹		Pokusná skupina ¹⁰	
		NEEXTR45	EX R45
Hmotnost vejce ²	g	62,11 ^b ± 0,2394	60,72 ^a ± 0,2542
Hmotnost žloutku ³	g	15,64 ^b ± 0,1101	15,04 ^a ± 0,0971
Hmotnost bílku ⁴	g	40,34 ± 0,1891	39,72 ± 0,2025
Haughovy jednotky ⁵	–	84,15 ± 0,7099	82,05 ± 0,7198
Barva žloutku ^{6*}	–	5,43 ± 0,0426	5,47 ± 0,0392
Pevnost skořápky ⁷	N*cm ⁻²	37,724 ± 0,3741	37,196 ± 0,3879
Hmotnost skořápky ⁸	g	6,13 ^b ± 0,0263	5,96 ^a ± 0,0283
Tloušťka skořápky ⁹	mm	0,389 ± 0,0014	0,387 ± 0,0013

a, b = průměry stejného řádu označené rozdílnými písmeny jsou navzájem průkazně odlišné ($P < 0,05$) – a, b = means of the same order designated by different letters are significantly different from each other ($P < 0.05$)

*barvu žloutku jsme určovali podle stupnice Yolk Colour Fan firmy Hoffman la Roche (1993) – *yolk color was determined according to the Yolk Color Fan by Hoffman la Roche company (1993)

¹parameter, ²egg weight, ³yolk weight, ⁴albumen weight, ⁵Haugh units, ⁶yolk color*, ⁷eggshell strength, ⁸eggshell weight, ⁹eggshell thickness

82,05 ± 0,7198. Rozdíl 2,1 byl statisticky nevýznamný. Pevnost skořápky nebyla pokusným zásahem ovlivněna. Také v tloušťce skořápky nebyl mezi skupinami rozdíl.

Během pokusu jsme nepozorovali žádné změny ve zdravotním stavu slepic.

V pokusu na slepicích hybridní kombinace Isabrown jsme dosáhli vyšší intenzity snášky, než předpokládá plemenný standard i přesto, že jsme v krmných směsích použili 13,5 % řepky. Ze zjištěných hodnot jsme vypočetli rovnici charakterizující průběh snášky od 21. do 50. týdne věku slepic. Pro skupiny NEEXTR45 má tvar $y = -0,0119 x^2 + 0,0184 x + 97$. Pro skupiny EXTR45 má tato rovnice tvar $y = -0,0144 x^2 + 0,1431 x + 97$. Průměrná hmotnost vejce se pohybovala na přibližně stejné úrovni v porovnání s plemenným standardem (60,0 g). Domníváme se, že extruze ovlivnila kvalitu řepkového krmiva tak, že zlepšila využití živin. To se prakticky projevilo tak, že se zlepšila konverze krmiva.

LITERATURA

Dänicke S. Kracht W., Jeroch H., Zachmann R., Heidenreich E., Löwe, R. (1998): Effect of different technical treatments of rapeseed on the feed value for broilers and laying hens. Arch. Anim. Nutr., 51: 53–62.

Grala W., Pastuszewska B. Smulikowska S., Buraczewska L., Gdala J. (1994): Effect of thermal processing on the protein value of double-low rapeseed products. J. Anim. Feed Sci., 3: 43–55.

Huang S., Liang M., Lardy G., Huff H. E., Kerley M. S., Hsieh F. (1995): Extrusion processing of rapeseed meal for reducing glucosinolates. Anim. Feed Sci. Technol., 56: 1–9.

Isabrown, Management guide (1996).

Jeroch H., Danicke S., Zachmann R. (1995): Feeding value and suitability of rape seed expeller in laying hen feeding. Agribiol. Res., 48: 248–256.

Kolovrat O. (1990): Analytická metoda stanovení sinapinu. Opava, ČSVTS. 8 s.

Marsman G. J. P., Gruppen H., Poel A. F. B., Kwakkel R. P., Verstegen M. W. A., Voragen A. G. J. (1997): The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance ileal nutrient digestibility and chyme characteristics in broiler chicks. Poult. Sci., 76: 864–872.

Mezinárodní norma ISO 9167-1: 1992 (E). Rapeseed – Determination of glucosinolates contents. Part 1. Methods using high performance liquid chromatography.

Reblová Z., Piskačová J., Farníková L., Pokorný J., Moscicki L., Matyka S. (1995): Influence of extrusion-cooking on antinutritive substances in rapeseed-legume concentrates. Biuletin Naukowy Przemysłu Paszowego, 34: 5–19.

Snedecor G., Cochran W. (1967): Statistical methods. The Iowa State University Press. 593 pp.

Zeman L., Klecker D., Lichovníková M. (1998): Řepka – využití u monogastričních zvířat. Krmivářství, 5: 17–31.

Došlo 23. 6. 2000

Přijato k publikování 4. 9. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. Martina Lichovníková, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Ústav výživy a krmení hospodářských zvířat, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: +420 5 13 31 71, e-mail: lichov@mendelu.cz

*Potřebujete informace o novinkách ve výrobě potravin,
inovaci potravinářských výrobků, balení potravin,
hodnocení kvality potravin, potravinářské legislativě apod.?*

SVĚTOVÝ ZDROJ INFORMACÍ Z OBLASTI POTRAVINÁŘSTVÍ

FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS (FSTA)

**Databáze obsahuje přes 500 000 anotovaných záznamů v anglickém jazyce
s retrospektivou od roku 1969**

Ze světové odborné literatury pokrývá následující oblasti: potravinářská věda a technologie, potravinářské inženýrství, biotechnologie, hygiena a toxikologie potravin, potraviny rostlinného a živočišného původu, kvasný a nápojový průmysl, balení, obaly, ekonomika a legislativa.

Informace poskytujeme formou:

- retrospektivních rešerší na požadovaná témata z celé či vymezené retrospektivy
- průběžných rešerší na základě trvalých objednávek ze čtvrtletních přírůstků databáze

ČESKÁ POTRAVINÁŘSKÁ BÁZE DAT

Rešerše z FSTA doplňujeme informacemi z databáze

ALIMIS-CS

Databáze obsahuje v retrospektivě od roku 1993 asi 20 000 záznamů v českém jazyce

o člancích z vědeckých a odborných časopisů, o knihách, ročenkách, sbornících z konferencí, patentech a normách. Primární zdroje informací lze nalézt v *Ústřední zemědělské a potravinářské knihovně* v budově ÚZPI.

Výstupy z obou databází jsou k dispozici v tištěné formě či na disketách, případně je můžeme zaslat e-mail poštou.

Bližší informace podají: *Ing. H. Slezáková*, vedoucí sekce DATA
Mgr. T. Oldřichová, *Ing. M. Macháčková*

Vaše dotazy a objednávky adresujte na ÚZPI – sekce DATA

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ



Slezská 7, 120 56 Praha 2

tel.: (02) 24 25 79 39/l. 469, 276, (02) 24 25 74 75

fax: (02) 24 25 39 38, e-mail: reserse@uzpi.cz

<http://www.uzpi.cz>

VPLYV NEGENETICKÝCH FAKTOROV NA PRODUKCIU A ZLOŽENIE MLIEKA KÔZ PLEMENA BIELA KRÁTKOSRSTÁ KOZA

THE EFFECT OF NONGENETIC FACTORS ON MILK YIELD AND COMPOSITION IN GOATS OF WHITE SHORT-HAIRED BREED

M. Margetín¹, M. Milerski²

¹Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

²Research Institute of Animal Production, Prague-Uhřetěves, Czech Republic

ABSTRACT: The objective of the paper was to determine the effect of some nongenetic factors on milk yield and composition in goats of White Short-Haired breed (WSH); their population is largest in Slovakia. Another objective was to determine differences in the production and content of basic milk constituents in the goat population concerned using a suitable model of the analysis of covariance, in relation to lactation number and number of sucking kids. A total of 4 950 lactations of goats from 64 farms were assessed; data were acquired as part of milk records (MR) in 1995–1997. All records of WSH goats were excluded from the analysis if milking period (MP) was shorter than 150 days and longer than 325 days, if the interval between parturition and 1st milk control (INT) was shorter than 10 days and longer than 70 days, and if the actual milk yield of goats was lower than 100 l and higher than 1 300 l. Milk yield was measured after kid weaning. Other data excluded from the analysis concerned fat content lower than 2% and higher than 5.5%, average protein content lower than 2% and higher than 4% and average lactose content per milking period lower than 2% and higher than 5%. The least-squares method and several linear models with fixed effects (GLM-SAS ver. 6.1. method) were used for estimation of the effect of environmental factors in adjusted data from MR. The effects of these factors: farm (F), lactation number (LN), check year (Year), season, i.e. month of parturition (Se), number of sucking kids (NSK), and of composite variable FYS (F x Year x Se) and two accompanying variables (MP, INT) were estimated, as exerted on actual and standardized milk yield (AMY, SMY) and on fat, protein and lactose contents (%F, %P, %L). Standardized yield was calculated per 240-day milking period. The highest determination coefficients (R^2) were calculated in models with composite variable FYS; they were substantially higher for AMY and SMY (0.76–0.79) than for %F, %P and %L (0.38–0.47; Table 2, 5, 7). If factor F was excluded from the analysis of covariance, the fall of R^2 values was steep (in comparison with the other analyzed factors) for both the production and milk constituents. Factors F, LN, Year, Se, FYS were found to have a significant effect ($P < 0.001$) on AMY and SMY, and a considerable effect on %F, %P and %L (Table 3). The significance of the effect of factor NSK on milk yield and composition was related to other analyzed environmental factors to a large extent. But it is to state that the effect of the latter factor on AMY was statistically significant ($P < 0.05$, Table 3, 5). Neither linear nor quadratic effect of MP and INT on milk yield was observed. Variability in MP was conditioned by factors Year, F and Se (Table 2, 3), being 214 days on average with a range from 151 to 314 days. In the population of WSH goats, actual milk yield after adjustment of systematic environmental effects (LSM) amounted to 396.9 l, SMY 450.7 l, fat content 3.54%, protein content 2.83% and lactose content 4.47% (Table 4). Goats in the 1st lactation (AMY 378.3 l, SMY 428.4 l) produced less milk than goats in higher lactations ($P < 0.001$; Table 6). Actual and standardized milk yield of goats in the 2nd lactation was also significantly lower than that of goats in the 3rd and 4th lactations ($P < 0.001$), when milk production was at a maximum level. The highest SMY in milking period was achieved also by goats that nursed triplets (493.3 l). In comparison with goats nursing single kids or twins till weaning this difference was statistically significant ($P < 0.05$). Goats in the 1st lactation had a significantly higher content of proteins (2.92%) than goats in the 3rd lactation (2.86%, $P < 0.001$) and in the other lactations ($P < 0.01$; Table 8). The number of sucking kids during nursing did not have a significant effect on goat milk composition. All data will be used to draw up proposals of new methods of breeding value estimates in WSH goats that should be used for selection aimed at faster genetic progress in milk and utilizable dry matter production.

Keywords: goat; milk yield; fat content; protein content; milking period; nongenetic factors; analysis of covariance

ABSTRAKT: Analyzovaný bol vplyv negenetických faktorov na ukazovatele mliekovej úžitkovosti kôz plemena biela krátkosrstá koza (BKK). Do analýzy bolo zahrnutých 4950 laktácií kôz zo 64 stád. Dubiózne údaje boli z analýzy vylúčené. Použité boli viaceré lineárne modely s pevnými efektmi (SAS-GLM). Vyhodnocovaný bol vplyv faktora stádo

(ST), poradie laktácie (PL), kontrolný rok (Rok), obdobie, t.j. mesiac okotenía (Ob), počet cicajúcich kozliat (PCK), združená premenná SRO (ST x Rok x Ob), ako aj dvoch sprievodných premenných, na skutočnú a normovanú (240-dňovú) produkciu mlieka (SPM, NPM) a ďalej na obsah tuku, bielkovín a laktózy (% T, % B, % L). Zistili sme, že faktor ST, PL, Rok, Ob, SRO má štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,001$) na SPM i NPM, ale aj na % T, % B a % L. Variabilita v dĺžke dojnej periódy (DDP) bola podmienená predovšetkým faktorom ST, Rok a Ob. U analyzovanej populácie kôz plemena BKK bola SPM (LSM) 396,9 l, NPM 450,7 l, priemerný obsah tuku 3,54 %, bielkovín 2,83 % a laktózy 4,47 %. Kozy na 1. laktácii vyprodukovali menej mlieka v porovnaní s kozami na vyšších laktáciách ($P < 0,001$). Najvyššiu SPM počas dojnej periódy mali kozy odchovávané trojčatá (493,3 l). Nebol zistený lineárny ani kvadratický vplyv DDP na produkciu mlieka. Kozy na 1. laktácii mali preukazne vyšší obsah bielkovín (2,92 %) ako kozy na 3. (2,86 %, $P < 0,001$) ale tiež na ostatných laktáciách ($P < 0,01$).

Kľúčové slová: koza; produkcia mlieka; obsah tuku; obsah bielkovín; dojná perióda; negenetické faktory; analýza kovariancie

ÚVOD

Selekcia dojných kôz v podmienkach Slovenska sa opiera o jednoduchý selekčný index, pri ktorom je zohľadňovaná produkcia mlieka, plodnosť a exteriér hodnotených jedincov. Najväčší dôraz pri výbere kôz na ďalšiu plemenitbu je kladený na produkciu mlieka, ktorá je zisťovaná za dojnú periódu v zmysle platných požiadaviek ICAR (Margetín, 1997). Pri stanovovaní čiastkovej triedy plemennej hodnoty kôz za ukazovateľ produkcia mlieka podľa doteraz používaného systému hodnotenia sa len čiastočne zohľadňujú systematické vplyvy prostredia. Podľa autorov Alderson a Pollak (1980), Iloeje *et al.* (1981), Kennedy *et al.* (1981), Mocquot a Ricordeau (1981), Mourad (1992), Večeřová a Křížek (1993b), Rabasco *et al.* (1993) a ďalších patrí medzi hlavné negenetické faktory ovplyvňujúce produkciu mlieka: dĺžka dojnej periódy, resp. laktácie, faktor stádo, počet cicajúcich kozliat, poradie laktácie, resp. vek matiek, mesiac a rok okotenía a niektoré ďalšie.

Obsah základných zložiek mlieka (tuk, bielkoviny, laktóza) sa v rámci kontroly mliekovej úžitkovosti kôz na Slovensku síce zisťuje (minimálne u kôz na 1. laktácii), v selekcii, ani pri výkupu mlieka sa však tieto údaje doteraz nevyužívajú. Negatívne genetické korelácie medzi produkciou mlieka kôz a obsahom tuku a bielkovín (Kennedy *et al.*, 1982) poukazujú na potrebu zohľadňovať v selekcii aj zloženie mlieka (Boichard *et al.*, 1989), najmä ak zohľadníme fakt, že väčšina kozieho mlieka sa používa na výrobu syrov. Ak budeme chcieť pri odhadoch plemennej hodnoty kôz zohľadňovať na Slovensku nielen produkciu, ale aj obsah základných zložiek mlieka (najmä bielkovín a tuku), potom je nevyhnutné poznať do akej miery sú tieto zložky ovplyvňované negenetickými vplyvmi prostredia (Mavrogenis *et al.*, 1989; Kala a Prakash, 1990; Rabasco *et al.*, 1993; Večeřová a Křížek, 1993b). Čo najpresnejšie zohľadnenie vplyvu systematických faktorov prostredia pri genetickom hodnotení kôz je totiž základným predpokladom dosiahnutia selekčného pokroku a genetického zisku v rozhodujúcom produkčnom ukazovateli dojných kôz (Milerski, 1998; El-Saied *et al.*, 1998).

Cieľom predkladanej práce bolo zistiť vplyv vybraných negenetických faktorov prostredia na produkciu a zloženie mlieka kôz plemena biela krátkosrstá koza (BKK), najpočetnejšie plemeno kôz chované na Slovensku, a stanoviť rozdiely v produkcii a obsahu základných zložiek mlieka kôz analyzovanej populácie v závislosti od ich poradía laktácie a počtu cicajúcich kozliat.

MATERIÁL A METÓDY

K analýze vplyvu negenetických faktorov prostredia na mliekovú úžitkovosť kôz bola použitá databáza údajov z kontroly mliekovej úžitkovosti (KMÚ) spracovávaná a vedená v Účelovom zariadení ŠPÚ Žilina za roky 1995 až 1997. U každej kozy zahrnuté do analýzy sa požadovalo, aby okrem skutočnej (SPM) a normovanej produkcie mlieka (NPM) prepočítanej na 240 dní (Margetín, 1997) a obsahu tuku (% T), bielkovín (% B) a laktózy (% L) boli k dispozícii tieto údaje: identifikácia stáda, poradie laktácie, počet cicajúcich kozliat, mesiac okotenía matky, interval (v dňoch) od okotenía po 1. kontrolné meranie mlieka (INT) a počet dní dojnej periódy (DDP) (tab. 1). Primárne údaje z KMÚ boli verifikované a všetky dubiozne údaje a údaje, ktoré nezodpovedali platnej metodike KMÚ boli z analýzy vylúčené. Z analýzy boli vyradené všetky záznamy BKK v prípade, že DDP bola kratšia ako 150 dní a dlhšia ako 325 dní, ďalej ak interval medzi okotením kozy a 1. kontrolným meraním mlieka bol menší ako 10 a väčší ako 70 dní a ak SPM kôz bola nižšia ako 100 l a vyššia ako 1 300 l. Z analýzy boli vylúčené tiež všetky údaje analyzovanej populácie kôz v prípade, že obsah tuku bol menší ako 2 % a vyšší ako 5,5 %, ak priemerný obsah bielkovín bol menší ako 2 % a vyšší ako 4 % a ak priemerný obsah laktózy bol za dojnú periódu nižší ako 2 % a vyšší ako 5 %.

Odhad vplyvu jednotlivých faktorov prostredia u očistených údajov z KMÚ bol robený metódou najmenších štvorcov, s využitím viacerých modelov s pevnými efektmi (metóda GLM-SAS ver. 6.1.). V prvej fáze analýzy údajov z KMÚ bol použitý nasledovný model:

Tab. 1. Základné variačno-štatistické charakteristiky ukazovateľov mliekovej úžitkovosti kôz analyzovaného súboru – Basic variation-statistical characteristics of milk performance parameters in goats of the analyzed breed

Ukazovateľ ¹	Počet laktácií ⁹	Priemer ¹⁰	Smerodajná odchýlka ¹¹	Minimálna hodnota ¹²	Maximálna hodnota ¹³
Skutočná produkcia mlieka ² (l)	4 950	406,6	190,55	100,8	1 289,7
Normovaná produkcia mlieka ³ (l)	4 336	461,1	198,16	124,7	1 481,6
Obsah tuku ⁴ (%)	4 700	3,59	0,578	2,1	5,4
Obsah bielkovín ⁵ (%)	4 417	2,90	0,342	2,1	3,9
Obsah laktózy ⁶ (%)	4 708	4,47	0,213	3,6	4,9
Dĺžka dojnej periódy ⁷ (d)	4 950	214,1	31,21	151	314
Interval od okotenía po 1. KMM ⁸ (d)	4 950	53,3	13,04	10	70

KMM = kontrolné meranie mlieka – CMR = control milk recording

¹parameter, ²actual milk production, ³standardized milk production, ⁴fat content, ⁵protein content, ⁶lactose content, ⁷milking period, ⁸interval between delivery and 1st CMR, ⁹number of lactations, ¹⁰mean, ¹¹standard deviation, ¹²minimum value, ¹³maximum value

$$Y_{ijklmn} = \mu + ST_i + PL_j + Rok_k + Ob_l + PCK_m + b1.INT + e_{ijklmn} \quad (\text{Model 1})$$

kde: Y_{ijklmn} – iijklmn-té pozorovanie (SPM, NPM, % T, % B, % L, DDP)

μ – všeobecný priemer

ST_i – vplyv stáda ($i = 64$)

PL_j – vplyv poradia laktácie, resp. veku kôz ($j = 1, 2, 3, 4$ a 5 , pričom číslo 5 znamená 5 a viacročné kozy)

Rok_k – vplyv kontrolného roku ($k = 1, 2, 3$ tj. r. 1995, 1996 a 1997)

Ob_l – vplyv obdobia (mesiaca) kotenía ($l = 1, 2, 3, 4$ a 5 , kde číslo 1 znamená, že koza bola okotená v mesiaci december alebo január, číslo 2 február, 3 marec, 4 apríl a 5 máj a jún)

PCK_m – vplyv počtu cicajúcich kozliat počas odchovu ($m = 0, 1, 2, 3$ resp. 4 kozl'atá, pričom číslo 0 znamená, že koza mala buď potrat alebo mŕtvo narodené kozl'a či kozl'atá, resp. v primárnych údajoch z KMÚ nebol tento údaj evidovaný)

$b1$ – lineárny regresný koeficient Y_{ijklmn} na INT

Na základe výsledkov získaných analýzou faktorov prostredia podľa modelu 1 a 2 sme v ďalšej časti použili tento model analýzy kovariancie:

$$Y_{ijkl} = \mu + SRO_i + PL_j + PCK_k + b1.INT + b2.INT^2 + b3.DDP + b4.DDP^2 + e_{ijkl} \quad (\text{Model 3})$$

Pri použití tohoto modelu, kde sme brali v úvahu aj lineárny a kvadratický regresný koeficient Y_{ijkl} na INT a DDP sme dostali najvyššie koeficienty determinácie. Otestovaná bola významnosť sledovaných faktorov prostredia pri tomto modeli analýzy kovariancie so združenou premennou SRO a zisťovaná bola aj významnosť rozdielov v ukazovateli SPM, NPM, % T, % B a % L medzi jednotlivými podskupinami v rámci faktorov poradia laktácie a počet cicajúcich kozliat. Pri použití tohoto modelu boli do analýzy zahrnuté iba kozy, ktorých interval od okotenía po 1. kontrolné meranie mlieka sa pohyboval v rozmedzí 40 až 70 dní.

U takto zostaveného modelu a následne u všetkých modelov analýzy kovariancie, z ktorých boli postupne vypúšťané jednotlivé faktory prostredia (tab. 2) sme pre SPM, NPM, % T, % B, % L a DDP stanovili koeficient determinácie (R^2) a tiež smerodajnú odchýlku zohľadňujúcu analyzované faktory prostredia (RSD). Naším zámerom bolo čo najpresnejšie odhadnúť podiel vplyvu jednotlivých faktorov na celkovej variabilite sledovaných ukazovateľov mliekovej úžitkovosti. Koeficient determinácie a RSD sme stanovili aj pre model so združenou premennou SRO (stádo x rok x obdobie), pretože pri genetickom hodnotení hospodárskych zvierat pomocou BLUP-AM sa spravidla používajú metódy zahrňujúce túto združenú premennú (Barillet *et al.*, 1992; Milerski, 1998). V tomto prípade bol použitý model :

$$Y_{ijkl} = \mu + SRO_i + PL_j + PCK_k + b1.INT + e_{ijkl} \quad (\text{Model 2})$$

Pri použití uvedených modelov analýzy kovariancie bola stanovená pre všetky testované faktory prostredia tiež ich významnosť vplyvu (hladina štatistickej preukaznosti F hodnoty) na SPM, NPM, % T, % B, % L a DDP (tab. 3).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tab. 1 sú uvedené základné variačno-štatistické charakteristiky pre sledované ukazovatele mliekovej úžitkovosti kôz plemena BKK, ktoré boli zistené v analyzovanom súbore pred zohľadnením vplyvu negenetických faktorov. Z tab. 1 vyplýva, že variabilita v SPM je vysoká a pohybuje sa prakticky v rozmedzí 100 až 1 300 l. Napriek tomu, že boli z analýzy vylúčené extrémne hodnoty obsahu základných zložiek, variabilita predovšetkým v % T je neúmerne vysoká, čo môže súvisieť aj s problémami pri odberoch a laboratórnom spracovaní vzoriek mlieka. Priemerná DDP pri BKK (214 dní) bola takmer o jeden mesiac kratšia ako požadovaná štandardná dĺžka dojnej periódy (240 dní).

Podľa výsledkov uvedených v tab. 2 sa koeficient determinácie pre SPM, pri zohľadnení všetkých analyzovaných faktorov prostredia podľa modelu 1, rovnal hodnote 0,65. Hodnota smerodajnej odchýlky priemeru

Tab. 2. Analýza vplyvu použitého modelu analýzy kovariancie (GLM metóda) na koeficient determinácie (R^2) a smerodajnú odchýlku (RSD) sledovaných ukazovateľov mliekovej úžitkovosti kôz – Analysis of the effect of the covariance analysis model (GLM method) on determination coefficient (R^2) and standard deviation (RSD) of the parameters of milk performance in goats

Použitý model* ¹		Skutočná produkcia mlieka ¹⁰	Normovaná produkcia mlieka ¹¹	Obsah tuku ¹²	Obsah bielkovín ¹³	Obsah laktózy ¹⁴	Dĺžka dojenej periódy ¹⁵
Všetky analyzované faktory prostredia ²	R^2	0,65	0,64	0,33	0,35	0,35	0,72
	RSD	112,93	119,97	0,48	0,28	0,17	16,55
Bez faktora stádo ³	R^2	0,24	0,18	0,08	0,21	0,22	0,53
	RSD	166,25	179,44	0,56	0,30	0,19	21,42
Bez faktora poradie laktácie ⁴	R^2	0,61	0,60	0,33	0,35	0,35	0,72
	RSD	119,23	129,79	0,48	0,28	0,17	16,62
Bez faktora rok ⁵	R^2	0,61	0,63	0,32	0,34	0,24	0,45
	RSD	120,32	121,38	0,48	0,28	0,19	23,37
Bez faktora obdobie ⁶	R^2	0,63	0,63	0,33	0,34	0,35	0,62
	RSD	116,90	120,81	0,48	0,28	0,17	19,49
Bez faktora počet kozliat ⁷	R^2	0,65	0,64	0,33	0,35	0,35	0,72
	RSD	113,34	120,25	0,48	0,28	0,17	16,68
Bez sprievodnej premennej interval ⁸	R^2	0,65	0,64	0,33	0,27	0,35	0,71
	RSD	112,95	120,20	0,48	0,29	0,17	16,98
Združená premenná SRO + ostatné faktory ⁹	R^2	0,79	0,78	0,45	0,47	0,47	0,88
	RSD	90,51	97,25	0,45	0,26	0,16	11,17

*vid' kapitolu Materiál a metódy – *see the Material and Methods section

SRO = združená premenná stádo × rok × obdobie (mesiac okotenía) – FYS = composite variable farm × year × season (month of parturition)
RSD = smerodajná odchýlka po úprave zohľadňujúcej analyzované negenetické faktory – RSD = standard deviation after adjustment for analyzed nongenetic factors

¹model, ²all analyzed environmental factors, ³without factor farm, ⁴without factor lactation number, ⁵without factor year, ⁶without factor season, ⁷without factor number of kids, ⁸without accompanying variable interval, ⁹composite variable FYS + other factors, ¹⁰actual milk yield, ¹¹standardized milk yield, ¹²fat content, ¹³protein content, ¹⁴lactose content, ¹⁵milking period

Tab. 3. Významnosť vplyvu testovaných faktorov prostredia na sledované ukazovatele mliekovej úžitkovosti kôz – Significance of the effect of tested environmental factors on the parameters of milk performance in goats

Model* ¹	Testované faktory prostredia ²	Skutočná produkcia mlieka ⁹	Normovaná produkcia mlieka ¹⁰	Obsah tuku ¹¹	Obsah bielkovín ¹²	Obsah laktózy ¹³	Dĺžka dojenej periódy ¹⁴
1	Stádo ³	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Poradie laktácie ⁴	0,0001	0,0001	0,0001	0,0193	0,0001	0,0001
	Rok ⁵	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Obdobie (mesiac okotenía) ⁶	0,0001	0,0001	0,0017	0,0001	0,0001	0,0001
	Počet cicajúcich kozliat ⁷	0,0001	0,0001	0,0006	0,2028	0,0085	0,0001
	Sprievodná premenná interval ⁸	0,1420	0,0001	0,0002	0,0001	0,0769	0,0001
2	SRO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Poradie laktácie	0,0001	0,0001	0,0180	0,0554	0,0089	0,0085
	Počet cicajúcich kozliat	0,0372	0,2563	0,6309	0,8980	0,8121	0,7816
	Sprievodná premenná interval	0,0004	0,2450	0,9099	0,0001	0,5830	0,0001

* vid' kapitolu Materiál a metódy – *see the Material and Methods section

SRO = združená premenná stádo × rok × obdobie (mesiac okotenía) – FYS = composite variable farm × year × season (month of parturition)

¹model, ²tested environmental factors, ³farm, ⁴lactation number, ⁵year, ⁶season (month of parturition), ⁷number of sucking kids, ⁸accompanying variable interval, ⁹actual milk yield, ¹⁰standardized milk yield, ¹¹fat content, ¹²protein content, ¹³lactose content, ¹⁴milking period

pre SPM (RSD) sa znížila z hodnoty 190,55 (pred zohľadnením faktorov prostredia – tab. 1) na hodnotu 112,93. Ak sme z modelu vypustili faktor stádo, koeficient determinácie sa znížil až na hodnotu 0,24 a smerodajná odchýlka sa naopak zvýšila na hodnotu 166,25. U ostatných analyzovaných faktorov prostredia už nebol pokles koeficientu determinácie tak dramatický a naopak zvýšenie hodnoty smerodajnej odchýlky tak prudké. Z uvedeného vyplýva, že na SPM i NPM pri BKK má najväčší vplyv faktor stádo, potom faktor kontrolný rok, poradie laktácie, ďalej obdobie a najmenší vplyv počet kozliat a sprievodná premenná interval.

Pri posudzovaní vplyvu analyzovaných negenetických faktorov na obsah základných zložiek mlieka môžeme na základe údajov uvedených v tab. 2 konštatovať, že pomocou použitých modelov analýzy kovariancie sa dá postihnúť podstatne nižší podiel variácie ako v prípade produkcie mlieka, kedy koeficienty determinácie boli takmer o polovicu vyššie. U hodnotenej populácie BKK bol pri použití modelu 1 a zahrnutí všetkých analyzovaných faktorov prostredia najnižší koeficient determinácie zistený pri % T (0,33). Z analyzovaných faktorov prostredia má jednoznačne najvyšší vplyv faktor stádo. Pri vypustení tohto faktora z modelu 1 sa R^2 rovnal iba hodnote 0,08. Ostatné faktory nemali na % T, ani % B a % L tak výrazný vplyv (tab. 2 a 3).

Ak sme použili k analýze SPM model 2 so združenou premennou SRO, potom sa hodnota koeficientu determinácie zvýšila na 0,79 a smerodajná odchýlka RSD znížila na hodnotu 90,51. V prípade NPM bola významnosť vplyvu sledovaných faktorov prostredia posudzovaná podľa hodnôt R^2 a RSD obdobná ako pri SPM, vplyv faktora stádo sa však ešte zvýraznil. Z tab. 2 tiež vyplýva, že pri všetkých troch základných zložkách mlieka boli koeficienty determinácie vyššie, ak bol použitý model 2 so združenou premennou SRO.

Pri modeli 1 a 2 sme použili v hodnotení ako významovú premennú aj DDP, a to z toho dôvodu, aby sme zistili, ktorými negenetickými faktormi použitými v modeli 1 a 2 je tento ukazovateľ ovplyvňovaný a do akej miery. Z tab. 2 je zrejme, že použitím modelu 1 je možné určiť až 72% podiel z celkovej variácie ($R^2 = 0,72$) a použitím modelu 2 až 88% podiel ($R^2 = 0,88$). Podobne ako pri SPM a NPM je aj DDP výrazne ovplyvnená faktorom stádo a rokom. Z uvedených údajov vyplýva, že genetická zložka sa na celkovej variabilite ukazovateľa DDP podieľa relatívne malým dielom a je ovplyvňovaná predovšetkým negenetickými faktormi. Preto sme v konečnej fáze analýzy jednotlivých ukazovateľov mliekovej úžitkovosti BKK použili model 3, kde DDP je do modelu zahrnutá ako sprievodná premenná.

V tab. 3 je hodnotená významnosť vplyvu testovaných faktorov prostredia na sledované ukazovatele mliekovej úžitkovosti BKK. Uvádzané hodnoty vychádzajú z F hodnôt vypočítaných pre jednotlivé faktory pri použití modelov kovariancie (Model 1 a Model 2). Na základe údajov uvedených v tab. 3 môžeme konštatovať, že väčšina analyzovaných faktorov prostredia

(stádo, SRO, poradie laktácie, rok a obdobie) má pri BKK štatisticky výsoké preukazný vplyv na SPM i NPM mlieka ($P < 0,001$). Vplyv faktora počet cicajúcich kozliat sa na SPM a NPM znížil ak bola použitá v analýze združená premenná SRO (tab. 3). Faktor stádo, rok a čiastočne poradie laktácie a obdobie má, vychádzajúc z modelu 1, štatisticky preukazný vplyv aj na obsah základných zložiek mlieka. Ak sme použili k analýze sledovaných ukazovateľov model 2 zistili sme, že u BKK má najväčší vplyv na zloženie mlieka združený faktor SRO ($P < 0,001$). Pozoruhodný je významný vplyv faktora poradie laktácie na % T, % L a čiastočne aj na % B, a to pri oboch použitých modeloch analýzy kovariancie (tab. 3). Významný vplyv faktora poradie laktácie, počet kozliat, obdobie, resp. mesiac okotení a kontrolný rok zistili na produkciu a zloženie mlieka kôz aj Rabasco *et al.* (1993) u španielskeho plemena verata. Podobné výsledky zistil i Mourad (1992) u alpínskych kôz a Večeřová a Křížek (1993a, b) u BKK chovaných v Českej republike. V prípade faktora obdobie Mourad (1992), podobne ako Kennedy *et al.* (1981) zistili, že kozy okotené v zimnom období majú vyššiu produkciu mlieka ako kozy okotené v jarných mesiacoch. Významný vplyv obdobia, resp. mesiaca okotení na produkciu mlieka zistili i Mavrogenis *et al.* (1984). Významný vplyv obdobia, resp. mesiaca okotení na obsah základných zložiek mlieka, najmä tuku, zistili v zhode s našimi výsledkami Kala a Prakash (1990) a Mavrogenis *et al.* (1989).

V tab. 4 sú uvedené priemery, smerodajné odchýlky a variačné koeficienty SPM, NPM, % T, % B a % L kôz plemena BKK po zohľadnení analyzovaných faktorov prostredia (s využitím modelu 3). Nami zistená skutočná (396,9 l) i normovaná produkcia mlieka (450,7 l) veľmi korešponduje s údajmi autorov Boichard *et al.* (1989), ktorí zistili pri kozách plemena alpínska koza na 1. laktácii za 231 dňovú laktáciu produkciu mlieka 465 kg a u sánskej kozy za 240 dňovú laktáciu 512 kg mlieka. Mourad (1992) uvádza u alpínskych kôz produkciu mlieka v rozpätí od 231 kg u kôz na 1. laktácii až po 595 kg u kôz na 5. laktácii. Alderson a Pollak (1980) zistili u alpínskych kôz produkciu mlieka až 960 kg a Ali *et al.* (1983) u kôz toho istého plemena chovaných v USA produkciu 789 kg. U bielych krátkosrstých kôz chovaných v Českej republike uvádzajú Večeřová a Křížek (1993a) produkciu mlieka za laktáciu až 1 180,1 litra, naopak Rabasco *et al.* (1993) u španielskych kôz plemena verata zistili nižšiu produkciu mlieka ako v našom pozorovaní. Margetin a Milerski (2000a) u alpínskych kôz zapojených do KMÚ na Slovensku uvádzajú nepatrne vyššiu SPM (409,3 l). V tejto súvislosti je potrebné uviesť, že štandardizácia metód KMÚ kôz prebieha až v posledných 10 rokoch, čiže vyššie uvedené porovnanie produkcie mlieka kôz rôznych plemien treba považovať len za orientačné.

V tab. 4 uvedený priemerný obsah tuku (3,54 %) i bielkovín (2,83 %) je u BKK nižší ako uvádzajú Margetin a Milerski (2000b) u alpínskej kozy (3,71 resp. 3,00 %),

čo je tiež v zhode s prácou autorov Boichard *et al.* (1989) ktorí zistili u alpínskych kôz na 1. laktácii obsah bielkovín 2,76 %, u sánskej kozy 2,67 % a obsah tuku u sledovaných plemien bol 3,23 % resp. 3,09 %. Podobné hodnoty u kôz chovaných v Grécku zistili i Voutsinas *et al.* (1990). Rabasco *et al.* (1993) zistili u španielskych kôz plemena verata nezvyčajne vysoký obsah bielkovín (3,37 až 3,59 %) i tuku (3,88 až 5,13 %). Zeng *et al.* (1997) zistili u alpínskych kôz chovaných v USA neobyčajne nízky obsah tuku (2,46 %), hodnoty obsahu bielkovín (2,79 %) a laktózy (4,17 %) sa približovali nami zisteným hodnotám.

V tab. 5 uvádzame priemerné štvorce a testy významnosti vplyvu negenetických faktorov na sledované ukazovatele vychádzajúc z GLM – model 3. Okrem štatisticky vysoko preukazného vplyvu združenej pre-

mennej SRO ($P < 0,001$) mal na oba ukazovatele vysoko preukazný vplyv aj faktor poradie laktácie ($P < 0,001$). Z tab. 6 je zrejme, že rozdiely v SPM aj NPM medzi kozami na 1. laktácii a kozami na všetkých ďalších laktáciách sú vysoko preukazné ($P < 0,001$). Vysoko preukazné rozdiely v SPM i NPM boli zistené aj medzi kozami na 2. laktácii v porovnaní s kozami na 3. resp. 4. laktácii ($P < 0,001$). Najvyššia SPM, resp. NPM bola zistená u kôz na 3. laktácii (498,2 resp. 567,6 l), ale prakticky rovnaká bola aj u kôz na 4. laktácii (492,3 resp. 564,6 l). U kôz na 5. a vyššej laktácii bola produkcia mlieka nižšia. Nami získané výsledky sa čiastočne zhodujú s výsledkami Mourada (1992), ktorý najvyššiu produkciu mlieka zistil u AK na 5. laktácii (595 kg), na 3. a 4. laktácii bola len nepatrne nižšia (550 resp. 578 kg) ale na 1. laktácii bola len 231 kg. Večeřová a Křížek (1993b)

Tab. 4. Priemery (LSM), smerodajné odchýlky a variačné koeficienty sledovaných ukazovateľov mliekovej úžitkovosti kôz (vychádzajúc z modelu 3*) – Means (LSM), standard deviations and coefficients of variation for the tested parameters of milk performance in goats (based on model 3*)

Ukazovateľ ¹	Počet hodnotených laktácií ⁷	Celkový priemer ⁸ (LSM)	Smerodajná odchýlka ⁹	Variačný koeficient ¹⁰
Skutočná produkcia mlieka ² (l)	4 174	396,9	86,66	21,83
Normovaná produkcia mlieka ³ (l)	3 801	450,7	96,52	21,42
Obsah tuku ⁴ (%)	3 941	3,54	0,437	12,32
Obsah bielkovín ⁵ (%)	3 960	2,83	0,228	8,04
Obsah laktózy ⁶ (%)	3 953	4,47	0,160	3,59

*viď kapitolu Materiál a metódy – *see the Material and Methods section

¹parameter, ²actual milk yield, ³standardized milk yield, ⁴fat content, ⁵protein content, ⁶lactose content, ⁷number of assessed lactations, ⁸general mean, ⁹standard deviation, ¹⁰coefficient of variation

Tab. 5. Priemerné štvorce a testy významnosti vplyvu negenetických faktorov na skutočnú a normovanú produkciu mlieka kôz – Mean squares and tests of significance for the effect of nongenetic factors on actual and standardized milk yield in goats

Zdroj variability ¹	df	Skutočná produkcia mlieka ⁸		Normovaná produkcia mlieka ⁹ (240 d)	
		MS	F	MS	F
SRO	319 resp. 285	237450	31,62+++	305154	32,76+++
Poradie laktácie ²	4	954844	127,15+++	1219835	130,94+++
Počet cicajúcich kozliat ³	4	74694	2,49+	11931	1,28 ns
Sprievodné premenné ¹⁰					
Interval – regresia lineárna ⁴	1	3968	0,53 ns	5686	0,61 ns
Interval – regresia kvadratická ⁵	1	4122	0,55 ns	5209	0,56 ns
DDP – regresia lineárna	1	121	0,02 ns	71	0,01 ns
DDP – regresia kvadratická	1	24868	3,31 ns	65	0,01 ns
Chyba ⁶	3842 resp. 3503	7509		9316	
Koeficient determinácie ⁷		$R^2 = 0,79$		$R^2 = 0,76$	

ns $P > 0,05$; + $P < 0,05$; ++ $P < 0,01$; +++ $P < 0,001$

SRO = združená premenná stádo × rok × obdobie (mesiac okotenía) – FYS = composite variable farm × year × season (month of parturition)

DDP = počet dní dojenej periódy – DDP = number of days of milking period

¹source of variability, ²lactation number, ³number of sucking kids, ⁴interval – linear regression, ⁵interval – quadratic regression, ⁶error, ⁷determination coefficient, ⁸actual milk yield, ⁹standardized milk yield, ¹⁰accompanying variables

Tab. 6. Vplyv poradie laktácie a počtu cicajúcich kozliat na skutočnú a normovanú produkciu mlieka kôz – The effect of lactation number and number of sucking kids on actual and standardized milk yield in goats

Hlavný faktor ¹	Podskupina ⁴	Označenie skupiny ⁵	Skutočná produkcia mlieka ⁶ (l)		Normovaná produkcia mlieka ⁷ (l)	
			L.S. priemer ⁸	štandardná chyba ⁹	L.S. priemer	štandardná chyba
Poradie laktácie ²	1.	1	378,3	18,65	428,4	20,94
	2.	2	456,4	18,52	523,6	20,78
	3.	3	498,2	18,62	567,6	20,90
	4.	4	492,3	18,91	564,6	21,42
	5. a viac	5	470,4	19,19	530,6	21,63
	významné rozdiely ¹⁰		1 : 2, 3, 4, 5+++; 2 : 3, 4+++; 2 : 5+, 3 : 5+++; 4 : 5++		1 : 2, 3, 4, 5+++; 2 : 3, 4+++; 3 : 5+++; 4 : 5+++	
Počet cicajúcich kozliat ³	0*	1	481,0	4,00	544,0	4,87
	1	2	461,3	7,32	530,4	8,68
	2	3	466,6	7,40	538,3	8,75
	3	4	493,3	13,99	556,0	17,41
	4	5	393,4	87,28	446,1	97,26
	významné rozdiely		1 : 2+, 2 : 4+, 3 : 4+		ns	

*vid' kapitolu Materiál a metódy – *see the Material and Methods section

¹principal factor, ²lactation number, ³number of sucking kids, ⁴subgroup, ⁵group no., ⁶actual milk yield, ⁷standardized milk yield, ⁸L.S. mean, ⁹standard error, ¹⁰significant differences

zistili, že produkcia mlieka BKK stúpa až do deviatej laktácie.

Z tab. 6 vyplýva, že pri SPM boli rozdiely medzi kozami s jedným, resp. tromi kozľatami štatisticky významné, podobne aj medzi kozami s dvomi a tromi kozľatami ($P < 0,05$). Mourad (1992) zistil, že veľkosť vrhu mala významný vplyv na produkciu mlieka alpínskych kôz iba v prvých dvoch mesiacoch laktácie. Z tab. 6 je zrejma tendencia zvyšovania produkcie mlieka v závislosti od počtu cicajúcich kozliat, čo je v zhode so závermi práce autorov Večeřová a Křížek (1993b), ktorí hodnotili to isté plemeno v Českej republike. Štatisticky významný vplyv počtu cicajúcich kozliat na SPM zistili u kôz plemena verata aj Rabasco *et al.* (1993), keď kozy s viacpočetnými vrhmi mali preukazne vyššiu produkciu mlieka ako kozy s jedináčikmi.

Analyzované sprievodné premenné, a to interval od okotenia po 1. kontrolné meranie mlieka ani DDP nemali na produkciu mlieka pri použitom modeli analýzy kovariancie (model 3) štatisticky významný vplyv (tab. 5). V podstate to znamená, že produkcia mlieka nezávisí významne od DDP, napriek veľkej variabilite v tomto ukazovateli (tab. 1), ale predovšetkým od združenej premennej SRO a faktora poradie laktácie, v menšej miere od faktora počet cicajúcich kozliat. Podobne je to aj pri sprievodnej premennej INT. Ako vidno z tab. 5 koeficienty determinácie boli pri SPM i NPM relatívne vysoké a použitím modelu 3 sme prakticky vysvetlili 79, resp. 76 % z celkovej variancie. Pri genetickom hodnotení hospodárskych zvierat pomocou animal modelu sa preto veľmi často používa združená premenná SRO, pretože korekciou na tento faktor sa významne redukuje

reziduálna variancia (Barillet *et al.* 1992; El-Saied *et al.* 1998 a ďalší).

Priemerné štvorce a testy významnosti vplyvu sledovaných negenetických faktorov prostredia na % T, % B a % L u BKK vychádzajú z modelu 3, sú uvedené v tab. 7. Združený faktor SRO má aj v tomto prípade vysoko preukazný vplyv na všetky tri sledované zložky mlieka ($P < 0,001$). Rabasco *et al.* (1993) zistili štatisticky významné rozdiely v % T medzi sledovanými stádami, čo zdôvodňujú rôznou úrovňou výživy, pričom uvádzajú, že tuk v kozom mlieku citlivejšie odraža zmeny vo výžive ako v prípade bielkovín. Do premennej SRO je zahrnutý aj faktor obdobie, ktorý má podľa autorov Mavrogenis *et al.* (1989), Kala a Prakash (1990), Rabasco *et al.* (1993) a Večeřová a Křížek (1993a) tiež v mnohých prípadoch významný vplyv na obsah základných zložiek mlieka, najmä tuku.

Faktor poradie laktácie mal u sledovanej populácie BKK štatisticky významný vplyv na obsah bielkovín ($P < 0,01$) aj pri analýze vplyvu tohoto faktora pomocou modelu 3. Z tab. 8 vidno, že obsah bielkovín kôz plemena BKK na 1. laktácii (2,92 %) bol preukazne vyšší ($P < 0,001$ resp. 0,01) ako u kôz na vyšších laktáciách (2,86 až 2,89 %). Významné rozdiely v % B pri porovnaní kôz na rôznej laktácii zistili i Rabasco *et al.* (1993). Pri analýze vplyvu sprievodných premenných na obsah základných zložiek (tab. 7) sme zistili štatisticky významný lineárny i kvadratický vplyv faktora INT na obsah bielkovín ($P < 0,001$) a lineárny i kvadratický vplyv DDP na % T ($P < 0,05$). Uvedené významné efekty môžu súvisieť so známymi zmenami obsahu tuku a bielkovín mlieka kôz v priebehu laktácie.

Tab. 7. Priemerné štvorce a testy významnosti vplyvu negenetických faktorov na obsah tuku, bielkovín a laktózy mlieka kôz – Mean squares and tests of significance for the effect of nongenetic factors on fat, protein and lactose contents in goat milk

Zdroj variability ¹	df	Obsah tuku ⁸		Obsah bielkovín ⁹		Obsah laktózy ¹⁰	
		MS	F	MS	F	MS	F
SRO	315, 316, 316	1,686	8,81+++	0,331	6,37+++	0,241	9,36+++
Poradie laktácie ²	4	0,179	0,93 ns	0,234	4,51++	0,058	2,26 ns
Počet cicajúcich kozliat ³	4	0,155	0,81 ns	0,032	0,62 ns	0,011	0,43 ns
Sprievodné premenné ¹¹							
Interval – regresia lineárna ⁴	1	0,009	0,05 ns	3,706	71,47+++	0,038	1,46 ns
Interval – regresia kvadratická ⁵	1	0,003	0,02 ns	3,620	69,81+++	0,036	1,41 ns
DDP – regresia lineárna	1	0,860	4,49+	0,005	0,09 ns	0,024	0,95ns
DDP – regresia kvadratická	1	0,991	5,18+	0,013	0,25 ns	0,015	0,60 ns
Chyba ⁶	3613, 3631, 3624	0,10		0,45		0,03	
Koeficient determinácie ⁷		$R^2 = 0,46$		$R^2 = 0,38$		$R^2 = 0,47$	

DDP = počet dní dojenej periódy – DDP = number of days of milking period

SRO = združená premenná stádo × rok × obdobie (mesiac okotenia) – FYS = composite variable farm × year × season (month of parturition)

¹source of variability, ²lactation number, ³number of sucking kids, ⁴interval – linear regression, ⁵interval – quadratic regression, ⁶error, ⁷determination coefficient, ⁸fat content, ⁹protein content, ¹⁰lactose content, ¹¹accompanying variables

Tab. 8. Vplyv poradia laktácie a počtu cicajúcich kozliat na obsah tuku, bielkovín a laktózy mlieka kôz – The effect of lactation order and number of sucking kids on fat, protein and lactose contents in goat milk

Hlavný faktor ¹	Podskupina ⁴	Označenie skupiny ⁵	Obsah ⁶					
			Tuku ⁷ (%)		Bielkovín ⁸ (%)		Laktózy ⁹ (%)	
			L.S. priemer ¹⁰	Štandardná chyba ¹¹	L.S. priemer	Štandardná chyba	L.S. priemer	Štandardná chyba
Poradie laktácie ²	1.	1	3,61	0,095	2,92	0,049	4,45	0,035
	2.	2	3,56	0,094	2,89	0,049	4,45	0,034
	3.	3	3,57	0,094	2,86	0,049	4,45	0,035
	4.	4	3,58	0,097	2,87	0,050	4,42	0,036
	5. a viac	5	3,54	0,098	2,87	0,050	4,46	0,036
	významné rozdiely ¹²		ns		1 : 3+++ , 1 : 2, 4, 5++		1 : 4++ , 2, 3 : 4+ , 4 : 5+	
Počet cicajúcich kozliat ³	0*	1	3,61	0,021	2,88	0,011	4,46	0,008
	1	2	3,68	0,039	2,92	0,020	4,47	0,014
	2	3	3,66	0,039	2,90	0,020	4,47	0,014
	3	4	3,60	0,078	2,89	0,040	4,44	0,028
	4	5	3,33	0,441	2,82	0,229	4,40	0,162
	významné rozdiely		ns		ns		ns	

*viď kapitolu Materiál a metódy – see the Material and Methods section

¹principal factor, ²lactation number, ³number of sucking kids, ⁴subgroup, ⁵group no., ⁶content of, ⁷fat, ⁸proteins, ⁹lactose, ¹⁰L.S. mean, ¹¹standard error, ¹²significant differences

Z prezentovaných výsledkov získaných na základe analýzy relatívne veľkej populácie kôz plemena BKK zapojených na Slovensku do KMÚ jednoznačne vyplýva, že produkcia, ale aj zloženie mlieka kôz tohto plemena sú výrazným spôsobom ovplyvňované viacerými negenetickými faktormi prostredia, predovšetkým združenou premennou SRO. Na základe tohto zistenia je potrebné

urýchlene zaviesť do šľachtenia BKK na Slovensku taký systém genetického hodnotenia, ktorý vplyv analyzovaných systematických vplyvov prostredia zohľadní (použitie modelu 3 pre odhad plemennej hodnoty pomocou BLUP-AM). Na druhej strane je potrebné neustále optimalizovať a štandardizovať metodické postupy zisťovania produkcie a stanovovania základných zložiek mlieka.

Pod'akovanie

Autori ďakujú Ing. J. Jelenskému a Ing. Machynovej z Účelového zariadenia Štátneho plemenárskeho ústavu Žilina za technickú pomoc pri príprave databázy údajov z kontroly užítokovosti kôz.

LITERATÚRA

- Alderson A., Pollak E. J. (1980): Age season adjustment factors for milk and fat of dairy goats. *J. Dairy Sci.*, 63: 148–151.
- Ali A. K. A., Mohammad W. A., Grossman M., Shanks R. O., Wiggans G. R. (1983): Relationship among lactation and reproduction traits of dairy goats. *J. Dairy Sci.*, 66: 1926–1936.
- Barillet F., Boichard D., Barbat A., Astruc J. M., Bonaiti B. (1992): Use of an animal model for genetic evaluation of the Lacaune dairy sheep. *Livest. Prod. Sci.*, 31: 287–299.
- Boichard D., Bouloc N., Ricordeau G., Piacere A., Barillet F. (1989): Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. *Genetic. Sel. Evol.*, 21: 205–215.
- El-Saied U. M., Carriedo J. A., De La Fuene L. F., San Primitivo F. (1998): Genetic and environmental estimations for test – day and standardized milk yield of dairy sheep. *Small Rumin. Res.*, 27: 209–215.
- Iloje M. U., Van Vleck L. D., Wiggans G. R. (1981): Components of variance for milk and fat yields in dairy goats. *J. Dairy Sci.*, 64: 2290–2293.
- Kala S. N., Prakash B. (1990): Genetic and phenotypic parameters of milk yield and milk composition in two Indian goat breeds. *Small Rumin. Res.*, 3: 475–484.
- Kennedy B. W., Finley C. M., Pollak E. J., Bradford G. E. (1981): Joint effects of parity, age and season of kidding on milk and fat yields in dairy goats. *J. Dairy Sci.*, 64: 1707–1712.
- Kennedy B. W., Finley C. M., Bradford G. E. (1982): Phenotypic and genetic relationships between reproduction and milk production in dairy goats. *J. Dairy Sci.*, 65: 2373–2383.
- Margetin M. (1997): Pokyny pre kontrolu mliekovej užítokovosti kôz v Slovenskej republike. *Chov oviec a kôz*, 18: 9–11.
- Margetin M., Milerski M. (2000a): Vplyv negenetických faktorov na produkciu mlieka alpínskych kôz. *J. Farm Anim. Sci.*, 33: (v tlačí).
- Margetin M., Milerski M. (2000b): Vplyv negenetických faktorov na zloženie mlieka alpínskych kôz. *J. Farm Anim. Sci.*, 33: (v tlačí).
- Mavrogenis A. P., Constantinou A., Louca A. (1984): Environmental and genetic causes of variation in production traits of Damascus goats. 2. *Goat Productivity. Anim. Prod.*, 38: 99–104.
- Mavrogenis A. P., Papachristoforou C., Lysandrides C., Roushlias A. (1989): Environmental and genetic effects on udder characteristics and milk production in Damascus goats. *Small Rumin. Res.*, 2: 333–343.
- Milerski M. (1998): Použití Animal modelu pro odhad plemenných hodnot u dojných koz. In: *Sbor. Ref. XIII. letní školy biometricky, Cikháj*. 85–90.
- Mocquot J. C., Ricordeau G. (1981): Facteurs de variation et paramètres génétiques de production laitière des chèvres en première lactation. 6èmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine, Paris, INRA-ITOVIC. 402–426.
- Mourad M. (1992): Effects of month of kidding, parity and litter size on milk yield on Alpine goats in Egypt. *Small Rumin. Res.*, 8: 41–46.
- Rabasco A., Serradilla J. M., Padilla J. A., Serrano A. (1993): Genetic and non genetic sources of variation in yield and composition of milk in Verata goats. *Small Rumin. Res.*, 11: 151–161.
- Večeřová D., Křížek J. (1993a): Výběr modelů pro odhad plemenné hodnoty koz na podkladě mléčné užítokovosti. *Živoč. Vyr.*, 38: 9–20.
- Večeřová D., Křížek J. (1993b): Analýza variance mléčné užítokovosti koz bílého krátkosrstého plemene. *Živoč. Vyr.*, 38: 961–969.
- Voutsinas L., Pappas C., Katsiari M. (1990): The composition of Alpine goats milk during lactation in Greece. *J. Dairy Res.*, 57: 41–51.
- Zeng S. S., Escobar E. N., Popham T. (1997): Daily variations in somatic cell count, composition and production of Alpine goat milk. *Small Rumin. Res.*, 26: 253–260.

Došlo 25. 4. 2000

Prijaté k publikovaniu 4. 9. 2000

Kontaktná adresa:

RNDr. Milan Margetin, PhD., Výskumný ústav živočíšnej výroby, Stanica chovu a šľachtenia oviec a kôz, Opatovská cesta 53, 911 43 Trenčín, Slovenská republika, tel.: +421 831 743 76 71, fax: +421 831 743 28 42, e-mail: margetin@tn.vuzv.sk

Česká potravinová legislativa

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

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

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

220/1998 o posuzování shody – **s komentářem**

326/1997 o zmrazených potravinách

335/1997 o nealkoholických a alkoholických nápojích

Druhá část obsahuje 6 komoditních vyhlášek novelizovaných v dubnu 2000:

327/1997 o mase, rybách, vejcích a výrobcích z nich

328/1997 o mléce a výrobcích

330/1997 o kávě a čaji

332/1997 o ovoci, zelenině, bramborách a houbách a výrobcích z nich

333/1997 o mlýnských, pekařských a cukrářských výrobcích a těstovinách

334/1997 o cukru, medu, cukrovinkách, kakau a čokoládě

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

Cena první části v rozsahu 90 stran 130 Kč

Cena druhé části v rozsahu 190 stran 180 Kč

Cena pořadače (není podmínkou objednávky) 85 Kč

Materiál je možné si objednat na adrese:

Ústav zemědělských a potravinářských informací

Slezská 7, 120 56 Praha 2

kontaktní osoba: Ing. Suková

tel.: 02/24 25 79 39 l. 223, fax: 02/22 51 40 03

e-mail: vyziva@uzpi.cz

<http://www.uzpi.cz>

INFLUENCE OF PRESLAUGHTER RESTING TIME OF BULLS ON MEAT TEMPERATURE, COLOUR AND pH VALUE

VLIV PŘEDPORÁŽKOVÉHO ODPOČINKU BÝKŮ NA TEPLOTU, BARVU A HODNOTU pH MASA

Ž. Kuzmanović¹, I. Elabjer²

¹Meat Industry PIK Vrbovec, Vrbovec, Croatia

²University Clinic of Traumatology, Zagreb, Croatia

ABSTRACT: The paper presents results of meat quality evaluation in two groups of Simmental farm fattened bulls ($n = 40$), age from 14 to 20 months and weight from 400 to 550 kg. Animals were selected by the method of free choice and divided into two groups. The first group consisted of bulls transported from nearby. These were animals slaughtered immediately after arrival. The second group included animals transported from distant places, resting for 36 hours prior to slaughter. Preslaughter resting time of young bulls, from 400 to 550 kg of weight, reduced significantly the occurrence of dark, firm, dry (DFD) meat. The major factor of DFD meat detection is muscle pH. Temperature and colour are of less value. If we take into account the limit of pH for DFD meat being 5.8, according to Jones and Tong (1989), Pem *et al.* (1994) and Čepin (1988, 1991, 1995) 7 animals (35%) due to pH of *m. longissimus dorsi* and 3 animals (15%) due to pH of *m. gracilis* can be qualified as DFD meat in group resting prior to slaughter. In the immediately after arrival slaughtered group these numbers are higher. There are 16 animals (80%) due to pH of *m. longissimus dorsi* and 12 animals (60%) due to pH of *m. gracilis* being qualified as DFD meat. If we, however, take into account the limit of pH for DFD meat being 6.0 (Garipey *et al.*, 1990) 3 animals (15%) due to pH of *m. longissimus dorsi* and one animal (5%) due to pH of *m. gracilis* can be qualified as DFD meat in group resting prior to slaughter. In the immediately after arrival slaughtered group these numbers are higher. There are 9 animals (45%) due to pH of *m. longissimus dorsi* and 30% of animals due to pH of *m. gracilis* being qualified as DFD meat.

Key words: bulls; resting time; slaughtering; temperature; colour; pH value; meat quality

ABSTRACT: V práci jsou popsány výsledky výzkumu jakosti masa ve dvou skupinách vykrmených býků simentalského plemene ($n = 40$), ve věku od 14 do 20 měsíců a hmotnosti od 400 do 550 kg. Zvířata byla vybrána metodou náhodného výběru a rozdělena do dvou skupin. První skupina jsou býci dovezení z blízkého okolí a poráženi bezprostředně po vyložení na rampě jatek. Druhá skupina jsou zvířata dovezená z větších vzdáleností, která odpočívala 36 hodin před porážkou. Odpočinek mladých býků zmenšil výskyt tmavého, pevného a suchého (DFD) masa. Základní ukazatel DFD masa je pH svalu. Teplota a barva masa jsou méně důležité. Jestliže je hodnota pH 5,8 limit pro výskyt DFD masa, jak uvádějí Jones a Tong (1989), Pem *et al.* (1994) a Čepin (1988, 1991, 1995), *m. longissimus dorsi* sedmi zvířat (35 %) a *m. gracilis* tři zvířat (15 %), která odpočívala před porážkou, se může ohodnotit jako DFD masa. Ve skupině zvířat poražených bezprostředně po vyložení je toto procento větší. *M. longissimus dorsi* 16 zvířat (80 %) a *m. gracilis* 12 zvířat (60 %) této skupiny se může hodnotit jako DFD maso. Vezmeme-li jako limit pro výskyt DFD masa hodnoty pH 6,0, jak uvádějí Garipey *et al.* (1990), *m. longissimus dorsi* tři zvířat (15 %) a *m. gracilis* jednoho zvířete (5 %), která odpočívala před porážkou, se může ohodnotit jako DFD maso. Toto procento je větší u zvířat bezprostředně poražených. *M. longissimus dorsi* devíti zvířat (45 %) a *m. gracilis* (30 %) zvířat v této skupině se může ohodnotit jako DFD maso.

Klíčová slova: býci; odpočinek; porážka; teplota; barva; pH hodnota; jakost masa

INTRODUCTION

Definition of meat quality and its attributes has not yet been fully elaborated. Authors take different quality attributes as important. Ingr (1990) defines quality as a group of characteristics any product must have in order to satisfy its purpose or as the difference between achieved

and wanted attributes. Besides that, quality products must have acceptable prices. Prost (1986) considers usefulness and good influence on human health to be the two most important quality features. Quality evaluation has been the issue of numerous researches (Honikel, 1994; Žlender, 1998; Žgur and Drobnič, 1998; Gjurčević-Kantura *et al.*, 1999). Analytical methods for quality

evaluation were investigated by Hofmann (1987, 1988) and Bocard (1986). Starting points in quality evaluation are attributes of carcass weight, meat quantity, fat percentage and carcass conformation. Histometabolic properties of muscle, as an important quality aspect, were investigated Gjurčević-Kantura *et al.* (1999). Prerequisite for good quality and long shelf life is high carcass quality (Kallweit and Henning, 1998). Today buyers define quality not only through traditional values: nutritive value, toxico-hygienic, technological and sensory aspects, but also through optimal and humane handling of animals during the breeding time and preslaughter procedures (Kauffman and Rutgers, 1991; Nicholson, 1998). Majority of quality definitions are based on superficial quality determination that are improper to be used as synonyms for quality. It is necessary to use precise and reliable measuring methods to support sensory quality evaluation (Honikel, 1994).

Meat colour is a very important quality marker and at the same time a big problem for meat processing and trade. Majority of buyers evaluate the quality of meat by colour. Meat market demands red colour meat (Ghosh, 1996). Meat of young animals should be tender, juicy, and of light red or pink colour (Etherington *et al.*, 1987; Casens *et al.*, 1995). Some authors define three main reasons for differences in meat colour: 1. different contents of meat pigments depending on age, sex and animal feeding habit, 2. preslaughter animal handling and slaughter procedure which can result in different pH, 3. meat storage conditions (different temperature and content of oxygen in the air). Dark colour of fresh meat is one of the biggest problem for facilities that pack and trade fresh meat, because it diminishes the meat price and shortens the shelf life of meat (Honikel, 1994).

The second most important quality attribute is pH value of meat as a marker of muscle type (Van Hoof *et al.*, 1986). In the moment of the slaughter the animal pH value in muscles is 7.0 (Honikel and Kim, 1985). Post-mortem decline rate and the terminal level of pH value reflect lactic acid production in animal muscles as a result of glycolysis (Hofman, 1988). A very slow and incomplete post-mortem pH decline causes occurrence of dark, firm and dry meat (DFD meat) (Hofmann, 1988). DFD meat, with high pH value is lower quality meat (Honikel, 1994; Purchas and Aungsupakorn, 1993; Beltran *et al.*, 1997). The difference in pH value between desirable and undesirable muscle, 24 hours post-mortem, is high. The terminal pH value of undesirable pork is usually reached 5–9 hours post-mortem, while in beef, it takes 25–35 hours (Honikel and Kim, 1985). Post-mortem pH decline depends upon genetic potentials of animals and their exposure to stress before and during the slaughter procedures (Hofmann, 1988). Smith *et al.* (1996) and O'Halloran *et al.* (1997) specify that meat is much darker with pH ranging from 5.8 to extreme 7.0. The increase of pH has a negative influence on marbling and tenderness of meat.

Environmental conditions of animal breeding and slaughter as well as cooling and processing of meat have

a large influence on quality of meat and its products (Honikel, 1994). One of the most important factors is stress. Researches showed the stress to be more common in farm bred animals, especially highly selected breeds, that are also more sensitive to it comparing to extensively bred animals (Čepin, 1986, 1990, 1991). Pem *et al.* (1994) tested the influence of diet and preslaughter stress on colour and pH value of heifers. Genetic influence (Voisinet *et al.*, 1997) and different environmental conditions that have stressful effects on animals are described by Čepin (1988, 1990) and Jones and Tong (1989). Loading of animals in transport vehicles, transport and unloading of animals cause physical and psychical stress (Logtestijn and Romme, 1981; Barton-Gade *et al.*, 1996). Warris *et al.* (1984) described that animals of different age, coming from different farms, being mixed together for 5 to 6 hours, have a drastic decline of plasma glycogen and of lactate level. Increased concentration of fatty acids, creatinine phosphokinases and cortisol as well as changes in muscle metabolism have also been observed.

Based on the aforesaid, we have set ourselves a goal to determine the influence of preslaughter resting time of bulls on temperature, colour and pH value as meat quality markers.

MATERIAL AND METHODS

The paper presents results of meat quality evaluation in two groups of Simmental farm fattened bulls ($n = 40$), age from 14 to 20 months and weight from 400 to 550 kg. Animals were selected by the method of free choice and divided into two groups. The first group consisted of bulls transported from nearby. These were animals slaughtered immediately after arrival (ASI). The second group included animals transported from distant places, resting for 36 hours prior to slaughter (ASR). Bulls from the nearby area (less than 50 km) were transported untied while those transported from distant places (about 400 km) were tied up. According to Croatian legislation, 1.5 square metre was reserved for each animal in the transport vehicle. It is quite enough to lie down and to stand up. Animals resting for 36 hours prior to slaughter were kept in clear, regularly ventilated boxes, equipped for feeding and watering, with temperature from 20 to 27 °C. Animals were protected against the sun, fed and watered every 12 hours. Preslaughter handling of animals was gentle, without force, to avoid injuries and stress. Both groups of bulls were slaughtered and carcasses were processed and chilled under the same conditions. All animals were stunned with pneumatic pistol at one try. The pistol was of Schermer type, with penetrating wedge that produces a sufficiently high air pressure to stunn the animal immediately. Maximally a minute after the stunning, animals were bled, cutting the neck blood vessels. Carcass temperature was measured in *m. longissimus dorsi* (MLD) and *m. gracilis* (MG) by a thermometer with sting probe PRIMA long type, 45 minutes and 24 hours post

mortem. pH measuring and colour evaluation of the carcasses were done on samples of MLD extracted between 12th and 13th rib and samples of MG from 400 to 500 g of weight. Fresh cuts of muscles were used for evaluation with Göttingen photometer (Göfo). Eight measurements were carried out to increase the reliability of the results. Finally, the average of these values was used in further statistical analysis. Colour index was evaluated 1st, 3rd, 5th, 7th and 9th day post mortem. pH value was measured 45 minutes and 24 hours post mortem by a direct potentiometric prick of the pH-meter of Orion type. All measured parameters were processed by statistical methods using a computer program Statistics for Windows' 98. Student's *t*-test (*t*), Mann-Whitney-*U*-test (*Z*) and Anova test (*F*) were used. Student's *t*-test (*t*), used for normal distribution, was not enough since some of our data distributions were not normal. Anova test avoids multiple testing of more variables evaluated simultaneously and gave us their precise relations.

RESULTS AND DISCUSSION

Initial temperature values, measured 45 minutes post mortem, in MLD of the ASR group ranged from 38.1 to 38.7 °C, average 38.42 °C and in MG from 38.3 to 38.9 °C, average 38.63 °C. Temperature values in MLD of the ASI group were from 38.4 to 39 °C, average 38.69 °C, and in MG from 38.5 to 39.1 °C, average 38.77 °C (Fig. 1, Table 1). The initial temperature value in MLD is statistically significantly higher in ASI than ASR group ($t = 4.64$; $Z = 3.68$; $p < 0.001$). The same applies to MG ($t = 4.27$; $Z = 2.15$; $p < 0.05$).

Higher than average temperature values in muscle reflect increased psychophysical activity caused by stress.

Čepin (1990) states that every abnormal procedure to which the animal exposed is represents for it stress. It could also be a consequence of the exothermic reaction according to Trunkfield *et al.* (1991). They pointed out that animals lairaging prior to slaughter push each other, and it has a strong psychological influence. The body temperature and heart beat are increasing with the number of biochemical changes, especially in muscles. In our tested groups of animals stress started in the moment of loading and persisted until slaughter. However, we think that resting 36 hours prior to slaughter gave time to the animals to adjust themselves, which contributed to normalization of their metabolism and resulted in stress reduction.

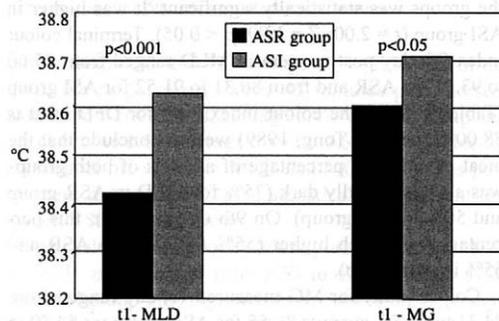


Fig. 1. Temperature in *m. longissimus dorsi* (MLD) and *m. gracilis* (MG) 45 min post mortem

Explanation for Figs. 1–5:

ASR = animals resting before slaughter
 ASI = animals slaughtered after arrival

Table 1. Temperature in *m. longissimus dorsi* and *m. gracilis*

	Temperature in <i>m. longissimus dorsi</i>			
	t1 (°C)		t24 (°C)	
	ASR	ASI	ASR	ASI
<i>n</i> = number of animals	20	20	20	20
<i>x</i> = average value	38.42	38.69	0.66	1.73
<i>s</i> = standard deviation	0.19	0.17	0.56	0.84
<i>r</i> = range	38.1–38.7	38.4–39	–0.1–2.0	0.1–3.2
	Temperature in <i>m. gracilis</i>			
	t1 (°C)		t24 (°C)	
	ASR	ASI	ASR	ASI
<i>n</i> = number of animals	20	20	20	20
<i>x</i> = average value	38.63	38.77	9.28	9.43
<i>s</i> standard deviation	0.17	0.19	1.48	1.5
<i>r</i> = range	38.3–38.9	38.5–39.1	6.90–13.2	6.4–13.2

ASR – animals resting prior to slaughter
 AS – animals slaughtered immediately after arrival

t1 – temperature measured 45 minutes post mortem
 t24 – temperature measured 24 hours post mortem

The difference in temperature values measured 24 hours post mortem between the groups is statistically significant for MLD, but not for MG (Fig. 2). Higher temperature in MLD and MG 45 minutes post mortem in ASI group could be explained by higher metabolism in muscles of animals under stress. However, why this difference ceased to be statistically significant in MG 24 hours post mortem cannot be ascribed to the muscle position or its function, and does not really offer any logical explanation.

The initial colour index measured 1st day post mortem with Göttingen photometer in MLD for ASR animals ranged from 84.75 to 90.70, and for ASI from 85.13 to 90.77 (Table 2, Fig. 3). Measurements of colour index of MLD done 3rd, 5th, 7th and 9th day post mortem showed increasing values with declining differences between the groups. Only the 3rd day difference between the groups was statistically significant. It was higher in ASI group ($t = 2.00$; $Z = 1.99$; $p < 0.05$). Terminal colour index 9th day post mortem in MLD ranged from 85.60 to 93.01 for ASR and from 86.31 to 91.52 for ASI group (Table 2). Since the colour index limit for DFD meat is 88.00 (Jones and Tong, 1989) we can conclude that the meat of a certain percentage of animals of both groups was already initially dark (35% for MLD in ASR group and 50% in ASI group). On 9th day, however, this percentage was much higher (55% for MLD in ASR and 65% in ASI group).

Colour index for MG measured 1st day ranged from 84.31 to 88.55, average 86.55 for ASR and from 84.50 to 89.00, average 87.50 for ASI group (Table 2). Student's t -test showed only the difference between these values to be statistically significant between the groups. It was higher in ASI group ($t = 2.69$; $p < 0.01$). The colour index values were increasing with declining differences between the groups 3rd, 5th, 7th and 9th day post mortem

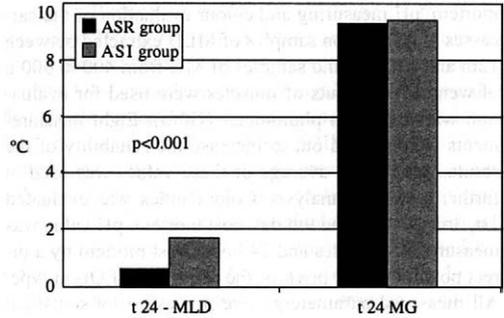


Fig. 2. Temperature in *m. longissimus dorsi* (MLD) and *m. gracilis* (MG) 24 hours post mortem

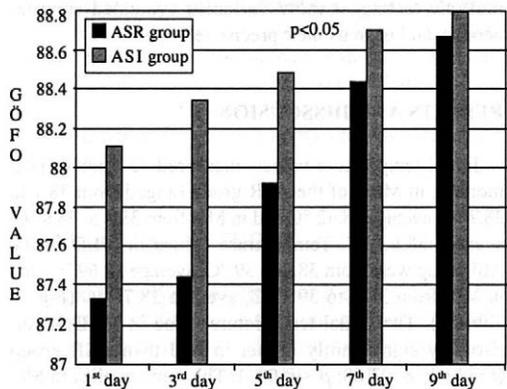


Fig. 3. Colour index value in *m. longissimus dorsi* (MLD) of ASI and ASR group measured 1st, 3rd, 5th, 7th and 9th day post mortem

Table 2. Colour index value in *m. longissimus dorsi* (GÖFO) and *m. gracilis* (GÖFO)

Colour index value in <i>m. longissimus dorsi</i> (GÖFO)						
	1st day		3rd day		9th day	
	ASR	ASI	ASR	ASI	ASR	ASI
n = number of animals	20	20	20	20	20	20
x = average value	87.33	88.10	87.44	88.34	88.67	88.80
s = standard deviation	1.55	1.27	1.58	1.19	2.27	1.26
r = range	84.75–90.7	85.13–90.77	84.80–91.12	86.12–91.12	85.60–93.01	86.31–91.52
Colour index value in <i>m. gracilis</i> (GÖFO)						
	1st day		3rd day		9th day	
	ASR	ASI	ASR	ASI	ASR	ASI
n = number of animals	20	20	20	20	20	20
x = average value	86.55	87.50	86.81	87.39	87.60	87.50
s = standard deviation	1.24	0.98	1.10	1.37	0.95	1.36
r = range	84.31–88.55	84.50–89.00	85.05–88.58	83.34–89.12	85.94–89.01	83.45–89.40

ASR – animals resting prior to slaughter

ASI – animals slaughtered immediately after arrival

that were not statistically significant by Student's *t*-test. The biggest decline was on 7th and 9th day post mortem (Fig. 4). However, Mann-Whitney-*U*-test found both 1st and 3rd day's measurements to be statistically significantly higher in ASI group ($Z = 2.54$; $p < 0.01$ for 1st day value, $Z = 1.99$, $p < 0.05$ for 3rd day value). Colour index of MLD measured 9th day for ASR group ranged from 85.60 to 93.01 for ASR group and from 86.31 to 91.52 for ASI group (Table 2). Percentage of animals with dark meat of MG was initially 15% in ASR group and 35% in ASI group. Similarly like in MLD, these percentages were higher 9th post mortem day: 40% for both groups. These results are similar to those of Honikel (1994) and Bryan (1981), who consider dark beef colour to be the most common in young, noncastrated bulls. Research of Tarrant (1981) shows that meat of 11–15% slaughtered bulls, 6–10% cows and 1–5% fattened steers is dark. Percentage of dark meat in heifers is just 2.4%. Based on these factors the conclusion that dark meat development is dependent on age, sex and weight can be drawn. However, the correlation has not been fully proven yet. The main reason for DFD meat lies in a lower quantity of glycogen at the moment of slaughter (Gregory, 1994). Glycolytic process is faster in warmer muscle. Slow cooling of beef carcasses results in lighter meat colour. It is the main reason for muscle with optimal quantity of glycogen to be lighter and softer on the surface. On the contrary, muscles with insufficient quantity of glycogen are darker and drier.

Anova test shows a statistically significant difference of colour index in MLD and MG between ASI and ASR groups ($F = 4.32$; $p < 0.005$ for MDL and $F = 6.52$; $p < 0.001$ for MG).

pH values in MLD 45 minutes post mortem in ASR group ranged from 6.37 to 6.84, average 6.62 and in ASI

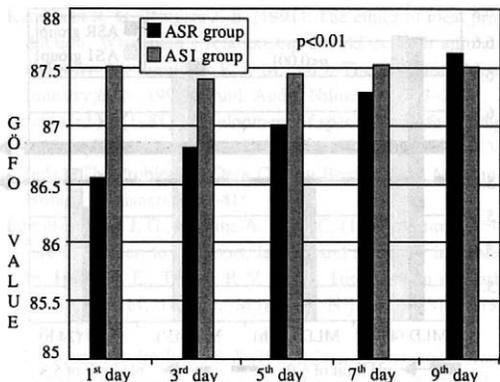


Fig. 4. Colour index value in *m. gracilis* (MG) of ASI and ASR group measured 1st, 3rd, 5th, 7th, and 9th day post mortem

group from 6.33 to 6.92, average 6.63 (Table 3). In the MG, the range of pH values 45 minutes post mortem was from 6.24 to 7.48, average 6.49 for ASR group and from 6.12 to 6.64, average 6.39 for ASI group (Table 3). Testing of pH values in MLD and MG 45 minutes post mortem did not show to be statistically significant between ASI and ASR group.

pH values measured 24 hours post mortem in MLD of ASR group ranged from 5.53 to 6.03, average 5.77. For ASI group the range was from 5.64 to 6.24, average 5.97 (Table 3). In MG this pH value ranged from 5.51 to 6.01, average 5.66 in ASR group and from 5.61 to 6.09, average 5.88 for ASI group. pH values measured 24 hours postmortem in MLD and MG were statistically significantly higher in the ASI group ($t = 4.24$; $p < 0.01$; $Z = 3.55$; $p < 0.001$ for MLD and $t = 5.04$; $p < 0.001$; $Z = 4.02$; $p < 0.001$ for MG) (Fig. 5).

Table 3. pH of *m. longissimus dorsi* and *m. gracilis*

	pH of <i>m. longissimus dorsi</i>			
	pH1		pH24	
	ASR	ASI	ASR	ASI
<i>n</i> = number of animals	20	20	20	20
<i>x</i> = average value	6.62	6.63	5.77	5.97
<i>s</i> = standard deviation	0.11	0.16	0.12	0.16
<i>r</i> = range	6.37–6.84	6.33–6.92	5.53–6.03	5.64–6.24
	pH of <i>m. gracilis</i>			
	pH1		pH24	
	ASR	ASI	ASR	ASI
<i>n</i> = number of animals	20	20	20	20
<i>x</i> = average value	6.49	6.39	5.66	5.88
<i>s</i> = standard deviation	0.28	0.15	0.13	0.14
<i>r</i> = range	6.24–7.48	6.12–6.64	5.51–6.01	5.61–6.09

ASR – animals resting prior to slaughter
 ASI – animals slaughtered immediately after arrival

pH1 – pH value measured 45 minutes post mortem
 pH24 – pH value measured 24 hours post mortem

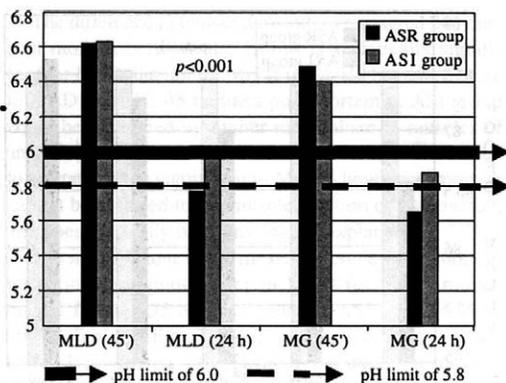


Fig. 5. pH value in *m. longissimus dorsi* (MLD) and *m. gracilis* (MG) of ASI and ASR group

If we take into account the limit of pH for DFD meat being 5.8, according to Jones and Tong (1989); Pem *et al.* (1994); Ćepin (1988, 1991) and Ćepin *et al.* (1995) the meat of 7 animals (35%) due to pH of MLD and 3 animals (15%) due to pH of MG can be qualified as DFD in ASR group. In the ASI group these numbers are higher. The meat of 16 animals (80%) due to pH of MLD and 12 animals (60%) due to pH of MG can be qualified as DFD.

If we however take into account the limit of pH for DFD meat being 6.0 (Garipey *et al.*, 1990) the meat of 3 animals (15%) due to pH of MLD and of one animal (5%) due to pH of MG can be qualified as DFD in ASR group. In the ASI group these numbers are higher. The meat of 9 animals (45%) due to pH of MLD and of 6 (30%) animals due to pH of MG can be qualified as DFD.

These findings point out that the preslaughter lairaging of animals for 36 hours diminishes the occurrence of DFD meat.

The influence of preslaughter procedures and resting time of animals prior to slaughter was examined by many authors (Purchas and Aungsupakorn, 1993; Watanabe *et al.*, 1993; Gregory, 1994). Many of them stated that inadequate handling of animals causes dark meat colour. They see the main reason for DFD meat in inadequate breeding environment and mixing of animals from different breeds. Ćepin (1988), however, blames feeding technologies. Van Laack *et al.* (1989) found the incidence of DFD meat in young bulls transported 10 hours to be 3.4%, compared to 27.3% in those transported for 70 minutes. Trunkfield *et al.* (1991) examined the influence of transport on cows. If 15–30 animals were transported together in a vehicle, they were stressed with an increase of plasma cortisol level. Jones and Tong (1989), Pem *et al.* (1994) and Ćepin (1988, 1991) set the limit of pH to be 5.8 and Göfo value 88.00 for DFD meat. Honikel (1994) sets the limit of pH value to be 6.2. Smith *et al.* (1996) found 38% carcasses with dark colour of meat and pH value of 5.6.

They did not recommend selling fresh meat with pH value 24 hours post mortem higher than 5.9. Results of research conducted by Ćepin *et al.* (1995) show that beef with pH value of 6.0 and higher is dark, while Garipey *et al.* (1990) describe such meat as extremely dark. On the other hand MacDougall and Jones (1981) found no pH limit for DFD meat.

Our research demonstrated the negative influence of stress on meat quality. Stress produces darker meat and higher pH value in tired animals. Careful handling of animals in order to avoid stress as well as resting of animals 36 hours prior to slaughter results in lighter meat and lower pH value, meaning the good quality meat. As such, it is much better for processing and marketing. Slaughtering of stressed animals (higher body temperature, excited or tired animals) is undesirable. They need a resting time of at least a few days, depending on stress intensity and animal species. For example inadequate treatment of cattle prior to slaughter causes utilisation of animal's glycogen storage, but in slower rate than in other animals. It is the main reason to believe that the resting time of cattle prior to slaughter has a lower influence on hydrogen ion concentration post mortem, compared to pigs. Hedrick (1981), however, finds preslaughter resting time as or even more stressful than slaughtering immediately after arrival. Kousgaard (1981) concluded that transport of animals should be fast and short, and their lairaging as brief as possible. He suggested animals transported 70 to 80 km to be slaughtered immediately after arrival. Logtestijn and Romme (1981) recommended cattle to be slaughtered within 30 minutes and pigs within 2 hours after arrival.

CONCLUSION

Preslaughter resting time of young bulls, from 400 to 500 kg of weight has a significant influence on reduction in DFD meat occurrence. The major factor of DFD meat detection is pH of the muscle. Temperature and colour are of less importance. In order to determine the quantity of preslaughter resting time influence on animals we have to evaluate some other parameters of beef quality as well. It will be the object of our future research work.

REFERENCES

- Barton-Gade P., Warris P., Brown S. N., Lambooj B. (1996): Methods of assessing meat quality. In: Proc. EU Seminar New information on welfare and meat quality of pigs as related to handling, transport, and lairage conditions, Mariensee, Germany. 23–24.
- Beltran J. A., Jaime I., Santolaria P., Sanudo C., Alberti P., Roncales P. (1997): Effects of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. *J. Meat Sci.*, 45: 201–207.
- Bocard R. (1986): From meat characteristics to integrate quality. Position and function of meat research workers. In: Pro-

- ceedings 32nd European Meeting Meat Research Workers. Gent., 2: 419-423.
- Bryan F. L. (1981): Hazard analysis of food service operations. *Food Techn.*, 35: 78-82.
- Cassens R.G., Demeyer D., Eikelenboom G., Jihansson G., Nielsen T., Renner M., Richardson I., Sakata R. (1995): Recommendation of reference method for assessment of meat colour. In: 41st Int. Congr. of Meat Science and Technology, San Antonio. 410-411.
- Čepin S. (1986): The carcass quality of some cattle breeds and their crosses. In: Proc. 32nd Int. Congr. Meat Science and Technology. 127-132.
- Čepin S. (1988): Influence of fattening technology on carcass and meat quality in young bulls. In: 34th Int. Congr. Meat Science and Technology, Brisbane. 45-47.
- Čepin S. (1990): Vpliv tehnologije pitanja na kakovost klavnih polovic in mesa mladih bikov. Zbornik radova Znanost in praksa in govedoreji, Domžale, 181-186.
- Čepin S. (1991): Utjecaj tehnologije tova i načina držanja junadi prije klanja na osobine mesa. Zbornik radova I savjetovanja prehrambenih tehnologa Srbije, Beograd, 64-67.
- Čepin S., Čepin M., Žgur S. (1995): Analysis of some effects on pH and colour of beef. In: 41st Int. Congr. Meat Science and Technology, San Antonio, 376-377.
- Etherington D. J., Taylor M. A. J., Dransfield E. (1987): Conditioning of meat from different species. *J. Meat Sci.*, 35: 7-11.
- Garipey C., Amiot J., Belanger A., Flipot P. M., Girard V. (1990): Steroides musculaires et qualité de la viande de bovillons et de taurillons. *Can. J. Sci.*, 70: 301-304.
- Ghosh A. (1996): Making the case for a cherry red colour of meat. *Die Fleisch.*, 44: 13-16.
- Gjurčević-Kantura V., Mikulec V., Zobundžija M., Sušić V., Mihičić D., Mikulec Z., Vučemić M. (1999): Histometabolic properties of some skeletal muscles in crossbreed lambs in Croatian dairy sheep. *Czech J. Anim. Sci.*, 44: 463-469.
- Gregory N.G. (1994): Preslaughter handling, stunning and slaughter. *J. Meat Sci.*, 36: 45-46.
- Hedrick H. B. (1981): Preventive treatments during the pre-slaughter period. In: Hood D. E., Tarrant P. V. (eds.): The Problem of Dark Cutting Beef. Hague, Martinus Nijhoff Publishers. 213-228.
- Hofmann K. (1987): Review. Recent trends and aspects of analytical meat research - a critical review. In: Proc. 33rd Int. Congr. Meat Science and Technology, Helsinki. 359-363.
- Hofmann K. (1988): pH a quality criterion for meat. *Fleischw.*, 53: 14-22.
- Honikel K. O. (1994): Quality products demand suitable methods of measurement. *Fleischw.*, 59: 4-7.
- Honikel K. O., Kim V. J. (1985): Über die ursachen der entstehung von PSE-schweinefleisch. *Fleischw.*, 50: 1125-1128.
- Ingr I. (1990): Meat quality defining the term by modern standards. *Fleischw.*, 55: 8-13.
- Jones S. D., Tong A. K. W. (1989): Factors influencing the commercial incidence of dark cutting beef. *Can. J. Anim. Sci.*, 69: 649-654.
- Kallweit E., Henning M. (1998): Carcass evaluation systems in the EU. In: 6th Int. Symp. Animal Science Days, Portorož. 135-140.
- Kauffman R. G., Rutgers J. E. (1991): The ethics of meat production: What man's relationship should be with animals and why? In: Smulders F. J. M. (ed.): The European Meat Industry in the 1990's. Publ. Audit. Nijmegen. 247-270.
- Kousgaard K. (1981): Development of special feeds for young bulls kept in overnight lairages. In: Hood D. E., Tarrant P. V. (eds.): The Problem of Dark Cutting Beef. Hague, Martinus Nijhoff Publishers. 410-416.
- Logtestijn Van J. G., Romme A. M. S. C. (1981): Animal welfare in relation to transport, lairage and slaughter in cattle. In: Hood D. E., Tarrant P. V. (eds.): The Problem of Dark Cutting Beef. Hague, Martinus Nijhoff Publishers. 170-186.
- MacDougall D. B., Jones S. J. (1981): Translucency and colour defects of dark cutting meat, their detection. In: Hood D. E., Tarrant P. V. (eds.): The Problem of Dark Cutting Beef. Hague, Martinus Nijhoff Publishers. 328-343.
- Nicholson F. (1998): Ensuring beef quality and food safety. *Beef Quality*, 6: 7-11.
- O' Halloran G. R., Troy D. J., Buckley D. J. (1997): The relationship between early post-mortem pH and the tenderisation of beef muscles. *J. Meat Sci.*, 45: 239-251.
- Pem V., Čepin S., Žgur S., Škorjanc D. (1994): The influence of pre-slaughter treatment on meat properties in heifers. Meat 40-ties... the quality of life. Hague, 40th ICCoMST. 347-355.
- Purchas R. W., Aungsupakorn R. (1993): Further investigations into the relationship between ultimate pH and tenderness for beef samples from bulls and steers. *J. Meat Sci.*, 34: 163-178.
- Prost E. K. (1986): Kriterien für den Begriff "Lebensmittelqualität". *Fleischw.*, 66: 1114-1115.
- Smith D. R., Wright D. R., Muir P. D. (1996): Variation in meat pH in steers and association with other carcass attributes: analysis of a commercial database. In: Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod., 56: 187-192.
- Trunkfield H. R., Broom D. M., Matje K., Wierenga H. K., Lambooy E., Kooijman J. (1991): Effects of housing on responses of veal calves to handling and transport. In: Metz J. H. M., Groenestein C.M.(eds.): New trends in veal calf production. Wageingen, Pudoc. 40-43.
- Van Hoof J., Dezeur-Wallays B., Pensaert R. (1986): Postmortale glykolyse und fleischqualität bei rindern. *Kulmbach, BAFF*. 34-37.
- Van Laack H. L., Van J. M., Smulders F. J. M. (1989): Meat quality is the issue. *J. Meat Sci.*, 37: 113-121.
- Voisin B. D., Grandin T., O' Connor S. F., Tatum J. D., Deesing M. J. (1997): Bos Indicus-Cross feedlot cattle with excitable temperaments have tougher meat and higher incidence of borderline dark cutters. *J. Meat Sci.*, 46: 367-377.
- Warris P. D., Kestin S. C., Brown S. N., Wilkins L. J. (1984): The time required for recovery from mixing stress in young bulls and the prevention of dark-cutting beef. *J. Meat Sci.*, 32: 59-64.
- Watanabe A., Sato H., Tsuneishi E., Matsumoto M. (1993): Effects of fattening on post-mortem pH of beef muscles. *J. Meat Sci.*, 35: 269-274.

Žgur S., Drobnič V. (1998): A note on quality of cattle slaughtered in Slovenia. In: 6th Int. Symp. Animal Science Days, Portorož. 141–146.

Žlender B. (1998): The quality of our meat production and comparison with EU. 6th Int.-Symp. Animal Science Days, Portorož. 183-190.

Received for publication on May 16, 2000
Accepted for publication on September 4, 2000

Contact Address:

Mr. sc. Željka Kuzmanović, dr. vet. med., Mirka Deanovića 15/1, 10 000 Zagreb, Croatia, tel.: ++385 1 29 94-821, e-mail: biljana.kuzmanovic@zg.tel.hr

Změna publikačního jazyka
ve vědeckých časopisech
České akademie zemědělských věd

Na základě doporučení Vydavatelské rady ČZV budou od 1. 1. 2001 v časopisu Czech Journal of Animal Science publikovány všechny příspěvky **pouze v angličtině**.

A change of publication language
in Scientific Journals of the Czech Academy
of Agricultural Sciences

As recommended by Board of Publishers of the Czech Academy of Agricultural Sciences all papers in Czech Journal of Animal Science will be published **solely in English** since 1st January 2001.

SELEKCE NA VYSOKOU HMOTNOST TĚLA A NĚKTERÉ KORELOVANÉ ODPOVĚDI V REPRODUKČNÍCH VLASTNOSTECH U DRŮBEŽE

SELECTION FOR HIGH BODY WEIGHT AND CORRELATED RESPONSES IN REPRODUCTION IN POULTRY

J. Hort, H. Knížetová, L. Hyánková

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

ABSTRACT: The paper presents a review of current knowledge in the area of causes of reduced egg production in poultry of broiler type resulting from long-term selection for high body weight, i.e. increased occurrence of defective eggs and follicular ovulation into the abdominal cavity at the beginning of laying (so called EODES – erratic oviposition and defective egg syndrome). A direct cause is high ovarian activity, i.e. an increased number of rapidly growing follicles and occurrence of follicles at the same developmental stage. Following their bursting, two or more yolk eggs or eggs with imperfect envelopes are laid. The ovulation into the abdominal cavity is likely to be caused by asynchrony between the oviduct and ovary as a result of lower hormonal control. The primary EODES cause is excessive production of depot fats accompanying long-term selection for higher body weight at early age. It is to suppose that the capacity of storing an increased amount of lipids during reproduction not only in adipose depots but also in growing follicles is an adaptation phenomenon allowing the organism to establish a better physiological equilibrium.

Keywords: poultry; selection for body weight; fatness; reproduction; EODES

ABSTRAKT: V práci je podán přehled současných poznatků o příčinách snížené produkce vajec u masného typu drůbeže v důsledku dlouhodobé selekce na vyšší hmotnost těla, tj. zvýšeného výskytu defektních vajec a ovulace folikulů do dutiny břišní na začátku snášky (tzv. EODES – erratic oviposition and defective egg syndrome). Jeho bezprostřední příčinou je vysoká ovariální aktivita, tj. zvýšený počet rychle rostoucích folikulů a výskyt folikulů na stejném stupni vývoje. Po jejich prasknutí dochází ke snesení dvou i více žlutkových vajec nebo vajec s nedokončenými obaly. Ovulace do dutiny břišní je pravděpodobně způsobena asynchronií mezi vejcovodem a vaječníkem v důsledku nižší hormonální kontroly. Primární příčinou EODES je nadměrná tvorba zásobních tuků, která provází dlouhodobou selekci na vyšší hmotnost v raném věku. Lze předpokládat, že schopnost ukládat zvýšené množství lipidů v době reprodukce nejen do tukových dep, ale i do rostoucích folikulů je adaptační fenomén, který umožňuje organismu navozovat lepší fyziologickou rovnováhu.

Klíčová slova: drůbež; selekce na hmotnost; obezita, reprodukce; EODES

ÚVOD

Reprodukční potenciál zvířat významně ovlivňuje ekonomickou rentabilitu živočišné produkce. U drůbeže to platí nejen pro nosný typ, u něhož jsou ukazatele snášky hlavním produkčním znakem. Také u masného typu se reprodukce rodičovských linií významně promítá do ekonomiky systému výroby drůbežního masa. Antago-

nistický vztah mezi hmotností těla a reprodukci však udržení dobrých reprodukčních schopností značně komplikuje.

Silný negativní vztah mezi reprodukci a růstovými schopnostmi lze u masné drůbeže sledovat v průběhu její celé selekční historie. Antagonismus podmínil vznik nosného a masného typu, vedl k odlišnému výběru selekčních kritérií pro otcovské a mateřské linie a v 80. letech se dokonce podílel na změně celkové selekční strategie,

tj. byl důvodem k hledání nových selekčních kritérií pro další zefektivnění masné produkce.

Dlouhodobá intenzivní selekce na zvýšení růstových schopností brojlerů, která se po 40 let prováděla na základě živé hmotnosti v raném věku (individuální fenotypová selekce), vedla totiž v těchto letech k výrazné kumulaci degenerativních změn. Mezi nejzávažnější patřil pokles reprodukce, který byl spojován s nadbytečnou kumulací tukových rezerv. Pokles reprodukční způsobilosti (fitness) v souvislosti s obezitou byl údajně natolik silný, že hrozilo vytvoření tzv. fyziologického stropu, tj. situace, kdy další selekce na hmotnost již nebude možná, přestože v rámci populací existuje ještě dostatečná genetická variabilita v tomto znaku (McCarthy a Siegel, 1983). Analýza korelovaných změn u komerčních linií slepic prokázala, že dlouhodobá aplikace selekčního tlaku na zvýšení hmotnosti těla vedla paralelně k přednostnímu výběru jedinců s vysokým apetitem, se sklonem k přezírání (hyperfagie) a posléze i k tučnění (McCarthy a Siegel, 1983). Korelovaný vznik hyperfagie při selekci na vyšší hmotnost těla a naopak nechutenství při selekci v opačném směru potvrdily i selekční experimenty s divergentní selekcí na hmotnost těla (Dunnington a Siegel, 1996). Také kuřata linií selektovaných přímo na zvýšení tělního tuku mají zpravidla vyšší spotřebu krmiva *ad libitum*, než kuřata selektovaná na jeho snížení (asi o 15 %). Přesto většina autorů nepovažuje přezírání za primární příčinu geneticky podmíněné obezity. Opakovanými pokusy bylo totiž prokázáno, že restriktívni krmiva nelze odstranit tučnost těchto kuřat, i když jí lze do určité míry redukovat (Leclercq a Saadoun, 1982; Lilburn *et al.*, 1982; Geraert *et al.*, 1986).

SELEKCE NA VYSOKOU HMOTNOST A JEJÍ DOPADY

Reprodukce samců a samic

Negativní efekt dlouhodobé selekce na vyšší hmotnost těla se promítal do reprodukčních funkcí u samčího i samičího pohlaví.

U samců byly nejnápadnější změny zaznamenány v sexuálním chování, tj. ve snížení libida, ztížení kloakálního kontaktu apod. Vyšší hmotnost byla spojena u kohoutů i s větší citlivostí k mechanickému poškození končetin, což stěžuje normální aktivitu páření (Robinson *et al.*, 1993). Například při analýze sexuálního chování japonských křepelek bylo zjištěno, že samci linií selektované na vysokou hmotnost těla měli významně nižší úspěšnost páření a procento oplozených vajec než samci dvou kontrolních neselektovaných populací, přestože frekvence pokusů o páření byla stejná u všech linií (Blohowiak *et al.*, 1984). U samičího pohlaví se selekce na vyšší hmotnost promítla zejména do poruch ve snášce, tj. do nadměrné produkce defektních vajec a ovulace do dutiny břišní. Tento syndrom, tzv. EODES (erratic oviposition and defective egg syndrome), poprvé

popsali Jaap a Muir v roce 1968. Projevuje se zejména v počátečních obdobích snáškového cyklu.

Ovariální aktivita

Zřejmě závažnost syndromu EODES a zhoršující se ukazatele reprodukce s postupující selekcí na hmotnost u komerčních linií vedla selekční experimentátory z oblasti užitkových znaků k řadě pokusů, které sledovaly korelované změny při selekci na hmotnost i v reprodukci. Jako nejvhodnější genetický model se pro analýzu vztahů mezi hmotností a ostatními produkčními znaky jeví divergentní selekce linií ze stejné výchozí populace, tj. linie selektované paralelně na vysokou a nízkou hmotnost. Právě u těchto modelů byly získány i nejcennější poznatky k interpretaci samičích poruch reprodukce u masného typu drůbeže.

Mezi linie, které výraznou měrou přispěly k ozřejmění EODES patří divergentní linie slepic masného typu White Plymouth Rock založené Sieglem (Siegel, 1962). Byly dlouhodobě selektované na vysokou (linie HWS) a nízkou (linie LWS) hmotnost těla v osmi týdnech věku (38. generace, Dunnington a Siegel, 1996). Klíčový pokus sledující reprodukční ukazatele linií HWS a LWS, který vedl k zjištění bezprostředních příčin EODES, byl uskutečněn po 15. a 16. generaci selekce (Reddy a Siegel, 1976). V pokusu byla sledována snáška, podíl defektních vajec v konfrontaci s ovariální aktivitou.

Pokus prokázal, že snáška není v tomto období selekce negativně ovlivněna vyšší hmotností těla, naopak u linie HWS byla zaznamenána snáška signifikantně vyšší než u LW. Nicméně, podíl defektních vajec u linie HWS podstatně převyšoval ukazatele u LWS, podobně jako v dřívějších experimentech na tomto materiálu.

Syndrom EODES byl u linie s vysokou hmotností těla patrný, jak ze zvýšeného podílu defektních vajec, tak z vyššího podílu ovulace folikulů do břišní dutiny ve srovnání s LWS (Udale, 1972 – cit. Reddy a Siegel, 1976). Jeho nežádoucí efekt se přitom projevoval, podle očekávání, zejména na začátku snášky. Již po prvních čtyřech týdnech po dosažení pohlavní dospělosti docházelo k progresivnímu poklesu frekvence dvoužloutkových vajec i vajec s neúplnými vaječnými obaly (volný žloutek, žloutek v membráně, měkká skořápka, dvoužloutková a deformovaná vejce). Z uvedených výsledků bylo zřejmé, že počet defektních vajec musí souviset s rychlostí růstu a obdobím snáškového cyklu.

Ztráty ovulovaných folikulů do dutiny břišní zaznamenané u linie HWS představovaly během prvního měsíce snášky až 35 % folikulů (Udale, 1972 – cit. Reddy a Siegel, 1976). Tyto výsledky podporovaly domněnku, že vnitřní ovulace může souviset s asynchronií ve funkci vaječniku a vejcovodu. Uvedený předpoklad nepřímo podpořilo sledování ovariální aktivity, která navíc dokumentovala bezprostřední příčiny dalších výše popsaných poruch snášky.

Ovariální aktivita byla charakterizována počtem rychle rostoucích folikulů (> 0,3 g) a počtem prasklých foli-

kulů. Výsledky prokázaly, že průměrný počet rychle rostoucích folikulů pro rané i střední období snášky je významně větší u těžké linie, než u linie s nízkou hmotností těla. Bylo však zřejmé, že u těžké linie se počet průkazně snižuje s časem, naopak u linie LWS zůstává téměř konstantní.

Těsný vztah mezi nadměrným počtem rychle rostoucích folikulů na začátku snášky a zvýšeným výskytem EODES právě v tomto období, byl tedy jednoznačně zřejmý. Navíc bylo zjištěno, že vysoký počet folikulů v rychlém vývoji je spojen i s výskytem folikulů na stejném stupni vývoje (diference v hmotnosti je max. 1 g). Lze tedy předpokládat, že po jejich prasknutí dojde s velkou pravděpodobností ke snesení dvou- i více žlutkových vajec (synchronní ovulace) nebo vajec s nedokončenou tvorbou obalů (interval mezi ovulacemi je kratší než 21 hodin).

Obdobně jako byly zjištěny diference mezi liniemi LWS a HWS v počtu rychle rostoucích folikulů, byly zjištěny meziliniové rozdíly také v počtu prasklých folikulů, avšak bez průkazného efektu období snáškového cyklu u obou linií. Autoři Reddy a Siegel (1976) se domnívají, že pokles v počtu rychle rostoucích folikulů bez korelované změny v počtu prasklých folikulů u HWS lze spojovat s výraznější atrezií folikulů v pozdějších obdobích snášky. Při sledování atretických folikulů u masných a nosných linií krůt byl rovněž zjištěn vyšší počet u masné linie během středního období snáškového cyklu (Bacon *et al.*, 1972), ale nikoliv na počátku snášky.

Diference v počtu rostoucích, prasklých a atretických folikulů, mezi liniemi HWS a LWS vedly autory k vyslovení domněnky, že selekce na hmotnost těla má za následek změnu v sekreci gonadotropního hormonu, a zřejmě i změnu v neurálním prahu pro senzitivitu vůči tomuto hormonu. Předpoklad nižší hormonální kontroly v období ovulace u linií s vysokou hmotností těla by logicky vysvětloval asynchronii mezi vejcovodem a vaječným (nedostatečný signál k obklopení ovulujícího vajíčka infudibulem), která se předpokládá, jak bylo uvedeno, při interpretaci zvýšené ovulace do dutiny břišní (Renema *et al.*, 1995 – cit. Melnychuk *et al.*, 1997).

Obecnost poznatků získaných u divergentně selektovaných linií slepic HWS a LWS, podporují výsledky získané u dalších druhů drůbeže. U krůt bylo například jednoznačně prokázáno, že selekce na vysokou živou hmotnost zvyšuje počet rychle se vyvíjejících folikulů, jejich celkovou hmotnost a počet folikulů vyvíjejících se v párech (Nestor *et al.*, 1980). Produkce vajec selektovaných linií byla signifikantně nižší než u kontrolní neselektované populace (Nestor *et al.*, 1996). Rozdíly v ovariální aktivitě těžších a lehčích linií krůt jsou dokumentovány i výsledky autorů Melnychuk *et al.* (1997), kteří se zaměřili na sledování samic otcovské (hmotnost v dospělosti 16 kg) a mateřské (12 kg) linie. Krůty otcovské linie měly více velkých žlutých folikulů (diametr >10 mm), než samice mateřské linie při snesení prvního vejce a rov-něž větší proporcii přibližně stejně velkých folikulů.

Tvorba lipidů v játrech

I když je ovariální aktivita bezprostřední příčinou syndromu EODES, není jeho příčinou primární. Tu musíme hledat zřejmě ve zvýšené tvorbě lipidů v játrech, která se posléze promítá do vyšší akumulace žloutkového materiálu. Vyšší produkce lipidů v játrech byla prokázána u nesoucích samic rychle rostoucích linií slepic (Jaap a Clancy, 1968; Udale *et al.*, 1972; Reddy a Siegel, 1976), krůt (Nestor *et al.*, 1980; Melnychuk *et al.*, 1997) a japonských křepelek (Bacon *et al.*, 1973; Bacon a Nestor, 1983).

Souvislost mezi zvýšenou intenzitou růstu, výskytem syndromu EODES a zvýšenou tvorbou lipidů v játrech se již pokusili vysvětlit Jaap a Muir (1968). Předpokládají, že genetické faktory, které se podílejí na rychlém anabolismu proteinů, a tím i na rychlém růstu, mohou podporovat také rychlou tvorbu lipoproteinů v játrech. Je totiž známo, že lipidy syntetizované v játrech jsou transportovány plazmou ve formě fosfolipoproteinových komplexů do ovarií, kde jsou deponovány do folikulů (McIndoe, 1959 – cit. Nestor *et al.*, 1982).

Tato hypotéza spolu s prohlubující se obezitou komerčních linií, která byla příčinně spojována s jejich nižšími reprodukčními schopnostmi, dala podnět k založení dalšího selekčního modelu, který měl prokázat vztah mezi vysokou hmotností, nadbytečnou syntézou tuku a jeho zvýšeným zabudováváním do rychle rostoucích folikulů (Nestor *et al.*, 1982)

Divergentní selekční program byl realizován u japonských křepelek a zahrnoval čtyři selektované linie. Byly to linie divergentně selektované na hmotnost těla ve čtyřech týdnech věku, tj. linie HW (vysoká hmotnost těla) a LW (nízká hmotnost těla), a linie HP a LP selektované na vysokou a nízkou hladinu fosforu v plazmě na počátku snášky, tj. na indikátory fosfolipoproteinových prekurzorů žloutku.

Selekce na vysokou a nízkou hmotnost těla ve čtyřech týdnech věku prokázala, že zvyšování, ale i snižování hmotnosti těla bez selekční podpory reprodukce, vede k významnému snižování snášky (Anthony *et al.*, 1990). Po 30 generacích vykazovala linie LW ztrátu jednoho vejce na generaci, linie HW 0,6 vejce na generaci vzhledem ke kontrolní linii C (Nestor *et al.*, 1996). U linie LW se na horších ukazatelích podílely kratší série, u linie HW podle očekávání, především zvýšený výskyt abnormálních vajec (Nestor *et al.*, 1987).

Zhoršené ukazatele reprodukce byly potvrzeny i linie HP. Analýza poklesu snášky u linií HW a HP však naznačila rozdílné příčiny. Zatímco u linie HW se signifikantně zvýšil počet abnormálních vajec ($P < 0,05$) i počet a hmotnost rychle rostoucích folikulů ($P < 0,001$), u linie HP nedošlo k výraznější změně v těchto znacích (Nestor *et al.*, 1987, 1996). Nadbytečné prekurzory žloutku nebyly čerpány z plazmy do rychle rostoucích folikulů. Jejich počet a hmotnost byly stejné jako u kontrolní linie C.

Skutečnost, že u linie LP byla situace opačná, tj. bylo prokázáno, že využívá dostupné lipoproteiny účinněji,

vede v souvislosti s ostatními poznatky (selekcí na P se hmotnost těla podstatně neměnila ani u jedné z linií) k domněnce, že selekce na vysokou a nízkou hladinu P vede s největší pravděpodobností k ovlivnění množství povrchových folikulárních receptorů (Anthony *et al.*, 1990). Zvýšená (snížená) hladina fosfoproteinů v plazmě u HP (LP) nebyla tedy dána jejich zvýšenou (sníženou) produkcí, ale jejich sníženým (zvýšeným) zabudováváním do folikulů.

Této představě neodporují ani následné selekční pokusy, ve kterých byly vytvořeny sublinie HW-HP, HW-LP a LP-HW. Naznačily, že selekce na vysokou hmotnost těla i vysokou hladinu P (sublinie HW-HP) snižuje snášku více, než selekce na každý znak samostatně. Genetické snižování hladiny žloutkových prekurzorů u linie HW (sublinie HW-LP) nemělo žádoucí pozitivní efekt na snášku. Naproti tomu selekce na vysokou hmotnost těla u linie LP (sublinie LP-HW) byla úspěšná (Nestor *et al.*, 1987; Anthony *et al.*, 1990).

Selekce na vysokou a nízkou hladinu fosforu v krvi nevedla tedy korelovaně ke změnám, které autoři teoreticky očekávali (změna hmotnosti těla, tučnosti, výskytu defektních vajec), tj. z hlediska jejich záměru skončila neúspěchem. Její výsledky však přesto přispěly k prohloubení poznatků o EODES i obezitě samotné. Spolu s pokusy, které záměrnou selekcí úspěšně změnily obsah tělního tuku (Leclercq *et al.*, 1980; Leclercq, 1984; Whitehead a Griffin, 1984; Whitehead, 1987), totiž naznačily, že geneticky podmíněná obezita je fenomén, na kterém se kromě zvýšené syntézy lipidů v jaterní tkáni (Whitehead a Griffin, 1986; Saadoun a Leclercq, 1983, 1987) musí podílet i další geneticky podmíněné schopnosti organismu, které jsou na lipogenezi funkčně nezávislé. Vedle schopnosti transportu lipidů krevní plazmou (Hermier *et al.*, 1984; Cahaner *et al.*, 1986; Leclercq *et al.*, 1990) se jedná zejména o schopnost snižovat jeho hladinu v krvi ukládáním do tukových dep. Tato schopnost je umožněna vyšším počtem tukových buněk (Hermier *et al.*, 1989) a vyšší koncentrací lipáz (LPL – lipoprotein lipase) v tukových depech již v raném věku (Leclercq *et al.*, 1990). V období reprodukce se na účinném snižování koncentrace fosfolipidů v krevním řečišti podílí i deponace tuku do rostoucích folikulů. Lze předpokládat, že právě tato schopnost umožňuje dospělému organismu udržet při zvýšené tvorbě tuků přijatelnou míru fyziologické rovnováhy.

LITERATURA

- Anthony N. B., Emmerson D. A., Nestor K. E., Bacon W. L. (1990): Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 8. A summary of correlated response. *Poult. Sci.*, 69: 1055–1063.
- Bacon W. L., Nestor K. E. (1983): Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 4. Correlated responses in carcass composition and carcass yield of progeny during growth. *Poult. Sci.*, 62: 161–165.
- Bacon W. L., Nestor K. E., Renner P. (1972): Further studies on ovarian follicular development in egg and meat-type turkey. *Poult. Sci.*, 51: 398–401.
- Bacon W. L., Nestor K. E., Renner P. (1973): Ovarian follicular development in egg and growth lines of Japanese quail. *Poult. Sci.*, 52: 1195–1199.
- Blohowiak C. C., Dunnington E. A., Marks H. L., Siegel P. B. (1984): Body size, reproductive behaviour and fertility in three genetic lines of Japanese quail. *Poult. Sci.*, 63: 847–854.
- Cahaner A., Nitsan Z., Nir I. (1986): Weight and fat content of adipose and nonadipose tissues in broilers selected for or against abdominal adipose tissue. *Poult. Sci.*, 65: 215–222.
- Dunnington E. A., Siegel P. B. (1996): Long-term divergent selection for eight-week body weight in White Plymouth Rock chicken. *Poultry Sci.*, 75: 1168–1179.
- Geraert P. A., Leclercq B., Larbier M. (1986): Dietary amino acid utilisation as energy sources in genetically fat and lean chicken. In: Proc. 7th Europ. Poult. Conf., Paris.
- Hermier D., Chapman J., Leclercq (1984): Plasma lipoprotein profile in fasted and refed chickens of two strains selected for high or low adiposity. *J. Nutr.*, 114: 1112–1121.
- Hermier D., Quignard-Boulangé A., Dugail I., Guy G., Salichon M. R., Brigant L., Ardouin B., Leclercq (1989): Evidence of enhanced storage capacity in adipose tissue of genetically fat chicken. *J. Nutr.*, 119: 1364–1375.
- Jaap G., Clancy J. A. (1968): Reproductive idiosyncrasies of broiler pullet. In: Proc. 3rd Europ. Poult. Conf., Jerusalem, Israel, 3: 74–78.
- Jaap G., Muir F. V. (1968): Oviposition and egg defect. *Poult. Sci.*, 47: 417–423.
- Leclercq B. (1984): Adipose tissue metabolism and its control in bird. *Poult. Sci.*, 63: 2044–2054.
- Leclercq B., Saadoun A. (1982): of broilers for low or high abdominal fat: comparison of energy metabolism of the lean and fat line. *Poult. Sci.*, 61: 1799–1803.
- Leclercq B., Blum J. C., Boyer J. P. (1980): Selecting broilers for low or high abdominal fat: initial observation. *Brit. Poult. Sci.*, 21: 107–113.
- Leclercq B., Hermier D., Guy G. (1990): Metabolism of very low density lipoproteins in genetically lean or fat lines of chicken. *Reprod. Nutr. Dev.*, 30: 701–715.
- Lilburn M., Morrow F. M., Leach R. M., Buss E. G., Martin R. J. (1982): A comparison of the in vitro lipogenic rates and other physiologic parameters in two strains of lean and obese chicken. *Growth*, 46: 163–170.
- McCarthy J. C., Siegel P. B. (1983): A review of genetical and physiological effects of selection in meat-type poultry. *Anim. Breed. Abstr.*, 51: 87–94.
- Melnichuk V. L., Robinson F. E., Renema R. A., Hardin R. T., Emmerson D. A., Bagley L. G. (1997): Carcass traits and reproductive development at the onset of lay in two lines of female turkey. *Poult. Sci.*, 76: 1197–1204.
- Nestor K. E., Bacon W. L. (1982): Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 3. Correlated responses in mortality, reproduction traits, and adult body weight. *Poult. Sci.*, 61: 2137–2142.
- Nestor K. E., Bacon W. L., Renner P. A. (1980): The influence of kinetic changes in total egg production, cluck length broodi-

- ness, and body weight on ovarian follicular development in turkey. *Poult. Sci.*, 59: 1694–1699.
- Nestor K. E., Bacon W. L., Anthony N. B., Havenstein G. B. (1987): Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 7. Influence of genetic changes in body weight and yolk precursor on egg production. *Poult. Sci.*, 66: 390–396.
- Nestor K. E., Bacon W. L., Anthony N. B., Noble D. O. (1996): Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 11. Correlated responses over thirty generation. *Poult. Sci.*, 75: 472–477.
- Reddy P. R. K., Siegel P. B. (1976): Selection for body weight at eight weeks of age. 11 Ovulation and oviposition pattern. *Poult. Sci.*, 55: 1518–1530.
- Robinson F. E., Wilson J. L., Yu M. W., Fassenko G. M., Hardin R. T. (1993): The relationship between body weight and reproductive efficiency in meat-type chicken. *Poult. Sci.*, 72: 912–922.
- Saadoun A., Leclercq B. (1983): Comparison of *in vivo* fatty acid synthesis of genetically lean and fat chicken. *Comp. Biochem. Physiol.*, 75B: 641–644.
- Saadoun A., Leclercq B. (1987): *In vivo* lipogenesis of genetically lean and fat chickens: effects of nutritional state and dietary fat. *J. Nutr.*, 117: 428–435.
- Siegel P. B. (1962): Selection for body weight at eight weeks of age. 1. Short term responses and heritabilities. *Poult. Sci.*, 41: 954–962.
- Udale R. W., Siegel P. B., Van Krey H. P. (1972): Rates of ovulation and oviposition in growth selected lines of chicken. *Poult. Sci.*, 51: 2098–2100.
- Whitehead C. C. (1987): Selecting leaner broilers on the basis of plasma lipoprotein concentration. In: 7th Int. Symp. Actual Problems of Avian Genetics, Smolenice, Czechoslovakia. 108–112.
- Whitehead C. C., Griffin H. D. (1984): Development of divergent lines of lean and fat broilers using plasma very low-density lipoprotein concentrations as selection criterion: the first three generation. *Brit. Poult. Sci.*, 25: 573–582.,
- Whitehead C. C., Griffin H. D. (1986): Development of divergent lines of lean and fat broilers using plasma very low density lipoprotein concentrations as selection criterion: results over fourth generation and lack of effect of dietary fat on performance and carcass fat content. *Brit. Poult. Sci.*, 27: 317–324.

Došlo 27. 4. 2000

Přijato k publikování 4. 9. 2000

Kontaktní adresa:

Jiří H o r t, Výzkumný ústav živočišné výroby, Přátelství 815, PO Box 1, 104 01 Praha-Uhřetěves, Česká republika, tel.: +420 2 67 71 17 47, fax: +420 2 67 71 14 48, e-mail: hort@vuzv.cz

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Slezská 7, 120 56 Prague 2, Czech Republic

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

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

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

POKyny PRO AUTORY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CONTENTS

Genetics and Breeding

Jelínek J., Teplý V., Krys J.: The influence of selected characteristics of the somatomorphologic structure of the forelimb on the length of basic gaits of a horse in walk and trot (in English)	481
---	-----

Nutrition and Feeding

Chrenková M., Čerešňáková Z., Sommer A.: Effective degradability and prediction of intestinal digestibility in rumen for undegraded feed crude protein (in Slovak)	487
--	-----

Lichovníková M., Klecker D., Zeman L.: The effect of extruded rapeseed feed on laying performance and quality of eggs (in Czech)	493
--	-----

Animal Products

Margetín M., Milerski M.: The effect of nongenetic factors on milk yield and composition in goats of White Short-Haired breed (in Slovak)	501
---	-----

Kuzmanović Ž., Elabjer I.: Influence of preslaughter resting time of bulls on meat temperature, colour and pH value (in English)	511
--	-----

INFORMATION – STUDIES – REPORTS

Hort J., Knížetová H., Hyánková L.: Selection for high body weight and correlated responses in reproduction in poultry (in Czech)	519
---	-----

BOOK REVIEW

Mácha J.: Millar P., Lauvergne J. J., Dolling C.: Mendelian Inheritance in Cattle 2000 (in English)	486
---	-----

OBSAH

Genetika a šlechtění

Jelínek J., Teplý V., Krys J.: Vliv vybraných charakteristik somatomorfologické stavby přední končetiny na délku základních chodů koně v kroku a klusu	481
--	-----

Výživa a krmení

Chrenková M., Čerešňáková Z., Sommer A.: Efektivna degradovateľnosť a predikcia črevnej stráviteľnosti v bachore nedegradovaných N-látok krmív	487
--	-----

Lichovníková M., Klecker D., Zeman L.: Vliv extruze řepkového krmiva na parametry snášky a kvalitu vajec ...	493
--	-----

Živočišné produkty

Margetín M., Milerski M.: Vplyv negenetických faktorov na produkciu a zloženie mlieka kôz plemena biela krátkosrstá koza	501
--	-----

Kuzmanović Ž., Elabjer I.: Vliv předporážkového odpočinku býků na teplotu, barvu a hodnotu pH masa	511
--	-----

INFORMACE – STUDIE – ZPRÁVY

Hort J., Knížetová H., Hyánková L.: Selekcje na vysokou hmotnost těla a některé korelované odpovědi v reprodukčních vlastnostech u drůbeže	519
--	-----

RECENZE

Mácha J.: Millar P., Lauvergne J. J., Dolling C.: Mendelian Inheritance in Cattle 2000	486
--	-----

Vědecký časopis CZECH JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE (ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA) ● Vydává Česká akademie zemědělských věd – Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/22 51 40 03, e-mail: edit@uzpi.cz ● Sazba a tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 2000

Rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, referát odbytu, Slezská 7, 120 56 Praha 2

Podávání novinových zásilek povoleno Českou poštou, s. p., Odštěpný závod Střední Čechy, č. j. NOV 6587/00-P/1 dne 9. 5. 2000