

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Czech Journal of
ANIMAL SCIENCE

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

12

VOLUME 44
PRAGUE
DECEMBER 1999
ISSN 1212-1819

CZECH JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

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

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

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

Chairman – Předseda

Ing. Vít Prokop, DrSc. (Výzkumný ústav výživy zvířat, s. r. o., Pohofelice, 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, Wroclaw, Polska)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ing. Ján Poltársky, DrSc. (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)

Editor-in-Chief – Vedoucí redaktorka

Ing. Marie Černá, CSc.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

THE EFFECT OF CLINICAL MASTITIS INFECTION ON PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE TRAITS IN HOLSTEIN-FRIESIAN COWS UNDER EGYPTIAN CONDITIONS

VLIV INFEKCE KLINICKÉ MASTITIDY NA PRODUKČNÍ A REPRODUKČNÍ ZNAKY HOLŠTÝNSKO-FRÍSKÝCH DOJNIC V PODMÍNKÁCH EGYPŤA

W. H. Kishk¹, M. M. Awad¹, A. El-Gohary², A. A. Osman¹, A. A. Amin¹

¹ Suez Canal University, Faculty of Agriculture, Animal Production Department, Ismailia, Egypt

² The Community Farm, Bahr El-Bakar region, El-sharkia, Egypt

ABSTRACT: A total of 149 dairy cows was used to explain physiological influences of the number of mastitis infections (NMI). The relationship between NMI and some productive and reproductive traits was studied. These traits were daily milk yield (DY), lactation period (LP), days open (DO) and number of services per conception (NOS). Data of this experiment were divided into two groups. The first group included cows with clinical mastitis infection during different lactating seasons and the second included non-infected cows. Results of this experiment showed that mastitis infection had deleterious effects on both productive and reproductive traits. DY of the second group was higher by 54.7% than in the first. NOS of the second group was lower than that of the first. There were negative correlations between mastitis infection and productive traits especially with DY (-0.39). Repeatability of the high NOS within the first group was 0.35 and it was higher than that of the other traits of the same group. It could be concluded that mastitis infection had a correlation with bad conditions of housing systems and high milk production of cows. The Egyptian environmental conditions, especially the high temperature and the bad quality of nutrition during the summer season, can also affect this correlation. NMI had an important role in reducing the reproductive traits especially NOS which increases the calving interval and reduces the productivity of infected cows.

Keywords: cows; Egypt; Holstein-Friesian breed; clinical mastitis; productive traits; reproductive traits

ABSTRAKT: Pro objasnění fyziologického vlivu počtu infekcí mastitidy (NMI) jsme použili celkem 149 dojníc. Sledovali jsme závislost mezi NMI a některými produkčními a reprodukčními znaky. Mezi tyto znaky patřila denní dojivost (DY), délka laktačního období (LP), servis perioda (DO) a počet přípuštění na jedno zabřeznutí (NOS). Hodnoty získané v tomto pokusu jsme rozdělili do dvou skupin. První skupina zahrnovala dojnice s klinickou mastitidou v průběhu různých laktačních období, do druhé skupiny patřily dojnice bez mastitidy. Výsledky pokusu naznačily, že infekce mastitidy měla škodlivý vliv na produkční i reprodukční znaky. Denní dojivost druhé skupiny byla o 54,7 % vyšší než u první skupiny. NOS druhé skupiny byl nižší než u první skupiny. Zaznamenali jsme záporné korelace mezi infekcí mastitidy a produkčními znaky, zejména u DY (-0,39). Opakovatelnost vysokého NOS u první skupiny byla 0,35 a byla vyšší než opakovatelnost ostatních znaků u téže skupiny. Je možné vyvodit závěr, že existuje korelace mezi infekcí mastitidy a špatnými podmínkami ustájení a vysokou produkcí mléka u dojníc. Tuto korelaci mohou ovlivňovat podmínky životního prostředí v Egyptě, zejména vysoká teplota a nízká kvalita výživy během letní sezony. NMI hrál významnou úlohu při snižování reprodukčních znaků, zejména u NOS, který prodlužuje mezidobí a snižuje užitkovost nemocných krav.

Klíčová slova: dojnice; Egypt; plemeno holštýnsko-fríské; klinická mastitida; produkční znaky; reprodukční znaky

INTRODUCTION

Milk yield can be affected by many stresses such as bad condition of cow health which takes account of the environment, adverse farm management, inconve-

nience type of housing, unbalanced nutrition, bad farming condition and wrong milking practices (Holmes, 1993; Brito, 1998). Some of the previous factors or most of them gathering, can lead to the infection with mastitis by dairy cows. The importance of good nutri-

tion, maintenance of optimum animal health and good milking practices are the major progress to avoid infection with mastitis (Wiesner, 1992; Andersson, 1993; Brito *et al.*, 1998).

Mastitis is defined as an inflammation of the mammary gland (International Dairy Federation, 1987). The diagnosis of clinical mastitis can be done without any difficulties based on the inflammation in the mammary glands. While the situation is different with regard to the diagnosis of sub-clinical mastitis (Jensen, Knudsen, 1991). Somatic cell count (SCC) can be used as a measure of mastitis. SCC can affect milk yield and quality of raw milk and milk products. A bulk milk somatic cell count of 400 000 cells/ml indicates that about 40% of cows in a herd are infected (Auldust, Hubble, 1998). Whereas the diagnosis of sub-clinical mastitis must be based on examination of quarter milk samples where changes in milk composition are the signs of inflammation (Jensen, Knudsen, 1991).

The reproductive traits are affected by the general health of animal to a great extent (Brito, 1998). Beside the reproductive traits, the productive traits are also affected by the same factor. Where estimated genetic correlations between reproduction and production traits are low (Johansson, Kennedy, 1983; Rydhmer *et al.*, 1995).

The objectives of this study are to point out the effects of mastitis infection on both reproductive and productive traits of Holstein dairy cows under Egyptian conditions. In addition to put some investigations related to management and nutrition particularly during dry period to reduce the rates of mastitis infection in hot weather countries like Egypt.

MATERIAL AND METHODS

A total of 149 Holstein Friesian dairy cows under Egyptian conditions was employed in this study. The different lactating cows in different seasons were divided into two groups. The first group included all in-

fectured cows with mastitis and the second included the non-infected cows (normal and healthy condition). The animals were raised on a commercial farm "The Community Farm" in Bahr El-Bakar region. The animals were offered straw *ad libitum* and a concentrate ration of 8 kg/day and free access to water. The concentrate mixture of ration was presented in equal portions (twice daily). The type of milking parlor was herringbone in shape. The parlor had one stall per milking unit ranging from 10/10 to 14/14. All were cleaned by automatic circulation cleaning. The farm used hot detergent/disinfectant solution twice daily. The farm was equipped with automatically washed bulk tanks ranging in volume from 1500 to 3500 liters. The milking regimen was milking all quarters with milking machine twice daily at 6.00 and 18.00 h. The data of these cows was divided into two major groups.

Cows were examined for mastitis infection by practicing veterinarians. Mastitis was characterized by all or some of the following symptoms of the udder: swelling, heat, redness, pain or disturbed function in the infected udder quarter. The productive traits were lactation period (LP) and daily milk yield (DY). These traits were taken into account in both groups. While the reproductive traits were days open (DO) and number of services per conception (NOS) with regard to both groups under investigation. Regression coefficients between mastitis infection and productive and reproductive traits were calculated by using Proc. Reg. of SAS Package (1995). Correlations and its repeatabilities between different studied traits were estimated by using repeatability animal model (MTDFREML authored by Boldman *et al.*, 1995).

RESULTS AND DISCUSSION

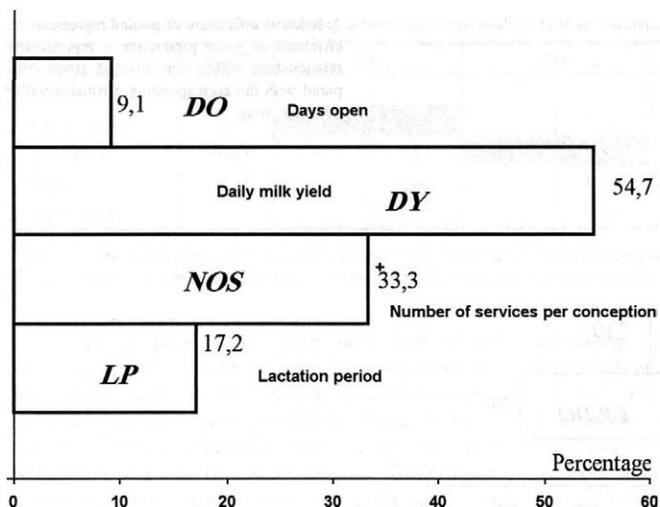
Table I shows the averages of productive and reproductive traits for both mastitis infected and non-infected groups. The overall means of lactation period

I. Means \pm S.E. for investigated traits in mastitis infected and non-infected cow groups

	Mean \pm S.E.	Min.	Max.	Matrix of regression coefficients*				
<i>Infected group</i>				Mas	LP	DO	NOS	DY
Mastitis	1.8 \pm 0.0	1	5		22.1	-0.04	-0.003	0.27
Lactation period	291.0 \pm 12.0	150	395	0.05		7.2	0.050	2.10
Days open	106.0 \pm 9.0	65	240	-0.01	-15.3		0.050	-
NOS	3.0 \pm 1.4	1	6	-0.40	-20.7	23.8		0.53
Daily yield	19.2 \pm 7.2	6	61	-0.02	-	-	0.7	
<i>Non-infected group</i>				Mas	LP	DO	NOS	DY
Mastitis	-	-	-		-	-	-	-
Lactation period	341.0 \pm 7.0	230	383	-		5.1	0.01	4.7
Days open	97.2 \pm 4.0	45.2	154	-	5.3		0.02	-
NOS	2.0 \pm 0.5	1	4	-	17.4	19.7		0.21
Daily yield	29.7 \pm 4.2	12	34	-	-	-	0.3	

* Estimates of regression are horizontally for dependent traits and vertically for independent traits

1. Superiority percent of overall mean for all studied traits within non-infected group compared with infected one



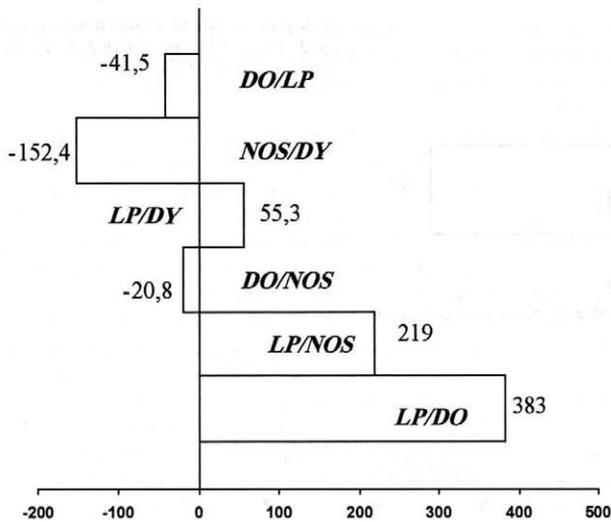
(LP), days open (DO), number of services per conception (NOS) and daily milk yield (DY) were 291.0 ± 12.0 , 106.0 ± 9.00 , 3.0 ± 1.4 and 19.2 ± 7.2 for infected group compared to 341.0 ± 7.0 (days), 97.2 ± 4.0 (days), 2.0 ± 0.5 (services) and 29.7 ± 4.2 (Kg) for non-infected group, respectively (Table I).

It is obvious that the non-infected group was superior in both productive and reproductive traits as shown in Fig. 1. The most important productive trait of dairy cows is milk production per season (milk yield) which is affected by lactation period and daily milk yield to a great extent. Many investigators reported that infection with mastitis can significantly affect milk yield especially in multi-lactating cows by reducing lactation period and daily milk yield (Faye *et al.*, 1998; Pryce *et al.*, 1997). The environmental conditions of dairy cows in Egypt play an important role to increase the infection with mastitis, especially the high degree of temperature during summer season. The high temperature (near 37°C) is suitable to maximize the pathogenic microorganisms in cow yards while the non-concreted yards contains the microorganisms which are responsible for mastitis infection (Roberson *et al.*, 1998). The cleaning of these yards is becoming very difficult and takes time on many farms in Egypt. These farms are infected with mastitis for a long time and may be reached to several years without any symptoms from the sub-clinical mastitis infected cows. These systems of housing must be changed to put in a strict system for mastitis disinfecting. Decreases in milk yield may be explained from the physiological view of the base of decreasing animal immunity after infection when there is an alteration in percent of polymorphonuclear leukocytes (Kelly *et al.*, 1998). The depression in animal immunity can reduce the efficiency of milk secretion by destroying milk alveoli of the mammary gland and make the animal more sensible to the environmental conditions.

As regards the reproductive traits, the non-infected group was superior in both days open (DO) and number of services per conception (NOS) than the infected one (Fig. 1). Where days open were 106.0 ± 9.0 for infected group compared to 97.2 ± 4.0 for non-infected one. The days open can affect lactation period directly resulting in an apparent increase in milk yield. But this situation did not happen because infection with mastitis reduced the ability of milk alveoli to milk synthesis and secretion. In addition, infection with mastitis can significantly affect reproductive performance directly by increasing the number of services per conception (NOS). Increasing this number means that there is a kind of ovarian dysfunction that may be due to hormonal imbalances (Jainudeen, Hafez, 1993).

One of the accepted theories in mastitis incidence is the deficiency of dietary vitamin E and selenium. Many investigators reported that deficiencies in vitamin E and selenium may lead to increased incidence of retained placenta, metritis and alterations in the synthesis of steroid hormones and prostaglandins (Harrison *et al.*, 1984; Smith *et al.*, 1997). Studies of the importance of vitamin E and Se in reproduction led to the discovery that deficiencies of these nutrients were associated with increased incidence of mastitis in dairy herds (Smith *et al.*, 1984).

Estimates of regression coefficients between all studied traits within infected and non-infected groups are presented in Table I. Figures are in Table I below the diagonal (infected group) and related to days open (100 day) were associated with a decreasing number of repeated infections of the same cow by one mastitis case. Within the infected group, the change in any one of the studied productive-reproductive traits had a negative regression relationship (Table I) with the change in the number of infections with mastitis of the same cow. The only exception was found in the case



2. Relative efficiency of pooled regression coefficients of some productive – reproductive relationships within non infected group compared with the corresponding estimates within infected group

II. Estimates of regression between mastitis on lactation period, days open, number of services per conception and daily milk yield at three levels

Independent	Reg	a	Y ± S.E.	Incidence mastitis mean in levels of independent traits		
				Mis1	Mis2	Mis3
Lactation period						
< 250	-0.001	2.37	130 ± 43	2.0 ± 0.85		
≥ 250 – < 350	0.006	-0.19	294 ± 67		1.6 ± 1.1	
≥ 350	0.015	-3.01	422 ± 72			1.67 ± 0.70
Days open						
< 90	0.002	1.50	45 ± 12	1.6 ± 0.82		
≥ 90 – < 110	0.020	-0.43	99 ± 8		1.8 ± 0.94	
≥ 110	0.030	-1.60	165 ± 51			2.0 ± 1.0
NOS						
< 3	0.044	1.66	1.7 ± 0.5	1.6 ± 0.82		
≥ 3 – < 5	-0.012	1.85	3.6 ± 0.6		1.8 ± 1.2	
≥ 5	-0.050	1.94	6.4 ± 0.9			1.8 ± 0.72
Daily yield						
< 15	-0.016	2.32	9.1 ± 0.3	2.1 ± 1.1		
≥ 15 – < 25	0.064	0.21	18.7 ± 3.3		1.6 ± 0.67	
≥ 25	0.035	0.35	29.4 ± 4.1			1.7 ± 0.97

of lactation period where the regression relationship was positive. On the other hand, the regression of lactation period and days open on the number of infections (estimates above diagonal in Table I) with mastitis was positive. This meant that there was a significant increase in the length of lactation period and average of daily milk yield could be occurred with increasing repeated infections with mastitis of the same cow. Fig. 2 shows the relative efficiency of regression relationship between all studied productive and reproductive traits in the infected group compared to the corresponding estimates within non-infected groups.

Results in Fig. 2 and Table I show that infection with mastitis caused reduction of the reproductive regression relationship between DO and NOS in the reciprocal way. Regression relationships between LP and both of DO, NOS was positive within non-infected group while the corresponding estimates were negative in infected group. Regression relationships between DY and NOS in the infected group were higher than those calculated in the non-infected group. This could be explained that infection with mastitis resulted in a disturbance of the normal regression relationship between reproductive and/with productive traits.

III. Estimates of correlation and repeatability between different studied traits in infected and non-infected groups

	Mas**	LP		DO		NOS		DY	
Mastitis*	0.43	-		-		-		-	
Lactation period	0.33	0.19	0.37	0.47		0.23		0.57	
Days open	-0.53	0.12		0.27	0.55		0.67		0.63
NOS	-0.27	0.09		0.38		0.35	0.39		0.27
Daily yield	-0.39	0.17		0.24		0.11		0.21	0.43

* Estimates above diagonal are for non-infected group and below diagonal for infected one

** Repeatability is on the diagonal (left estimates are for infected and right estimates for non-infected group)

One of the aims of this study is to find out the incidence mastitis average in 3 levels for studied traits. The results (Table II) showed that the high incidence mean of mastitis was accompanied by reduced lactation period (< 250-day), long days open (≥ 110 -day), high NOS (≥ 3) and low DY (< 15 kg/day). These results pointed out the deleterious effects of mastitis infection on both productive and reproductive traits in dairy cow farms. The same trend was obtained by many other workers (Holmes, 1993; Brito, 1998). Table II showed the regression of mastitis on the reproductive and productive traits. Pooled regression of mastitis on LP (Table I) was positive while the 1st class of partial regression (Table II) of mastitis on LP was negative while the inverse of this result was obtained from regression of mastitis on DO. Additionally, estimates of partial regression of mastitis on LP were lower than those of the corresponding pooled regression and also the inverse trend which was obtained from regression between mastitis and DO. The last two classes of NOS had a negative regression (Table II) with mastitis. This may be due to the fact that the pooled regression had also a negative relationship which was greater than any one of partial estimates. Regression of mastitis on the 1st class of DY was approximately similar to the pooled regression while the regression of mastitis on the 2nd class of DY was higher than that between all DY classes and pooled estimates. Also the correlations and repeatabilities (Table III) showed the negative correlations between mastitis infections and all other studied traits except LP. The repeatabilities of NOS had the highest value within the infected group which point out strongly the effect of mastitis on reproductive performance. Also the repeatabilities of all studied traits were higher in non-infected group compared to infected group which means that the infection with mastitis can adversely affect both productive and reproductive traits. These results put some investigations on the evaluation of general performance of cows within infected group need more productive-reproductive records than the contemporary cows within the non-infected group.

It could be concluded that infection with mastitis can reduce milk yield by reducing lactation period in addition to reducing the ability of mammary glands for development and milk secretion. Management systems especially housing systems under Egyptian conditions

are among the most important factors which can limit the infection with mastitis. Supplementation of dairy cow diets with vitamin E and Selenium is very important. The recommended level for Se concentration in the diets of dairy cows is 0.3 PPM, corresponding to 3 mg/day for non-lactating and 6 mg/day for lactating Holstein cows. While the levels of vitamin E are 3 and 150 IU/day for non-lactating and lactating cows respectively according to NRC (1988). These sources of vitamin E and Se must be supplemented during the pre-parturient period for lactating cows as a protective precaution to avoid mastitis infection. Also routine examination of somatic cell counts (SCC) must be applied parallelly with milk-production recording for early detection of both sub-clinical and clinical mastitis.

REFERENCES

Andersson R. (1993): Ketone bodies as risk factors for metabolism disturbances and mastitis. *Milch-Praxis*, 31: 200-201.

Auldust M. J., Hubble I. B. (1998): Effects of mastitis on raw milk and dairy products. *Aust. J. Dairy. Tech.*, 53: 28-36.

Boldman K. G., Kriese L. A., Van Vleck L. D., Van Tassell C. P., Kachman S. D. (1995): A manual for use of MTDFREML. A set of programs U. S. Department of Agric., Agric. Res. Services.

Brilo J. R. F. (1998): A new way of controlling diseases. *Dairy Sci. Abs.*, 60 (8).

Brilo J. R. F., Paiva E., Brito M. A. V., Rebeiro M. T., Veiga V. M. O. (1998): An A-Z of bovine mastitis. *Dairy Sci. Abs.*, 60 (8).

Faye B., Perchon L., Dorr N., Gasqui P. (1998): Relationships between individual cow-udder health status in early lactation and dairy cow characteristics in Brittany, France. *Vet. Res.*, 29: 31-46.

Harrison J. H., Hannock D. D., Gorad H. R. (1984): Vitamin E and selenium for reproduction of the dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 67: 123.

Holmes C. W. (1993): Effects of feeding and other on-farm practices. In: *Proc. New Zealand Dairy Research Institute Milkfat Flavour Forum*, Palmerston North, 3-4 March: 80-85.

International Dairy Federation (1987): Bovine mastitis, definition and guidelines for diagnosis. *Int. Dairy Federation Bull. Docum.* 211.

- Jainudeen M. R., Hafez E. S. E. (1993): Reproductive failure in females. In: *Reproduction in farm animals*. 6th ed. Philadelphia, Lea & Fabiger: 261–286.
- Jensen N. E., Knudsen K. (1991): Interquarter comparison of markers of subclinical mastitis somatic cell count, electrical conductivity, N-acetyl-glucosaminidase and antitrypsin. *J. Dairy Res.*, 58: 389–399.
- Johansson K., Kennedy B. W. (1983): Genetic and phenotypic relationships of performance test measurements with fertility in Swedish Landrace and Yorkshire cows. *Acta Agr. Scand.*, 33: 195.
- Kelly A. L., Reid S., Joyce P., Meaney W., Foley J. (1998): Effect of decreased milking frequency of cows in late lactation in milk somatic cell count, polymorphonuclear leukocyte numbers, composition and proteolytic activity. *J. Dairy Res.*, 65: 365–373.
- NCR (1988): *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6th ed. Washington, DC, National Academy Press.
- Pryce J. E., Veerkamp R. F., Thompson R., Hill W. G., Simm G. (1997): Genetic aspects of common health disorders and measures of fertility in Holstein Friesian dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 65: 353–360.
- Roberson J. R., Fox L. K., Hancock D. D., Gay J. M., Besser T. E. (1998): Sources of intramammary infections from *Staphylococcus aureus* in dairy heifers at first parturition. *J. Dairy Sci.*, 81: 687–693.
- Rydhner L., Lundhein N., Johansson K. (1995): Genetic parameters for reproduction traits in sows and relations to performance test measurements. *J. Anim. Breed. Genet.*, 112: 33.
- SAS Institute, Inc. (1995): *SAS / STAT™ Guide for Personal Computers*. SAS Inst., Gary NC.
- Smith K. L., Harrison J. H., Hancock D. D., Todhunter D. A., Conrad H. R. (1984): Effect of vitamin E and selenium supplementation on incidence of clinical mastitis and duration of clinical symptoms. *J. Dairy Sci.*, 67: 1293.
- Smith K. L., Hogan J. S., Weiss W. P. (1997): Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality. *J. Anim. Sci.*, 75: 1659–1665.
- Wiesner, H. U. (1992): Standard udder (type) and machine milking. *Milch-Praxis*, 30: 198–199.

Received for publication on April 7, 1999
Accepted for publication on August 17, 1999

Contact Address:

Dr. Wailed K i s h k , Suez Canal University, Faculty of Agriculture, Animal Production Department, Ismailia 41522, Egypt

THE LONG-TERM EFFECT OF PROTEIN MALNUTRITION ON CONCENTRATIONS OF GROWTH HORMONE AND INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR-I IN FEMALE LAMBS*

DLOUHODOBÝ VLIV NÍZKOPROTEINOVÉ DIETY NA HLADINU RŮSTOVÉHO HORMONU U JEHNIC

A. Gladysz¹, P. Krejčí², J. Šimůnek², M. Tománek³, J. Polkowska¹

¹ *The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, Polish Academy of Sciences, Jablonna, Poland*

² *Institute of Animal Physiology and Genetics, Czech Academy of Sciences, Prague-Uhřetěves, Czech Republic*

³ *Research Institute of Animal Reproduction, Prague, Czech Republic*

ABSTRACT: The present study was designed to set up the influence of long-term protein restriction in the diet of growing female lambs on the level of growth hormone (GH) and insulin-like growth factor-I (IGF-I) in blood plasma and to carry out adaptations for the method of estimation of blood plasma IGF-I in the sheep. The experiment was undertaken on eight, six-month-old female lambs. For the period of 12 weeks they were subjected to an isocaloric diet containing either a low (8%) or a high (18%) amount of protein. Blood collections were performed at the end of experimental feeding for 6 hrs at 10 min intervals. The results obtained by radioimmunoassay showed that the mean concentration of GH was significantly higher ($P < 0.05$) in the group fed the low protein diet (8.0 ± 3.9 vs. 4.2 ± 1.6 ng/ml) and this difference was associated with a significant elevation ($P < 0.05$) of the pulse amplitude (8.0 ± 4.4 vs. 2.7 ± 1.4 ng/ml). The level of IGF-I did not differ significantly between the two groups of sheep (56.4 ± 3.9 ng/ml vs. 52.2 ± 5.3 ng/ml). The results indicate, that long-term restrictions of dietary protein in growing lambs augment the GH secretion but have no effect on the IGF-I levels.

Keywords: protein restriction; GH; IGF-I; female lamb

ABSTRAKT: Omezení přísunu živin v dietě působí endokrinní poruchy somatotropní osy, hrající základní úlohu v koordinaci interakcí vedoucích k somatickému růstu zvířat. Jedním z nejdůležitějších hormonů působících na růst savců je růstový hormon (GH), který ovlivňuje metabolismus proteinů a sacharidů přímo nebo nepřímo prostřednictvím sekrece inzulinového růstového faktoru (IGF). U přežvýkavců krmených dlouhodobě dietou s omezeným obsahem proteinové nebo energetické složky dochází ke zvýšení koncentrace růstového hormonu v séru. Předpokládalo se proto, že hladinu IGF-I by bylo možno nejlépe využít jako hormonální indikátor výživného stavu zvířat. U ovcí byla popsána korelace mezi koncentrací IGF-I a množstvím energie obsažené v krmivu. Cílem této studie bylo zjistit vliv nízkoproteinové diety na hladiny GH a IGF-I v krevní plazmě rostoucích jehnic, vypracovat metodu stanovení IGF-I a stanovit plazmatické hodnoty IGF-I u těchto zvířat. Pokus byl proveden na 4 párech rostoucích jehnic (merino x romanov x suffolk) ve věku 6 měsíců, které byly krmeny po dobu 12 týdnů izokalorickou dietou s nízkým (8 %) a vysokým (18 %) obsahem proteinů. Na konci pokusu byla odebrána krev po dobu 6 hodin v 10minutových intervalech a v krevní plazmě byly radioimunologicky stanoveny hladiny GH a IGF-I. Koncentrace GH dosahovaly u zvířat krmených dietou s nízkým obsahem bílkovin významně ($P < 0,05$) vyšších hodnot ($8,0 \pm 3,9$ ng.ml⁻¹) ve srovnání se zvířaty krmenými vysokoproteinovou dietou ($4,2 \pm 1,6$ ng.ml⁻¹) a tento rozdíl byl provázen statisticky významně zvýšenou ($P < 0,05$) pulzovou amplitudou ($8,0 \pm 4,4$ a $2,7 \pm 1,4$ ng.ml⁻¹). Naproti tomu hodnoty IGF-I v plazmě nevykazovaly významné rozdíly mezi oběma skupinami a dosahovaly $56,4 \pm 3,9$ ng.ml⁻¹ u zvířat držných na nízkoproteinové dietě a $52,2 \pm 5,3$ ng.ml⁻¹ u zvířat krmených dávkou s vysokým obsahem proteinu. Z dosažených výsledků vyplývá, že tříměsíční restrikce bílkovin v krmivu u rostoucích jehnic ovlivní hladinu růstového hormonu, nemá však vliv na sekreci IGF-I.

Klíčová slova: restrikce bílkovin; GH; IGF-I; jehnice

* This research was supported by the Grant Agency of the Czech Republic (Grants No. 523-97-1220 and No. 523-99-0603) and by Polish Committee for Scientific Research (Grant No. 5PO6E 02 410).

INTRODUCTION

One of the environmental cues that affect the somatic growth of mammalian organism is the level of nutrition. Restrictions of some dietary components such as protein or energy cause disturbances in the endocrine somatotrophic axis which plays an essential role in the co-ordination of interactions leading to somatotrophic growth. The endocrine control of growth involves the complex interplay of several hormones and growth factors, acting both systematically and locally. The most important role is played by growth hormone (GH) and insulin-like growth factors (IGFs). In all mammalian species tested so far, including man, GH is secreted in pulsatile manner from anterior pituitary somatotrophic cells. The GH is a polypeptide-type hormone that exhibits sequence and structural homology between species (Goffin *et al.*, 1996). Its secretion is under the co-ordinate control of two hypothalamic neuropeptide hormones, growth hormone releasing hormone (GHRH) and somatostatin (somatotropin release inhibiting factor-SRIF). GH acts via its receptor to alter the metabolism of target tissues, such as liver and muscle (Carter-Su *et al.*, 1996). Many of the growth responses to GH are believed to be the result of its stimulative effect on the of insulin-like growth factor-I (IGF-I) synthesis, although GH also has direct effects on cell growth and differentiation (Spagnoli, Rosenfeld, 1996; Barnyard *et al.*, 1988). The classical somatomedin hypothesis postulates that the action of GH is mediated by circulating IGFs of hepatic origin. Now it is believed that IGFs can be produced also at multiple sites in the organism (Daughaday, Rotwein, 1989). The IGF-I, which is the most important of IGFs, is produced in most tissues and acts either in an endocrine or paracrine manner to affect tissue metabolism through either the type-1 IGF-I receptor or the insulin receptor (Cohick, Clemmons, 1993; Isaksson *et al.*, 1987). The biological activity of IGF-s depends on IGF-binding proteins (IGFBPs), the family of at least seven proteins present both in the extracellular fluids and on cell surfaces. The IGFBPs bind free IGFs in blood plasma and increase their half-life (Clemmons, 1996).

Nutritional factors are very important regulators of GH-IGF-I axis. It has been established that the secretion of GH changes according to different dietary conditions. The changes in the GH levels caused by insufficient nutrition vary among different species, in the rat the GH plasma level is reduced (Tannenbaum *et al.*, 1979; Sisk, Bronson, 1986), whereas in ruminants a deficient diet induces the opposite effect on GH (Hart *et al.*, 1985; Foster *et al.*, 1989). In adult ewes, elevated concentrations of GH in the blood caused by insufficient energy feeding is connected with an increased synthesis as well as with the release of GH from the pituitary gland (Thomas *et al.*, 1990). Keeping growing female lambs on the low protein diet resulted in enhanced secretory activity of GH-cells in the pituitary gland and in the increase in plasma concentration of GH due to

the increased amplitude of its pulses (Polkowska *et al.*, 1996). In adult ovariectomized sheep and growing lambs maintained on energy-restricted diet, the concentration of mRNA for GH in the pituitary gland increased (Thomas *et al.*, 1990) as well as plasma concentrations of GH and its pulse amplitude (Foster *et al.*, 1989; Thomas *et al.*, 1990).

The IGF-I response to the dietary restrictions is less known, especially in the growing sheep. There are suggestions that IGF-I should be a good hormonal indicator of nutritional status of an organism in such species as cattle, pigs and dogs (Jahreis, 1993). A positive correlation was found between body weight and IGF-I level in young sheep (Roberts *et al.*, 1990). Diet supplemented with high protein components like lupine and cowpea decreased plasma GH levels and increased IGF-I in rams (Clarke *et al.*, 1993). However, data concerning IGF-I levels in conditions of restricted feeding are limited to short fasting or energy restrictions. 24-hour or 3-day fasting caused lowering of IGF-I in ewe and ram lambs (Mears, 1995) and in adult ewes (Hua *et al.*, 1995). The limitation of energy in food in growing wethers also decreased IGF-I levels without interacting with body weight (Bass *et al.*, 1991). There are no data concerning IGF-I concentration in growing lambs maintained on long-term protein restrictions.

The objective of the present study was to examine the plasma IGF-I levels and the pulsatility of GH secretion of growing female lambs in response to nutritional manipulation based on long-term protein restrictions. For these purposes it was necessary to adapt the radioimmunological method for estimating IGF-I in sheep blood plasma. The conditions for shortened time of incubation with primary anti-IGF-I antibody were tested.

MATERIAL AND METHODS

Animals and experimental procedure

The experiment was performed on lambs [(Merino x Romanov) x Suffolk] born during the first two weeks of March. At 6 months of age, 8 lambs averaging body weight of 32.8 kg were divided into two equal groups and were housed in individual pens and fed on a low- or a high-protein diet for a 3-months period. Soybean was used as the main source of protein in the high-protein diet (18% of protein). It was replaced by oats straw in the low-protein diet (8% of protein). In both diets the composition of minerals and vitamins was the same and the net energy value was equal to 5 MJ/kg DM (Table I). Daily rations were divided into 2 equal portions and given at 07.00 and at 13.00 h. The animals were weighted every two weeks and regularly inspected by a veterinarian. At the end of experiment (42nd week of age), jugular venous blood samples were taken from each lamb via indwelling catheters at 10-min intervals over a 6-hours period (between 09.00 and 15.00 h).

I. Composition of diets (%)

Feeds	Low level of protein	High level of protein
Meadow hay	6.67	33.1
Oat straw	33.33	6.62
Soybean meal	0.00	25.23
Dried sugar beet pulp	60.00	35.05
% of protein	8	18
Net energy (MJ/kg DM)	5	5.5

Blood samples were centrifuged and plasma was collected, samples of plasma were stored at -20°C for further analysis.

Radioimmunoassay

GROWTH HORMONE

The concentration of GH was estimated by the double antibody radioimmunoassay (Dvořák *et al.*, 1978). The assay detection limit was 0.034 ng corresponding to 0.68 ng/ml plasma sample.

IGF-I

The concentration of plasma IGF-I was determined by double antibody radioimmunoassay. Extraction of samples was performed according to Daughaday *et al.* (1980) and Justová, Hána (1993). All plasma samples were pre-treated with an equal volume of 0.2 mol/l glycine-HCl buffer for 1 hour at 37°C . Efficiency of extraction was approx. 80%. The samples were neutralised with 2 mol/l NaOH. Antibody against IGF-I was prepared and kindly donated by Dr. G. S. G. Spencer (Ruakura Agricultural Center, New Zealand) (Spencer *et al.*, 1987). Recombinant of IGF-I (Calbiochem) was used for iodination and as standard for calibration curve construction. Extracts of samples were kept at $2-4^{\circ}\text{C}$ overnight and assayed the next day. Iodinated IGF-I was prepared by using the standard chloramine-T method. The RIA reaction was prepared by pipetting 50 μl of sample extract, 50 μl 0.05 M Tris-HCl buffer pH 7.6 with 0.1% BSA and 200 μl of primary anti-rabbit IGF-I antibody diluted 1 : 12 000 in Tris-HCl buffer. After 3 h of incubation, 100 μl of ^{125}I -IGF-I (11 000 cpm) were added and tubes were incubated at 4°C overnight. The next day, 100 μl of swine anti-rabbit IgG (second antibody) diluted 1 : 20 in Tris-HCl buffer was added and after 1 h of incubation at a laboratory temperature the reaction was completed by adding 1 ml of precipitation mixture consisting of 3% PEG (polyethylene glycol, Fluka, Switzerland), 0.4% CaCl_2 and 2% normal sheep serum. Tubes were vortexed and immediately centrifuged for 20 min at 3500 g. Supernatants were decanted

and the precipitates in tubes were counted and evaluated on a Berthold 2104 multi-crystal gamma counter (Berthold, Germany). The detection limit was 0.6 ng/ml, the intra-assay and the inter-assay coefficients of variation being 7.3% and 10.2%, respectively.

Statistical analysis

The mean concentration of GH for individual animals was calculated from the area under the curve (the sum of trapezoid areas between the curve and the abscissa). Pulse characteristics of GH were calculated using the Pulsar Computer program developed by Merriam and Watcher (1982) and adapted to operate on an IBM-PC. The cut-off parameters $G_{(n)}$ were settled to a 5% error rate assuming a normal distribution of data. The level of significance for differences between groups of data obtained from plasma GH analysis was calculated using the non-parametric Kruskal-Wallis test (Kruskal, Wallis, 1952). The analyses of IGF-I parameters were performed using analysis of variance (ANOVA) and unpaired *t*-test.

RESULTS

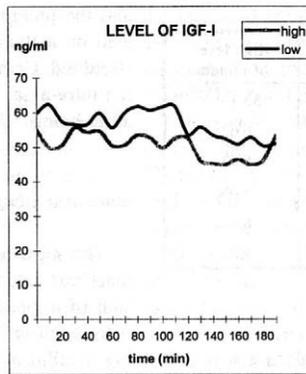
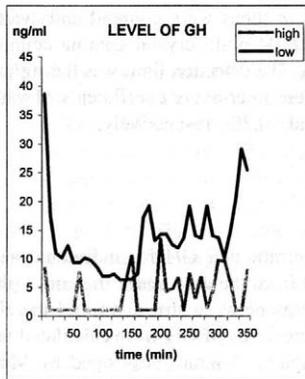
The initial body weight at the age of 6 month was similar for all lambs and averaged 32.6 ± 3.7 kg ($n = 4$) and 33.00 ± 3.5 ($n = 4$) in two groups. Although the changes in body weight during the experimental feeding were typical for normal growth performance, the final body weight was 40.6 ± 1.0 kg for the group fed on the low protein diet and 46.2 ± 4.2 kg for the group fed on the high protein diet. The corresponding daily body gain calculated for this period was 68.4 ± 23.0 and 127.0 ± 25.5 g/day respectively.

The results of RIA analysis (for GH and IGF-I) of samples collected at the end of experiment (42nd week of age) corresponding to 12 weeks of experimental feeding are summarised in Table II. Protein-restricted feeding resulted in a significant ($P < 0.05$) increase in mean plasma GH concentrations, and a higher pulse

II. Changes of GH and IGF-I parameters in peripheral blood plasma in female lambs fed high or low protein diet. Data are presented as mean values with standard deviation

Parameter		Low diet	High diet
		% of protein	
		8%	18%
Mean IGF-I	(ng/ml)	56.4 ± 3.9	52.2 ± 5.3
Mean GH	(ng/ml)	8.0 ± 3.9^a	4.2 ± 1.6^a
Number of pulses	(n/360 min)	6.8 ± 1.7	6.8 ± 0.9
Pulse amplitude	(ng/ml)	8.0 ± 4.4^b	2.7 ± 1.4^b
Inter-pulse interval	(min)	57.6 ± 15.3	57.4 ± 8.0

a, b - significant difference at $P < 0.05$



1. GH pulsatility and IGF-I in blood plasma response to the nutritional manipulation in representative sheep from two nutrition groups

amplitude of this hormone as compared to similar values in sheep fed the high protein diet. The mean GH concentrations and the pulse amplitude were about twice as high in ewes fed the low protein diet compared with ewes fed the high protein diet. There were no differences between inter-pulse intervals and numbers of pulses of GH in both groups of ewes.

There were no significant differences between mean concentrations of IGF-I in the two groups of ewes subjected to the two different types of diet. The differences in GH pulsatile profiles and IGF-I concentrations in blood plasma of two representative ewes from groups mentioned above are shown in Fig. 1.

DISCUSSION

The main difficulties in estimating the IGF-I in sheep plasma accurately concerned the extraction of IGF-I from its binding proteins. Most of methods use a separation of the IGF-I from the IGF-BP by acid gel permeation chromatography. In our experiment the IGF-I was separated by extraction with acidified ethanol and kryoprecipitation. Efficiency of the extraction was approximately 80%. This technique is easier and shorter than a chromatographic extraction of IGF-I from blood plasma. The percentage recovery of IGF-I from samples after addition of exogenous IGF-I was 94.8%. The correlation coefficient between the theoretical values of IGF-I and determined ones was 0.997, indicating a high level of accuracy. The sensitivity of the method amounted to 0.6 ng, when tracer at 11 000 cpm activity and antiserum at 1 : 12 000 dilution were used. This sensitivity was expressed as an average value of hormone quantity differing from zero standard at 95% probability. Since the intra-assay coefficient of variation was 7.3% and the inter-assay coefficient of variation was 10.2%, the precision of the assay was considered adequate. Results of this assay were similar (range 40–70 ng/ml) to the ones obtained from the same samples examined at the Laboratory of Endocrinology of the Research Institute of Animal Production in Nitra, Slovakia (personal communication).

In the present study, a comparison was made of the effect of long-term feeding growing ewe a low or a high protein diet on GH profiles and IGF-I concentrations in the peripheral blood plasma. The nutritional treatments used in this study were chosen on the basis of the nutritional requirements fattening lambs that had been established as 14% of crude proteins and as 5 MJ/kg of dry matter (Pajak *et al.*, 1993). The rate of body weight gain after 12 weeks of experimental feeding the diets containing two protein levels was not significantly different between the groups, despite the fact that low protein diet contained 43% less protein than required for normal growth. However, feeding the diet containing 8% of protein resulted in a reduction of both, the final body weight and the daily gain compared with sheep fed the diet containing 18% of protein. In most experiments describing the effect of nutritional manipulations on hormonal activity in the sheep, general restrictions of feed supply such as a short starvation or a energy restrictions were used. We have chosen to use for the first time the precisely estimated level of protein as a sole experimental factor without changing the energy supply.

Feeding the low protein diet resulted in an increase of GH plasma concentrations due to the increased amplitude of its pulses. The same changes in GH pulsatility were observed in adult ovariectomized sheep and lambs maintained on nutritional planes restricted in energy (Foster *et al.*, 1989; Landefeld *et al.*, 1989; Thomas *et al.*, 1990, 1991). The increase in mean GH levels in energy and/or protein-restricted sheep was associated with reduced somatostatin secretion as measured in hypophyseal portal blood (Thomas *et al.*, 1991) and in the hypothalamic tissue (Polkowska *et al.*, 1996) and with increased GH mRNA levels in the pituitary gland (Landefeld *et al.*, 1989). These authors concluded that mechanism for enhancing the GH levels in the sheep due to nutritional restrictions was related mainly to depression of the somatostatin secretion (Thomas *et al.*, 1991; Polkowska *et al.*, 1996). The enhanced secretion of GH resulting from limiting nutrition was thought to have maintained the metabolic homeostasis by mobilis-

ing the fatty acids from the adipose tissue and so conserving body proteins, (Vance *et al.*, 1992).

Numerous hormones like insulin, IGFs, catecholamines, cortisol, leptin etc. take part in adapting ruminant organism to respond to malnutrition. They control the synthesis and the degradation in tissues, and hepatic conversion of substrates, in order to maintain homeostasis and sustain physiological functions (Chilliard *et al.*, 1998). The IGF-I is believed to play an important metabolic role as the second messenger of GH action. Concentrations of IGF-I in the peripheral blood of domestic animals depend on age, sex and physiological state, and are relatively stable, with no obvious diurnal rhythm due to the long biological half-life (Breier, Gluckman 1991). Protein restrictions in the diet of growing lambs lasting 12 weeks do not cause changes in IGF-I concentrations in blood plasma compared with the high protein diet. Most studies proved the relationship between the level of nutrition and the IGF-I concentration in blood plasma of animals. Generally, in ruminants like steers, calves and sheep, feeding restrictions result in decreased IGF-I concentrations (Breier *et al.*, 1986, 1988; Hodgkinson *et al.*, 1987). In male and female sheep of different ages, long-term energy-restricted feeding or short-term fasting depressed the concentration of IGF-I in plasma (Hua *et al.*, 1995; Min *et al.*, 1996). This depressed IGF-I secretion occurred due to developing resistance, mainly by the liver, to GH action and may provide a homeostatic regulation (Chilliard *et al.*, 1998). No data were found concerning the effect of protein as a sole factor in experiments with dietary restrictions. It was shown that the high-protein diet with supplementation of 2% body weight but without balancing total energy enhanced plasma IGF-I in adult rams (Clarke *et al.*, 1993). It is possible that the level of protein restriction used in our experiment was too weak a stimulus for changing the level of IGF-I in circulating blood, or the duration of experimental feeding was too short. On the other hand, it was shown that the level of IGF-I in growing sheep was stable up to one year of age (Oldham *et al.*, 1993). Thus circulating IGF-I may play an important role in metabolic adaptation during periods of restricted nutrition. This question remains to be clarified.

In conclusion, protein restrictions in the diet of growing female lambs between 6 and 9 months of age enhanced GH secretion without changing IGF-I levels. It is proposed that IGF-I can play a role in supporting the homeostasis of protein metabolism during insufficient protein intake.

Acknowledgements

The authors are grateful to NHPP U.S.A. for the gift of oGH and anti-oGH antisera. We thank Dr. Stuart Spencer for his generous gifts of anti-IGF-I antisera and Dr. Alexander Sirotkin for methodological help.

REFERENCES

- Barnyard R., Harness K. M., Weather G. A. B., Waters M. J. (1988): The ontogeny of growth hormone receptors in the rabbit tibia. *Endocrinology*, 122: 2562–2569.
- Bass J. J., Oldham J. M., Hodgkinson S. C., Fowke P. J., Sauerwein H., Molan P., Breier B. H., Gluckman P. D. (1991): Influence of nutrition and bovine growth hormone (GH) on hepatic GH binding, insulin-like growth factor-I and growth of lambs. *J. Endocrinol.*, 128: 181–186.
- Breier B. H., Gluckman P. D. (1991): The regulation of post-natal growth: nutritional influences on endocrine pathways and function of the somatotrophic axis. *Livestock Prod. Sci.*, 27: 77–94.
- Breier B. H., Gluckman P. D., Bass J. J. (1988): Plasma concentrations of insulin-like factor-I and insulin in the infant calf ontogeny and influence of altered nutrition. *J. Endocrinol.*, 119: 43–50.
- Breier B. H., Bass J. J., Butler J. H., Gluckman P. D. (1986): The somatotrophic axis in young steers: Influence of nutritional status on pulsatile release of growth hormone and circulating concentrations of insulin-like growth factor I. *J. Endocrinol.*, 111: 209–215.
- Carter-Su C., Schwartz J., Smit L. S. (1996): Molecular mechanism of growth hormone action. *Ann. Rev. Physiol.*, 58: 187–207.
- Chilliard Y., Bocquier F., Doreau M. (1998): Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition and consequences on reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.*, 38: 131–152.
- Clarke I. J., Fletcher T. P., Pomares C. C., Holmes J. H. G., Dunshea F., Thomas G. B., Tilbrook A. J., Walton P. E., Galloway D. B. (1993): Effect of high-protein feed supplements on concentrations of growth hormone (GH), insulin-like growth factor-I (IGF-I) and IGF-binding protein-3 in plasma and on the amounts of GH and messenger RNA for GH in the pituitary glands of adult rams. *J. Endocrinol.*, 138: 421–427.
- Clemmons D. R. (1996): Insulin-like growth factor binding proteins and their role in controlling IGF actions. *Cytokine and Growth Factor Rev.*, 8: 45–62.
- Cohick W. S., Clemmons D. R. (1993): The insulin-like growth factors. *Ann. Rev. Physiol.*, 55: 131–153.
- Daughaday W. H., Rotwein P. (1989): Insulin-like growth factors I and II. Peptide, messenger ribonucleic acid and gene structures, serum, and tissue concentrations. *Endocr. Rev.*, 10: 68–91.
- Daughaday W. H., Mariz I. K., Blethen S. L. (1980): Inhibition of access of bound somatomedin to membrane receptor and immunobinding sites: comparison of radioreceptor and radioimmunoassay of somatomedin in native and acid-ethanol-extracted serum. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 51: 781–788.
- Dvořák P., Bečka S., Krejčí P., Chrpová M. (1978): Radioimmunoassay of bovine growth hormone. *Biochem. Radioanal. Letters*, 34: 155–160.
- Foster D. L., Ebling F. J. P., Micka A. F., Vannerson L. A., Bucholtz D. C., Wood R. I., Suttie J. M., Fenner D. E. (1989): Metabolic interfaces between growth and repro-

- duction. I. Nutritional modulation of gonadotropin, prolactin and growth hormone secretion in the growth-limited female lamb. *Endocrinology*, *125*: 342–350.
- Goffin V., Shiverick K. T., Kelly P. A., Martial J. A. (1996): Sequence-function relationships within the expanding family of prolactin, growth hormone, placental lactogen, and related proteins in mammals. *Endocrine Rev.*, *17*: 385–410.
- Hart I. C., Chadwick P. M. E., Coert A., James S., Simmons A. D. (1985): Effect of different growth hormone-releasing factors on the concentrations of growth hormone, insulin and metabolites in the plasma of sheep maintained in positive and negative energy balance. *J. Endocrinol.*, *105*: 113–119.
- Hodgkinson S. C., Davis S. R., Burleigh B. D., Henderson H. V., Gluckman P. D. (1997): Metabolic clearance rate on insulin-like growth factor-I in fed and starved sheep. *J. Endocrinol.*, *115*: 233–240.
- Hua K. M., Hodgkinson S. C., Bass J. J. (1995): Differential regulation of plasma levels of insulin-like growth factors-I and -II by nutrition, age and growth hormone treatment in sheep. *J. Endocrinol.*, *147*: 507–516.
- Isaksson O. G. P., Londahl A., Nilsson A., Isgaard J. (1987): Mechanism of the stimulatory effect of GH on longitudinal bone growth. *Endocrinol. Rev.*, *8*: 426–438.
- Jahreis G. (1993): Insulin like growth factors and their binding proteins as switching points between nutrition and growth. *Übers. Tierernähr.*, *21*: 55–86.
- Justová V., Hána V. (1993): Optimalisace stanovení IGF-I v séru a plasmě. *Immunoassay*, *3*: 43–49.
- Kruskal W. H., Wallis W. A. (1952): Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J. Am. Stat. Assoc.*, *47*: 583–621.
- Landefeld T. D., Ebling F. J. P., Suttie J. M., Vannerson L. A., Padmanabhan V., Beitins I. Z., Foster D. L. (1989): Metabolic interfaces between growth and reproduction. II. Characterisation of changes in messenger ribonucleic acid concentrations of gonadotropin subunits, growth hormone, and prolactin in nutritionally growth-limited lambs and the differential effects of increased nutrition. *Endocrinology*, *125*: 351–356.
- Mears G. J. (1995): The relationship of plasma somatomedin (IGF-I) to lamb growth rate. *Can. J. Anim. Sci.*, *75*: 327–331.
- Merriam G. R., Watcher K. W. (1982): Algorithms for the study of episodic hormone secretion. *Am. J. Physiol.*, *243*: E310–E318.
- Min S. H., Mackenzie D. D. S., Breier B. H., McCutcheon S. N., Gluckman P. D. (1996): Responses of young energy restricted sheep to chronically administered insulin-like growth factor-I (IGF-I): evidence that IGF-I suppresses the hepatic growth hormone receptor. *Endocrinology*, *137*: 1129–1137.
- Oldham J., Martyn J., Napier J., Kirk S. S., Hodgkinson S. S., Spencer S. S., Bass J. J. (1993): The effects of fasting on insulin-like growth factor-2 status in female sheep of different ages. In: *Proc. 75th Ann. Meet. of the American Endocr. Soc.*, Abstr. 869 B.
- Pajak J., Slowak M., Dakowski P. (1993): Fattening performance of Polish Lowland lambs related to protein level in the diet. *J. Anim. Sci.*, *110*: 193–203.
- Polkowska J., Krejčí P., Snochowski M. (1996): The long-term effect of low protein diet on the somatostatin hypothalamic neuronal system and the pituitary growth hormone cells in growing ewe. *Exp. Clin. Endocr. Diab.*, *104*: 59–66.
- Roberts C. A., McCutcheon S. N., Blair H. T., Gluckman P. D., Breier B. H. (1990): Developmental patterns of plasma insulin-like growth factor-I concentrations in sheep. *Domest. Anim. Endocrin.*, *7*: 457–464.
- Sisk C. L., Bronson F. H. (1986): Effects of food restriction and restoration on gonadotropin and growth hormone secretion in immature rats. *Biol. Reprod.*, *35*: 554–561.
- Spagnoli A., Rosenfeld R. G. (1996): The mechanisms by which growth hormone brings about growth. The relative contributions of growth hormone and insulin-like growth factors. *Endocr. Metab. Clin.*, *25*: 615–631.
- Spencer G. S. G., Hallett K. G., Fadlalla A. M., Spencer E. M. (1987): Temporal changes in the circulating levels of growth hormone, insulin, somatomedin-C and thyroxine in sheep during active immunization against somatostatin. *Endocrin. Exp.*, *21*: 299–306.
- Tannenbaum G. S., Rorstad O., Brazeau P. (1979): Effects of prolonged food deprivation on the ultradian growth hormone rhythm and immunoreactive somatostatin tissue levels in the rat. *Endocrinology*, *104*: 1733–1738.
- Thomas G. B., Mercer J. E., Karalis T., Rao A., Cummins J. T., Clarke I. J. (1990): Effect of restricted feeding on the concentrations of growth hormone (GH), gonadotropins and prolactin (PRL) in plasma and on the amounts of messenger ribonucleic acid for GH, gonadotropins subunits and PRL in the pituitary glands of adults ovariectomized ewes. *Endocrinology*, *126*: 1361–1367.
- Thomas G. B., Cummins J. T., Francis H., Sudbury A. W., McCloud P. I., Clarke I. J. (1991): Effect of restricted feeding on the relationship between hypophysial portal concentrations of growth hormone (GH)-releasing factor and somatostatin, and jugular concentrations of GH in ovariectomized ewes. *Endocrinology*, *128*: 1151–1158.
- Vance M. L., Hartman H. L., Thorner M. O. (1992): Growth hormone and nutrition. *Horm. Res.*, *38*: Suppl. 1: 85–88.

Received for publication on January 19, 1999

Accepted for publication on August 17, 1999

Contact Address:

Prof. Jolanta Polkowska, PhD, The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, Polish Academy of Sciences, Jablonna, Poland, tel.: + 48 22/782 44 22, fax: + 48 22/774 20 38, e-mail: infizyz@atos.warman.com.pl

CHANGES IN AMINO ACID COMPOSITION OF GOAT'S COLOSTRUM DURING THE FIRST 72 HOURS AFTER BIRTH*

ZMĚNY AMINOKYSELINOVÉHO SLOŽENÍ MLEZIVA KOZ V PRŮBĚHU PRVNÍCH 72 HODIN PO PORODU

S. Kráčmar, S. Gajdůšek, P. Jelínek, L. Zeman, V. Kozel, M. Kozlová, E. Kráčmarová

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

ABSTRACT: In goats of the Brown Short Polled breed of the 2nd and higher lactations, changes in amino acid composition of colostrum were studied from 2 to 72 hours after birth. In all amino acids, a marked drop occurred in their content (10–72%) during the period of 2–12 hours after birth. In His and Ile, a gradual increase was registered during the period of 12–48 hours. In Ser, Pro, Ala, Val, Lys, Thr, Leu and Arg, the decline occurs within 24 hours, followed by an increase within 48 hours. In Asp and Met, the same course of values was registered, when, from 2 to 24 hours after the birth, a sharp drop occurred, followed by a moderate increase within 36 hours and by a sharp increase within 48 hours. Similarly in Tyr, Cys and Phe, the same course of the curve was registered showing the decline within 36 hours after birth. In Glu content, the increase occurred within 24 hours, after this period, a gradual decline set in. In Gly, an even decline was registered during the whole period under study. Except for Glu in all other amino acids, the break down occurred in 48 hours after birth, when their increase set in again. After this period, the drop occurred in all amino acids. In the NEAAs during the whole period under study, the decline ranged 27.2–82.1%, in the EAAs 8.9–84.8% and in the sum Cys + Met 41–59%.

Keywords: goat; colostrum; amino acids

ABSTRAKT: U koz plemene hnědá krátkosrstá na druhé a vyšší laktaci byly sledovány změny aminokyselinového složení mleziva od 2 do 72 hodin po porodu. U všech aminokyselin došlo v časovém období mezi 2 až 12 hodinami po porodu k výraznému poklesu jejich obsahu (10–72 %). U His a Ile byl zaznamenán v období 12–48 hodin postupný vzestup. U Ser, Pro, Ala, Val, Lys, Thr, Leu a Arg docházelo k poklesu do 24 hodin a následoval vzestup do 48 hodin. U Asp a Met byl zaznamenán stejný průběh hodnot, kdy od 2 do 24 hodin po porodu nastal prudký pokles, s následným mírným vzestupem do 36 hodin a prudkým vzestupem do 48 hodin. Rovněž u Tyr, Cys a Phe byl zaznamenán stejný průběh křivky, projevující se poklesem do 36 hodin po porodu. U Glu došlo ve 24 hodinách k nárůstu obsahu, po tomto období došlo k postupnému poklesu. U Gly byl zaznamenán rovnoměrný pokles po celé sledované období. S výjimkou Glu nastal u všech ostatních aminokyselin zlom v době 48 hodin po porodu, kdy došlo k jejich opětovnému nárůstu. U NEAA se v daném časovém období pohyboval pokles v rozpětí 27,2–82,1 %, u EAA v rozpětí 8,9–84,4 % a u sumy Cys + Met v rozpětí 41–59 %.

Klíčová slova: koza; mlezivo; aminokyseliny

INTRODUCTION

In the nourishment of the young born in domesticated animals, the colostrum timely application is emphasized because colostrum as the product of initial secretion from the milk gland after birth differs significantly from normal (ripe) milk. During the first hours after birth, colostrum is rich in whey proteins, first of all, in immunoglobulins, but also in volatile peptides and amino acids, namely both cow's colostrum (Saito *et al.*, 1993) and goat's colostrum, and with greater variability, also colostrum in the other mammalian species (Schablin, 1987). The time when the resorption of immunoglobulins by intestinal mucous membrane is al-

ready possible is estimated in lambs and kids born to be 4 days at maximum (Reece, 1998). The submitted study is aimed to assess the changes in amino acid composition of individual goat's colostrum during the first 72 hours after birth.

MATERIAL AND METHODS

Changes in amino acid composition of goat's colostrum were examined in 5 female goats (from each female goat 5 samples) of the Czech Brown Polled breed for the 2nd and higher lactations from 2 to 72 hours after birth during the period of February–March 1998.

* This work has been supported by the research project CEZ: J08/98: 4321.

I. Quantitative values of non-essential amino acids of goat's colostrum (mg/100 ml) during the first 72 hours after birth

Hour	Asp		Ser		Glu		Pro		Gly		Ala		Tyr		Σ NEAA		Σ AA		CP	
	mean	v%	mean	v%	mean	v%	mean	v%	mean	v%	mean	v%	mean	v%	mean	v%	mean	v%	mean	v%
2	1 194.6	39.72	1 067.7	34.48	1 403.9	39.82	862.5	34.82	244.0	33.60	323.7	43.52	197.5	40.82	5 353.9	37.54	10 234.4	36.75	11 162.0	37.68
12	798.6	22.03	461.6	22.04	834.5	21.79	595.9	22.17	141.8	24.92	136.6	23.04	62.7	18.19	3 031.7	21.64	5 894.5	21.31	6 464.0	23.56
24	429.1	5.84	314.6	11.00	987.5	3.78	466.8	9.91	129.2	4.15	131.0	14.04	49.7	5.38	2 507.9	3.86	4 638.3	4.65	3 870.0	42.26
36	433.5	9.27	357.7	5.06	890.8	10.33	527.1	13.64	103.4	9.67	160.4	20.29	35.4	8.88	2 508.3	9.48	4 752.0	8.61	5 434.0	8.16
48	692.7	30.06	406.5	32.86	855.8	31.03	612.5	30.19	88.9	27.41	235.5	34.20	77.8	20.77	2 969.7	30.87	5 889.4	30.46	6 350.0	30.25
72	563.7	13.26	314.4	9.80	699.0	12.39	488.5	8.84	69.3	13.66	185.3	9.68	65.1	12.71	2 385.3	10.50	4 748.7	10.88	5 122.0	9.40

II. Quantitative values of essential amino acids of goat's colostrum (mg/100 ml) during the first 72 hours after birth

Hour	Cys		Met		Thr		Val		Ile		Leu		Phe		His		Lys		Arg		Σ Cys + Met		Σ EAA	
	mean	v%	mean	v%	mean	v%																		
2	216.6	33.14	191.5	39.95	897.5	35.78	919.5	34.11	322.6	34.84	730.1	42.22	279.5	49.30	126.8	31.74	919.8	35.03	276.6	37.17	408.1	36.08	4 880.5	35.93
12	61.5	29.72	175.3	22.51	448.2	19.60	509.9	24.09	183.1	20.51	565.4	22.57	141.7	33.18	51.9	4.15	517.9	22.35	208.9	13.08	236.8	23.53	2 862.8	21.08
24	55.2	17.70	111.1	1.76	305.5	11.23	304.3	9.21	199.7	3.37	441.6	6.52	71.5	7.91	54.3	4.62	392.3	8.19	194.9	18.92	166.4	6.04	2 130.4	6.55
36	48.0	13.68	112.6	4.08	348.7	7.44	314.9	14.17	209.2	13.69	471.5	7.40	61.7	11.16	63.5	14.61	410.7	7.44	202.9	7.23	160.6	2.73	2 243.7	7.97
48	75.2	30.64	165.9	19.79	421.4	33.25	486.9	31.04	293.8	31.22	598.3	30.71	78.4	50.18	80.8	23.70	470.2	29.37	248.8	27.73	241.1	22.55	2 919.7	30.08
72	68.2	25.00	143.1	20.97	349.1	14.06	390.3	9.58	235.4	9.98	482.5	10.84	43.5	20.55	70.4	14.17	376.3	9.34	204.6	13.01	211.3	20.87	2 363.4	11.29

Goats received feeding rations consisting of:

- maize silage, feeding ration of 3.0 kg
- fodder beet, feeding ration of 2.0 kg
- bulk fodders, feeding ration of 0.5 kg
- meadow hay, fed *ad libitum*
- oat straw with grass undersown, fed *ad libitum*.

Colostrum samples were taken at 2, 12, 24, 36, 48 and 72 hours after birth, after milked colostrum was homogenized at the amount of ca. 100–300 ml, and then frozen.

Nitrogen matters were determined after Kjeldahl using apparatus Kjeltec Auto 1031 Analyser (f. Tecator). Crude protein was calculated as N x factor of 6.37.

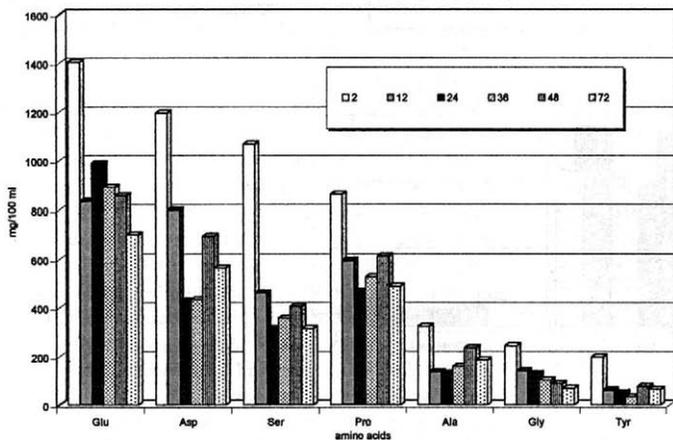
Colostrum samples for amino acid determination were adjusted using the acidic and oxidative acidic hydrolysis according to Davidek *et al.* (1981). The chromatographical analysis of sample hydrolyzates was performed using the analyzer AAA 400 (f. Ingos Prague) and using Nacitrate buffers and ninhydrin detection. Later, during the analysis of amino acids, methioninsulphone was

transferred to methionine (multiplied by the factor of 0.823), and cysteic acid was transferred to cysteine (multiplied by the factor or 0.71). The results were evaluated using the variation statistics (ANOVA) according to Snedecor and Cochran (1967).

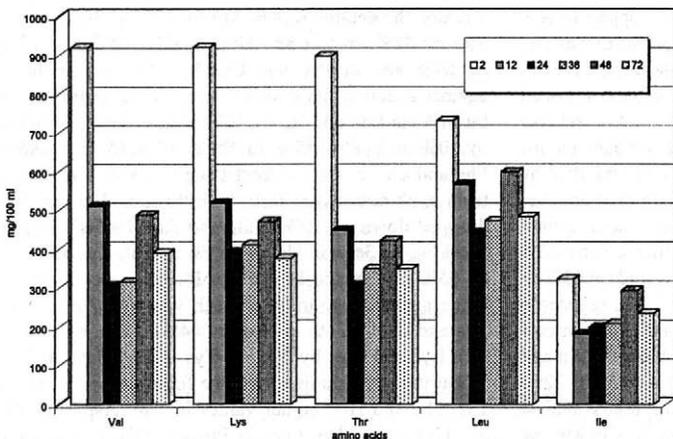
RESULTS AND DISCUSSION

Mean contents of essential (EAA) and non-essential amino acids (NEAA), crude protein (CP), sums of amino acids (Σ AA), sums of essential amino acids (Σ EAA), sums of non-essential amino acids (Σ NEAA) and Σ Met + Cys of goat's colostrum during the period from 2 to 72 hours after birth are presented in Tabs. I and II, while their graphical representation is given in Figs. 1–4.

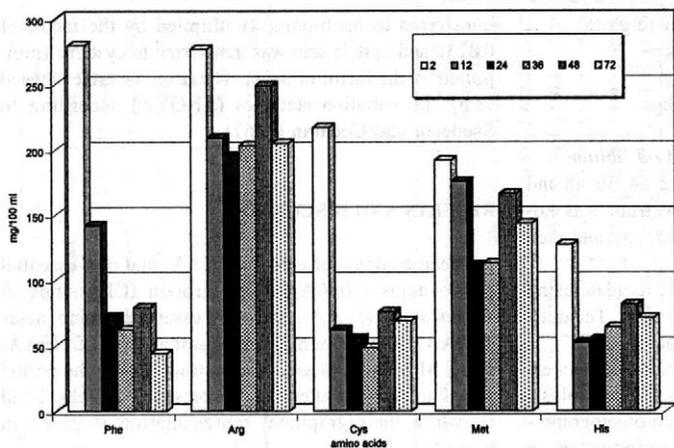
Comparing the values found at 12, 24, 36, 48 and 72 hours after birth with those found at 2 hours after birth (= 100%), we came to the following conclusion:



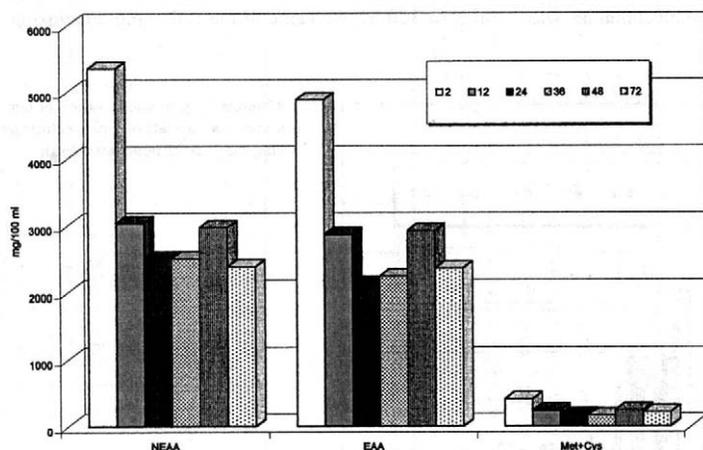
1. Changes in quantitative values of non-essential amino acids of goat's colostrum during the first 72 hours after birth



2. Changes in quantitative values of selected essential amino acids of goat's colostrum during the first 72 hours after birth



3. Changes in quantitative values of selected essential amino acids of goat's colostrum during the first 72 hours after birth



4. Changes in quantitative values of the sum of non-essential, sum of essential amino acids and sum of Met + Cys of goat's colostrum during the first 72 hours after birth

In the NEAAs during the respective period, the decline ranged 27.2–82.1%, in the EAAs it ranged 8.9–84.8%.

Comparing the NEAA decline of goat's colostrum from 12 hours to 2 hours, the content dropped in Asp and Pro by 33%, in Glu and Gly by 42%, in Ser and Ala by 58% and in Tyr by 68%. Comparing the NEAA decline from 24 hours to 2 hours, the content dropped in Glu by 30%, in Pro and Gly by 47%, in Ala and Asp by 65% and in Ser and Tyr by 75%. At 36 hours against 2 hours, the decline was by 40% in Glu and Pro, by 50% in Ala, by 60% in Gly, by 66% in Asp and Ser and by 82% in Tyr. Comparing the amino acid content at 48 hours to that at 2 hours, the decline was by 30% in Ala and Pro, by 40% in Glu and Asp and by 65% in Tyr, Ser and Gly. The decrease by 43% was registered in Pro and Ala, when comparing amino acid contents at 72 hours with those at 2 hours after birth, in Glu and Asp the decline was by 53%, in Tyr, Ser and Gly by 72%.

Comparing the EAA contents at 12 hours against 2 hours after birth (=100%), the decline was in Met by

10%, in Leu and Arg by 25%, in Ile, Lys, Val, Phe and Thr by 50%, in His by 60% and in Cys full 72%. Comparing the amino acid contents at 24 hours against 2 hours, the decline was in Arg by 30%, in Ile, Leu and Met by 42%, in Lys and His by 57%, in Thr and Val by 67% and in Phe and Cys by 75%. At 36 hours against 2 hours, the content decrease occurred in Arg by 27%, in Leu and Ile by 35%, in Met by 41%, in His by 50%, in Lys by 55%, in Thr and Val by 66% and in Phe and Cys by 78%. Comparing the amino acid contents at 48 hours after birth with those at 2 hours, they dropped down by 10% in Ile and Arg, by 20% in Met and Leu, by 36% in His, by 53% in Val, Lys and Thr, by 65% in Cys and by 72% in Phe. The decline at 72 hours against 2 hours after birth was by 27% in Met, Arg and Ile, by 34% in Leu, by 44% in His, by 61% in Val, Lys and Thr, by 69% in Cys and by 84% in Phe.

During our examinations, we found lower values in Tyr, Phe and His, higher values in Glu, Asp, Ser, Thr and Cys, coincident ones in Pro and Gly as compared

with Shablin's (1987) examinations, performed in 4 female goats without breed included.

The same trends in the CP content were confirmed by the findings of Singh *et al.* (1972) in Jamunapari goats, Khalil *et al.* (1992) in Egyptian domesticated dairy goats and of Hadjipanayoton (1995) in Damascus goats. During the first day after birth, the greatest decline of whey proteins is also observed (Quiles *et al.*, 1991).

Kráčmar *et al.* (1998) found higher values on the 5th day of lactation in Gly (121.4), Tyr (138.2), Phe (189.7) and His (95.9) in contrast to the values determined by us at 72 hours (3 days) after birth (Tabs. I and II). Differences may be probably due to another breed (White Short-wooled breed with other genetical disposition) and due to other feeding ration composition.

It is evident from graphical plots (Figs. 1–3) that, in all amino acids, a significant decline in their contents (10–72%) occurred during the period between 2 to 12 hours after birth. After two hours, and still after 12 hours, after birth, the mean values also indicate the greatest variability in all amino acids and CP under study (Tabs. I and II). From this term, a differentiation appears. In His and Ile, a gradual increase was registered during the period of 12–48 hours. In Ser, Pro, Ala, Val, Lys, Thr, Leu and Arg, the decline occurs within 24 hours followed by the increase within 48 hours. In Asp and Met, the same course of values was registered, when from 2 to 24 hours after birth, a sharp drop set in, followed by a moderate increase within 36 hours, and by a sharp increase within 48 hours. Similarly the same course of the curve was registered in Tyr, Cys and Phe showing the decline 36 hours after birth. In Glu at 24 hours, the content increment appears, after this period, the contents drop successively. In Gly, an even decline was registered during the whole period under study. Except for Glu (break down at 24 hours), the break down occurred in all other amino acids at 48 hours after birth, when their increase sets in again. At that time, at 48 hours after birth, all amino acids and CP raise the variability in their mean values again. After this period, the decline occurs in all amino acids.

The Σ NEAA decline course is illustrated in Fig. 4. The decline at 12 hours related to 2 hours (=100%) was by 43%, at 24 and 36 hours by 53%, at 48 hours by 45% and at 72 hours by 55%. In the Σ EAA, the decline is by 41 : 56 : 54 : 40 : 52% respectively, and in the Σ Met + Cys it is by 42 : 59 : 61 : 41 : 48% respectively.

In the Σ NEAA and Σ Met + Cys, the same course of changes was registered, i.e. up to 24 hours the sharp, then moderate decline, during the period of 24–36 hours a stagnant course with subsequent increase within 48 hours, continued by the decline. In the Σ EAA, the

decline occurred within 24 hours after birth, followed by the increase within 48 hours and continued by the decline.

The dynamics of changes in amino acid contents in goat's colostrum during the first hours after birth depends, first of all, on the sharp decrease of serum protein contents, of them, first of all, of immunoglobulins (Quiles *et al.*, 1991, 1992), and on the decline of volatile peptides and volatile amino acid contents (Schablin, 1987). Changes in amino acid proportions during further periods are probably associated with the increasing proportion of casein fractions and with transition to ripe milk.

REFERENCES

- Davídek J., Hrdlička J., Karvánek M., Pokorný J., Seifert J., Velišek J. (1981): Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL. 720 p.
- Hadjipanayotou M. (1995): Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. *Small Ruminant Res.*, 18: 255–262.
- Khalil H. M., Fekry M. M., Al Ashmawy A. M., Kheir A. A. (1992): Analytical study of protein of milk products. *Egypt. J. Pharmac. Sci.*, 33: 341–355.
- Kráčmar S., Gajdůšek S., Kuchtík J., Zeman L., Horák F., Doupovcová G., Kráčmarová E. (1998): Changes in amino acid composition of goat's milk during the first month of lactation. *Czech J. Anim. Sci.*, 43: 251–255.
- Quiles A. J., Gonzalo C., Fuentes F., Hevia M., Sanchez J. M. (1991): Protein composition and variation of caprina colostrum (Murciano-Granadina breed) by means of polyacrylamide-SDS gel electrophoresis. *Anim. Prod.*, 52: 311–316.
- Quiles A. J., Hevia M., Fuentes F., Barcina Y., Ramirez A. (1992): Electrophoretic fractions of proteins of milk from the Murciano-Granadina goat during lactation. *Anal. Vet. Murcia*, 8: 7–13.
- Reece W. O. (1998): Fyziologie hospodářských zvířat. Grada. 456 p.
- Saito T., Yoshida T., Itoch T. (1993): Composition of free form glycopeptides isolated from bovine colostrum. *Int. Dairy J.*, 3: 129–139.
- Schablin E. (1987): Untersuchungen zum Stickstoff- und Aminosäuregehalt der Kolostralmilch verschiedener Haustiere und der Kolostralmilch und reifen Milch von Frauen. [PhD Dissertation.] Giesen – Just-Liebig-Universität.
- Singh N. P., Sachdeva K. K., Sengar O. P. S. (1972): A study on the nitrogen distribution in goat's milk. *Milchwissenschaft*, 23: 165–167.
- Snedecor G. W., Cochran W. G. (1967): Statistical Methods. Iowa State Univ. Press. 534 p.

Received for publication on March 30, 1999

Accepted for publication on August 17, 1999

Contact Address:

Doc. Ing. Stanislav Kráčmar, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Ústav výživy a krmení hospodářských zvířat, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 11 11, fax: 05/45 21 20 44, e-mail: kracmar@mendelu.cz

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA V POLSKU

V dňoch 8. až 10. 9. 1999 sa konal v Lubline a Kazimerzu Dolnym n. Wisla v Poľsku 64. Zjazd Naukowi Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego.

Organizátormi boli Akademia Rolnicza v Lublinie a Polskie Towarzystwo Zootechniczne. Účastníci zjazdu rokovali v troch sekciách: chov a produkcia hovädzieho dobytku, chov a produkcia oviec a kôz, chov a produkcia kožušinových zvierat. Z každej sekcie bol vydaný recenzovaný zborník. Na vedeckom zjazde bolo približne 200 účastníkov a prednesených bolo viac ako 100 referátov. Našu pozornosť sme sústredili na sekciu Chov a produkcia kožušinových zvierat, v ktorej bolo prednesených 41 referátov a štyri postery. V zborníku je publikovaných 43 vedeckých prác (Applied Science Reports 42, Fur Animals Production and Breeding, Polish Society of Animal Production 1999, 366 p.), napr.:

M. Zatoň a A. Filistowicz sa zaoberali polymorfizmom transferínu v krvnom sére líšok polárnych a strieborných.

A. Filistowicz a kol. sledovali genetickú determináciu veľkosti a kvality kožušiny u polárnych líšok.

D. Kowalska a kol. sledovali laktáciu u samíc bielych novozélandských králikov v priebehu ich 15 vrhov.

P. Bielanski a kol. sa zaoberali sledovaním úžitkovosti špecializovaných, vysokoproduktívnych línií brojleryových králikov plemena novozélandský biely, vyšľachtených vo Výskumnom ústave živočíšnej výroby v Balice.

O. Szeleszczuk sledovala vplyv pomalého uvoľňovania melatonínu z podkožných implantátov na spermio-genézu u samcov polárnych líšok.

D. Szalowska a kol. sledovali obsah a proporcionálnu frakciu sérových proteínov (albumínov, postalbumínov, pretransferínov, transferínov, posttransferínov) v krvi líšok polárnych a strieborných.

D. Szalowska a kol. porovnávali niektoré morfológické a chemické parametre krvi u polárnych a strieborných líšok.

R. Glogowski sa zaoberal problémom účinku geomagnetického poľa na reprodukciu farmových líšok strieborných.

M. Sulik a L. Felska sledovali závislosť medzi mikroklimatickými podmienkami na farmách činčíl a vývojom mykóz u odstavených mláďat.

L. Felska a M. Sulik sledovali výskyt endoparazitov na farmách noriek a v ich okolí.

S. Socha a kol. urobili analýzu veľkosti a kvality kožušiny a reprodukčných ukazovateľov u strieborných líšok v závislosti od ich pôvodu (pôvodná poľská populácia, zvieratá importované z Fínska a Nórska a ich potomstvo).

L. Nawrocki sledoval reprodukčné ukazovatele u samíc nutrií greenlandských a strieborných chovaných háremovým systémom.

Otázkami životného prostredia v okolí fariem mäsožravých kožušinových zvierat sa zaoberala *B. Nowakowicz-Debek*. Sledovala koncentráciu amoniaku, nitritov a nitrátov v rôznej vzdialenosti od fariem.

B. Nowakowicz-Debek a kol. sledovali výskyt patogénov z rodu *Salmonella* na farmách mäsožravých kožušinových zvierat.

K. Kostro a kol. overovali účinnosť nových inaktivovaných vakcín Tm-3 a Tm-4 proti trichofytóze líšok.

R. Rajs a kol. sledovali zmeny hladiny tyroïdných hormónov v krvi polárnych líšok v závislosti od typu kŕmnej dávky.

Hematologický profil líšok polárnych kŕmených tradičnou a suchou potravou sledovali *R. Szymeczko a kol.* Hodnotením líšok podľa povahy, ukazovateľmi welfare zvierat a citlivosťou zvierat na stres sa zaoberali *J. Mononen a kol.* a *M. Harri a kol.* z Fínska.

O. Szeleszczuk a P. Niedbala sledovali počas 11 rokov reprodukčné ukazovatele na siedmich poľských farmách polárnych líšok, ako aj možné faktory, ktoré ich mohli ovplyvniť.

R. Cholewa a kol. sledovali reprodukčné ukazovatele a mortalitu u štandardných a greenlandských nutrií v priebehu roka.

M. Brzozowski a kol. rozdelili pokusné líšky podľa povahy do piatich skupín. Sledovali vplyv povahových vlastností na reprodukciu.

B. Barabasz a R. Heliasz sledovali kvalitu a zloženie peletovaných kŕmív pre činčily, vyrábaných v Poľsku. Navrhli dve receptúry kŕmív pre činčily, ktoré by mali spĺňať požiadavky zvierat na výživu.

P. Niedbala a kol. sledovali výskyt ťažkých kovov v orgánoch mäsožravých kožušinových zvierat.

A. V. Sirotkin a kol. sledovali význam cyklických nukleotidov a IGF-I v procese ovplyvňovania ováriálnej aktivity nutrií výživou.

Účasť na vedeckom zjazde bola veľmi zaujímavou skúsenosťou z hľadiska prepojenia vedeckej práce a praxe. Vedeckí pracovníci z odboru, zo všetkých vedeckých ústavov a univerzít, sa jedenkrát za tri roky stretávajú na takomto vrcholnom vedeckom podujatí aj so zástupcami praxe, kde informujú o výsledkoch výskumu, výskumných úlohách a plánoch a o aktuálnej situácii v odbore. Poznatky takto môžu byť v krátkom čase využívané v praxi, čo sa aj uskutočňuje.

MVDr. Karin Süvegová, Ing. Dušan Mertin, PhD.
Výskumný ústav živočíšnej výroby, Nitra

EFFECTS OF VANADIUM ON GLUCOSE HOMEOSTASIS IN DIABETIC AND NON-DIABETIC BB RATS*

VPLYV VANÁDU NA HOMEOSTÁZU GLUKÓZY U DIABETICKÝCH A NEDIABETICKÝCH BB POTKANOV

F. Ništiar¹, G. Kováč², O. Rácz¹, H. Seidel, A. Ništiarová¹

¹Šafárik University, Faculty of Medicine, Košice, Slovak Republic

²University of Veterinary Medicine, Košice, Slovak Republic

ABSTRACT: In 264 spontaneously diabetic and 24 non-diabetic rats (age of 3.5–4 months), the effects of ammonium vanadate on glucose homeostasis were studied. Ammonium vanadate was administered in drinking water (1 mM/l), by gavage, intraperitoneal, subcutaneous, and intravenous injections at the doses of 2.4; 4.7; 9.4; 18.9; and 37.8 mg/kg b.w. According to our results we suggest that vanadium does not have insulin-like effects because: insulin increases food intake – vanadium decreases; insulin decreases urine concentration of glucose – vanadium not. Administration of vanadium by gavage, intraperitoneal, subcutaneous, and intravenous injections had no effects on glycaemia, water and food intake. Vanadium is "effective" only when administered in drinking water (refuse effect). The doses of vanadium "decreasing" glycaemia are associated with significant toxic effect. The effects of vanadium are not related to the dose, but to its concentration in drinking water (taste phenomenon).

Keywords: diabetes; BB rats; vanadate; glucose; homeostasis;

ABSTRAKT: U 264 spontánne diabetickej a 24 nediabetickej BB potkanov (vo veku 3,5–4 mesiace) sme sledovali vplyv dlhodobého podávania vanadičnanu amónneho na homeostázu glukózy. Vanadičnan amónny bol podávaný v pitnej vode (1 mmol/l), pažerákovou sondou, i.p., s.c., a i.v. v dávkach 2,4; 4,7; 9,4; 18,9; 37,8 mg/kg živej hmotnosti. Na základe našich výsledkov tvrdíme, že vanád nemá inzulín podobný účinok, nakoľko: inzulín zvyšuje príjem potravy – vanád znižuje; inzulín znižuje hladinu glukózy v moči – vanád nie. Pri aplikácii vanádu pažerákovou sondou, i.p., s.c. a i.v. nebol zistený účinok na glykémiu, ani na príjem vody a potravy. Vanád je „účinný“ len pri aplikácii v pitnej vode (refuse effect). Dávky vanádu „znižujúce“ glykémiu vykazujú významný toxický efekt. Účinok vanádu nie je závislý na dávke, ale na jeho koncentrácii v pitnej vode (chuťový fenomén).

Kľúčové slová: diabetes; BB potkany; vanadičnan; homeostáza; glukóza

INTRODUCTION

Vanadium is considered as an essential trace element (Ramasarma, Crane, 1981). Up to now, physiological functions of vanadium are not completely clear (Nechay, 1984; Pugazhenthí, Khandelwal, 1990). Vanadium occurs in poly-valencies and its individual compounds exhibit various biological effects.

The salts of vanadium acid (vanadates) have an insulin-like effect on the glucose metabolism *in vitro* (Tolman *et al.*, 1979; Pugazhenthí, Khandelwal, 1992), as well as *in vivo* (Heyliger *et al.*, 1985; King *et al.*, 1993). On the contrary, there is literary information confirming an opposite effect of vanadate (Bosch *et al.*, 1987; Domingo *et al.*, 1990, 1991; Ništiar *et al.*, 1994) together with its toxic side-effects (Domingo *et al.*, 1992; Zaporowska *et al.*, 1993; Stohs, Bagchi, 1995).

In available literature no reliable data about the glucose excretion via the urine after long-term oral admi-

nistration of vanadate have been presented and this parameter has not been taken into consideration. On the basis of the given reasons the work presented was aimed at observation of glucose homeostasis after long-term administration (six weeks) of vanadate in drinking water in spontaneously diabetic and non-diabetic BB rats. Similarly, in available literature there are no reliable data about other routes of vanadate administration, e.g. intravenous (i.v.), intraperitoneal (i.p), intramuscular (i.m.), and subcutaneous (s.c.). Therefore, these other methods of administration were evaluated in a preliminary experiment.

MATERIAL AND METHODS

Dividing into 24 experimental groups we used 288 our particularly inbred (F6) BB male rats of 3.5–4 months of age – 264 diabetic (body weight 258 ± 25 g) and 24 non-diabetic counterparts (324 ± 14 g). In the dia-

* This research was supported in part by Slovak VEGA Grant Agency (Reg. No. 1/4423/97).

I. Experimental scheme – characterization of experimental groups and route of vanadium administration

Group No.	No. of rats	Diabetes	Dose of vanadate	Route of administration
1.	12	-	0.0 mM/l	drinking water – 6 weeks
2.	12	-	1.0 mM/l	drinking water – 6 weeks
3.	12	+	0.0 mM/l	drinking water – 6 weeks
4.	12	+	1.0 mM/l	drinking water – 6 weeks
5.	12	+	37.8 mg/kg b.w.	gavage
6.	12	+	37.8 mg/kg b.w.	i.p.
7.	12	+	37.8 mg/kg b.w.	i.v.
8.	12	+	37.8 mg/kg b.w.	s.c.
9.	12	+	18.9 mg/kg b.w.	gavage
10.	12	+	18.9 mg/kg b.w.	i.p.
11.	12	+	18.9 mg/kg b.w.	i.v.
12.	12	+	18.9 mg/kg b.w.	s.c.
13.	12	+	9.4 mg/kg b.w.	gavage
14.	12	+	9.4 mg/kg b.w.	i.p.
15.	12	+	9.4 mg/kg b.w.	i.v.
16.	12	+	9.4 mg/kg b.w.	s.c.
17.	12	+	4.7 mg/kg b.w.	gavage
18.	12	+	4.7 mg/kg b.w.	i.p.
19.	12	+	4.7 mg/kg b.w.	i.v.
20.	12	+	4.7 mg/kg b.w.	s.c.
21.	12	+	2.4 mg/kg b.w.	gavage
22.	12	+	2.4 mg/kg b.w.	i.p.
23.	12	+	2.4 mg/kg b.w.	i.v.
24.	12	+	2.4 mg/kg b.w.	s.c.

betic group, the diabetes was found approximately on 90th day after birth (blood glucose levels above 15 mM/l were considered diabetic). The experimental scheme is presented in Table I.

In groups 1–4, the rats were kept in glass metabolic cages with free access to Larsen's diet (composition see in Korec, 1991) and drinking water for 6 weeks (exposed to 12 h light/12 h dark cycle). Ten days after the onset of diabetes the rats were divided into 2 groups (group 3 and 4); non-diabetic rats were divided into groups 1 and 2. Groups 2 and 4 received 1.0 mM of vanadate in drinking water (NH_4VO_3 p.a. Lachema, dissolved in citric acid – 100 mg/kg). The control rats received no vanadate.

Glycaemia and glucose urine levels were determined by an enzymatic method (Oxochrom-Glukóza, Lachema), every time in the morning between 7.00 and 8.00 o'clock. At the same time, amounts of consumed drinking water and food, and excreted urine volume were recorded.

In groups 5–24, glycaemia was determined before and 15, 30, 60, 120, and 240 min after vanadate administration.

All results are expressed as mean and standard error of the mean. Comparisons between the mean values within each group were made by Student's *t*-test.

A probability value of $P < 0.05$ was considered as a significant difference between the means.

RESULTS

The results are presented in Table II. The animals receiving vanadate (groups 2 and 4) showed lower weight gain in non-diabetic animals, and higher losses of body weight in diabetic animals, respectively. In both groups of diabetic animals, only 50% of animals survived. There were no differences in food intake of non-diabetic animals, and moreover in corresponding parameters. In vanadate treated non-diabetic rats, a moderate increase in urine excretion was observed. In non-treated diabetic rats, there was significantly higher food intake, and water intake three times higher compared with V-treated animals. Vanadium treated diabetic rats showed lower urine excretion than non-treated animals, but relatively to water intake the urine excretion was slightly higher. In experimental rats the glycaemia was significantly lower as well as total output of glucose in the urine. On the other hand, urine glucose levels were significantly higher in vanadium treated diabetic rats. There were no differences in glycaemic indexes (glycaemia/amount of glycidies in the

II. Basic indices in experimental animals after 6 weeks of the experiment (mean \pm S.E.D.)

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Body weight (g)	365 \pm 3	327 \pm 4	226 \pm 12	155 \pm 17
Survival (n)	12	12	6	6
Mortality (%)	0	0	50	50
Weight gain (g/r)	57	19	-27	-98
Weight gain (g/r/d)	1.4	0.5	-0.6	-2.3
Food intake (g/d)	19.7 \pm 0.5	18.6 \pm 0.7	24.3 \pm 1.4	17.5 \pm 1.2
Water intake (ml/d)	25.4 \pm 1.1	19.3 \pm 0.7	107.7 \pm 6.3	36.2 \pm 3.4
Vanadium intake (mg/kg)	0	6.96 \pm 0.18	0	27.56 \pm 0.4
Urine volume (ml/d)	7.1 \pm 0.7	8.3 \pm 0.5	86.2 \pm 7.5	32.8 \pm 3.4
Glycaemia (mM/l)	6.9 \pm 0.1	6.4 \pm 0.3	29.1 \pm 2.9	20.5 \pm 0.8
Glucose in urine (mM/l)	0	0	500 \pm 80	758 \pm 111
Urinary output of glucose (g/d)	0	0	7.69 \pm 1.27	4.45 \pm 0.64
Glucose index	0.70 \pm 0.01	0.72 \pm 0.04	2.44 \pm 0.22	2.40 \pm 0.13
Assimilation coefficient	1.0	1.0	0.38 \pm 0.08	0.48 \pm 0.09

food) between the control (non-treated) and experimental (V-treated) groups. The values of assimilation coefficient, representing the per cent of assimilated glucose in the body (amount of the glucose excreted in urine subtracted from the amount of received food saccharides divided by the glucose content in the food) were slightly lowered (worse) in non-treated diabetic rats. On the basis of our results we suggest that vanadium effects are not related to insulin-like effects, nor the direct effects on glucose metabolism. The decrease in glycaemia is a logical consequence of lowered intake of water containing vanadate. Such a treated water was refused by both healthy and diabetic animals followed by a decrease in food intake and consequent decrease in glycaemia.

In groups 5-24 no significant effects on rat glycaemia were observed. On the other hand, in every route of vanadate administration, the doses of 37.8 and 18.9 mg/kg resulted in deaths of the animals within 240 min, and in the lower doses within 24 hours after administration. Surviving for 48 hours after administration was only sporadic. Necropsy finding was characterized by haemorrhages in gastrointestinal tract, parenchymatous organs, and heart. These findings confirm important toxic effects of vanadate.

DISCUSSION

We suggest on the basis of the results obtained that the effects of ammonium vanadate are related to refusal of the animals to drink vanadate treated water. This was also confirmed by Brichard *et al.* (1988), and all other parameters are influenced by this effect. Other authors (Ramanadham *et al.*, 1989) reported numerous deaths of animals because of dehydration and occasional diarrhoea. These findings dominated also in our experiments as the cause of lethality. Similar results were also obtained after application of chromium and zinc in

drinking water (is it possible that every microelement has an insulin-like effect?, non-published data). The application form is wrong in itself (drinking water) and it would be appreciable to verify also other application forms to eliminate the aversion of animals to the water in this way. The results of our preliminary experiments with different routes of ammonium vanadate administration seem to have no effects on glucose metabolism. There are interesting data reported by other authors (Brichard *et al.*, 1988; Mongold *et al.*, 1990), who described total vanadate intake not corresponding to its concentration in drinking water. Frequently, the vanadate intake is higher with water of lower vanadate concentration, and despite of this, the final effect is definitely dependent on the vanadate concentration in drinking water, not on the amount consumed. These findings confirm our suggestion that ammonium vanadate has not an insulin-like effect, as we reported already in our previous work (Ništiar *et al.*, 1994). On the basis of the results presented, as well as the literary information we cannot recommend vanadium as an antidiabetic in any application form or scheme. Actual results of *in vivo* experiments with rats do not confirm results of the agent in experiments *in vivo*. Moreover, their interpretation is not frequently logical and is subjectively tentative.

Acknowledgements

The authors thank Prof. MUDr. Rudolf Korec, DrSc., who introduced us to experimental *diabetes mellitus* and experimental procedures with diabetic animals.

REFERENCES

Bosch F., Arino J., Gomez-Foix A. M., Guinovart J. J. (1987): Glycogenolytic noninsulin-like effects of vanadate on rat

- hepatocyte glycogen synthase and phosphorylase. *J. Biol. Chem.*, 262: 218–222.
- Brichard S. M., Okitolonda W., Henquin J. L. (1988): Long term improvement of glucose homeostasis by vanadate treatment in diabetic rats. *Endocrinology*, 123: 2048–2053.
- Domingo J. L., Llobet J. M., Gomez M., Corbella J., Keen C. L. (1990): Effects of oral vanadium administration in streptozotocin-diabetic rats. In: Coltery P., Porter L. A., Manfalt M., Etienne J. C. (eds.): *Metal Ions in Biology and Medicine*. Paris, John Libbey Eurotext: 312–314.
- Domingo J. L., Gomez M., Llobet J. M., Corbella J., Keen C. L. (1991): Oral vanadium administration to streptozotocin-diabetic rats has marked negative side-effects which are independent of the form of vanadium used. *Toxicology*, 66: 279–287.
- Domingo J. L., Gomez M., Sanchez D. J., Llobet J. M., Keen C. L. (1992): Iron administration minimizes the toxicity of vanadate but not its insulin mimetic properties in diabetic rats. *Life Sci.*, 50: 1311–1317.
- Heyliger C. E., Tahiliani A. C., McNeill J. H. (1985): Effect of vanadate on elevated blood glucose and depressed cardiac performance of diabetic rats. *Science*, 227: 1474–1477.
- King M. J., Pugazhenth S., Khandelwal R. L., Sharma R. K. (1993): Elevated N-myristoyl transferase activity is reversed by sodium orthovanadate in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biochim. Biophys. Acta*, 1165: 259–262.
- Korec R. (1991): *Experimental and Spontaneous Diabetes mellitus in the Rat and Mouse*. Košice, Ed. Center Univ. Šafárik. 248 p.
- Mongold J. J., Cros G. H., Vian L., Tep A., Ramadham S., Siou G., Diaz J., McNeill J. H., Serrano J. J. (1990): Toxicological aspects of vanadyl sulphate on diabetic rats: effects on vanadium levels and pancreatic B-cell morphology. *Pharmacol. Toxicol.*, 67: 192–198.
- Nechay B. R. (1984): Mechanisms of action of vanadium. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.*, 24: 501–524.
- Ništiar F., Korec R., Ništiarová A. (1994): Effect of vanadium and zinc on glucose excretion by urine in BB rats. *Slov. Vet. Čas.*, 19: 11–14.
- Pugazhenth S., Khandelwal R. L. (1990): Insulin-like effects of vanadate on hepatic glycogen metabolism in nondiabetic and streptozotocin-induced diabetic rats. *Diabetes*, 39: 821–827.
- Pugazhenth S., Khandelwal R. L. (1992): Vanadate increases protein kinase C-induced phosphorylation of endogenous proteins of liver *in vitro*. *Biochem. Int.*, 26: 241–247.
- Ramanadham S., Mongold J. J., Brownsey R. W., Cros G. H., McNeill J. H. (1989): Oral vanadyl sulfate in treatment of diabetes mellitus in rats. *Am. J. Physiol.*, 257: H904–H911.
- Ramasarma T., Crane F. (1981): Does vanadium play a role in cellular regulation? *Curr. Top. Cell. Regul.*, 20: 247–301.
- Stohs S. J., Bagchi D. (1995): Oxidative mechanisms in the toxicity of metal ions. *Free Radic. Biol. Med.*, 18: 321–336.
- Tolman E. L., Barris E., Burns M., Pansini A., Partridge E. (1979): Effects of vanadium on glucose metabolism *in vitro*. *Life Sci.*, 25: 1159–1164.
- Zaporowska H., Wasilewski W., Slotwinska M. (1993): Effect of chronic vanadium administration in drinking water to rats. *BioMetals*, 6: 3–10.

Received for publication on March 29, 1999

Accepted for publication on August 17, 1999

Contact Address:

Doc. MVDr. František Ništiar, CSc., Ústav patologickej fyziológie, Lekárska fakulta UPJŠ, Trieda SNP 1, 040 66 Košice, Slovenská republika, tel: 095/640 22 79, fax: 095/42 54 60

VÝVOJ HODNOT pH A ELEKTRICKÉ VODIVOSTI VE VEPŘOVÉM MASE V PRŮBĚHU ZRÁNÍ

DYNAMICS OF pH AND ELECTRIC CONDUCTIVITY VALUES IN *LONGISSIMUS* AND *SEMIMEMBRANOSUS* MUSCLES OF PIGS

I. Kleinová, I. Ingr

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

ABSTRACT: The objective of the study was to determine the dynamics of pH and electric conductivity (EV) in *longissimus* (MLLT) and *semimembranosus* (MS) muscles. One hundred and ten carcasses were measured at five time intervals *post mortem*: 50 min (EV₁ and pH₁), 3 h (EV₃ and pH₃), 5 h (EV₅ and pH₅), 7 h (EV₇ and pH₇) and 24 h (EV₂₄ and pH₂₄). Measurement of electrical conductivity was carried with the LF 191 (WTW Weinheim). The muscle pH was measured with a CPH 51 and a combined glass electrode. The studied sample had a high proportion of stress-sensitive pigs. Tables I and II show the mean, the standard deviation and the variation coefficient for pH and EV characteristics of MLLT and MS muscles. Rigor mortis set in 3 hours *post mortem* in MLLT and 7 hours *post mortem* in MS. pH₁ value in MLLT decreased to 5.65 and pH₂₄ in the same muscle was 5.55. pH value in MS ranged from 5.74 (pH₁) to 5.61 over a period of 5 h. After this breakpoint, pH values started increasing to 5.68 (pH₂₄). Notable is a big variation of EV values. EV values increased in the first seven hours *post mortem* in both muscles. In 50 minutes *post mortem* was found EV 5.49 in MLLT muscle. In 7 hours *post mortem*, EV value reached 6.86 mS. EV₂₄ value was 6.61 mS. There were no significant differences between the EV₇ and EV₂₄ value. The range of EV value in MS muscle was 4.95 to 8.09 over a period of 24 h. In Tables III and IV, simple correlation coefficients between pH and EV values of the MLLT and MS muscle are presented. Correlation coefficients of pH and EV measurements were highly significant. At 50 min *post mortem* LF values were moderately high correlated with pH₁ ($r = -0.54$ in MLLT, $r = -0.52$ in MS). The correlation coefficients are very similar to those found by Jaud *et al.* (1992). Moderately high correlations between pH₁ and EV₂₄ values were also found ($r = -0.61$ in MLLT, $r = -0.61$ in MS). Slightly better correlation was obtained between pH₁ and EV at 3, 5 and 7 h *post mortem*. Lower correlations were found between pH and EV values measured at other time intervals *post mortem*.

Keywords: pH values; electrical conductivity; correlation coefficients; PSE

ABSTRAKT: Byly měřeny hodnoty pH a elektrické vodivosti u 110 prasat, ve svalectech *musculus longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) a *musculus semimembranosus* (MS), v intervalech 50 min, 3, 5, 7 a 24 hodin *post mortem*. V obou svalectech byl zjištěn odlišný průběh hodnot. V MLLT poklesly hodnoty pH až na 5,55, v MS na 5,60 (pH₂₄). Elektrická vodivost dosáhla maximálních hodnot u MLLT 6,61 mS a u MS až 8,09 mS, a to v čase 7 hodin *post mortem*. Hodnoty elektrické vodivosti se udržely na této úrovni až do 24 hodin *post mortem*. V obou svalectech byly spočítány téměř shodné statisticky průkazné korelační koeficienty mezi pH a elektrickou vodivostí. Výsledky nabízejí možnost identifikovat PSE vepřové maso pomocí hodnot EV₂₄ a DFD vepřové maso hodnotami pH₂₄.

Klíčová slova: změny pH; elektrická vodivost; korelační koeficienty; PSE

ÚVOD

Snadné a rychlé objektivní hodnocení kvality masa je u nás i ve světě neustále řešeným problémem. Ještě nebyl zcela dořešen jednoznačný a včasný způsob rozpoznání jakostních vad PSE a DFD přímo na porážkové lince a již se ve světě objevuje, především z technologických důvodů, nutnost vyčlenit další jakostní kategorie.

V našich podmínkách se často objevuje poměrně vysoký výskyt PSE vepřového masa, který způsobuje problémy z hlediska technologického zpracování i ekonomiky podniků masného průmyslu.

Měření pH pro detekci vad PSE a DFD se používá již řadu let. Publikací obsahujících informace o vlivu premortálních i postmortálních faktorů na vývin této hodnoty při zrání masa je nepřeborné množství.

Hodnota pH je fyzikálně-chemický ukazatel vyplývající z biochemických změn ve svalovině a charakterizující stav glykogenolytických pochodů. Hodnota pH svaloviny živých zvířat dosahuje neutrální oblasti, tzv. fyziologického pH (Hofmann, 1987). V průběhu postmortálních změn, kdy dochází k rozkladu glykogenu na laktát, klesá pH za 6 až 8 hodin na hodnoty 5,4–5,8 (Scheper, 1978). U PSE masa dochází k rychlému poklesu pH ještě za poměrně vysoké teploty sva-

lovinu, což má za následek počínající denaturaci bílkovin a vyšší ztráty masné šťávy, než je tomu u masa normální kvality (Honikel, Kim, 1986).

Hodnoty pH jsou nejvíce uznávaným, i když nikoli absolutním, kritériem postmortálního vývoje jakosti vepřového masa (Ingr *et al.*, 1987). Nevýhodou používání metody měření pH pro detekci jakostních vad je nutnost ošetřování a kalibrace elektrody. Jako jednodušší metoda pro hodnocení kvality masa se ukazuje zjišťování elektrické vodivosti. Výhodou je snadná manipulace s elektrodou, tvořenou dvěma kovovými bodci, která není náchylná na mechanické poškození a která se nemusí často kalibrovat.

Cílem práce bylo zhodnotit průběh pH a elektrické vodivosti (EV) ve svazech *musculus longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) a *musculus semimembranosus* (MS) a případně i vztah mezi oběma ukazateli.

Vhodnost použití elektrické vodivosti pro hodnocení kvality masa je založena na faktu, že během postmortální glykogenolýzy, kdy klesá hodnota pH, nastávají změny iontových poměrů. Současně se vyskytují denaturační vlivy a dochází k různému stupni narušení buněčných membrán, které umožňují splynutí extracelulárních a intracelulárních tekutin, čímž dochází i ke změně elektrické vodivosti. Tyto tkáňové změny jsou intenzivnější u PSE masa než u masa normální kvality. Z popisu tohoto principu je zřejmé, že se touto metodou měření nedají zjistit DFD odchylky (Feldhusen *et al.*, 1987).

Kritický pohled na elektrickou vodivost jako kritérium kvality uvádějí Pliquet *et al.* (1998). Při měření elektrické vodivosti tvoří hlavní složku zjišťované veličiny konduktance, která představuje reálnou složku celkové vodivosti tkáně. Její závislost na geometrii elektrody (plocha bodců a mezera mezi nimi) může být omezena jen za určitých podmínek. Vodivost strukturovaných látek, jakou je maso, závisí na frekvenci a napětí měření a na teplotě materiálu. Za účelem zjednodušení měření pracují přístroje pro měření konduktivity v masu pouze na jedné frekvenci. Proto výsledky získané při měření závisí na druhu použitého přístroje, což ztěžuje

standardizaci parametrů kvality. Podrobněji se principem měření u nás zabývali Kameník *et al.* (1989, 1990).

Vztahy mezi hodnotami pH a elektrické vodivosti, převážně zjišťované 1 hodinu a 24 hodin *post mortem*, hodnotili např. Eggert *et al.* (1990), Sack, Branscheid (1990), Kameník *et al.* (1990) a Jaud *et al.* (1992). Demo *et al.* (1994) uplatnili hodnoty EV₁ při konstrukci tzv. indexu kvality masa.

MATERIÁL A METODA

V letech 1997 a 1998 byly měřeny hodnoty pH a elektrické vodivosti u 110 různých finálních hybridů prasat porážených v Masokombinátu Polička, a. s. Bylo sledováno 11 skupin prasat po 10 kusech. Skupiny prasat pocházely od různých dodavatelů. Cílem bylo hodnocení jakosti masa prasat z běžných porážek na základě náhodného výběru. Průměrná hmotnost opracovaného jatečného těla dosahovala 93 kg. Hodnoty pH a EV byly zjišťovány ve svalovině pečené (MLLT) a kýty (MS) v intervalech 1, 3, 5, 7 a 24 hodin *post mortem*. Pro měření byl použit pH-metr CPH 51 s kombinovanou skleněnou elektrodou a konduktometr LF 191 firmy WTW Weinheim. Výrobce použitého přístroje pro měření elektrické vodivosti ve vepřovém mase ve vztahu k vadě PSE udává tato kritéria:

EV/jakost	Velmi dobrá	Přijatelná	Špatná
EV ₁ (mS)	< 5,3	< 10,3	> 10,3
EV ₂₄ (mS)	< 7,3	< 9,8	> 9,8

Mezi vpichy od elektrody konduktometru pak bylo měřeno pH. Hodnoty EV₁ (mS) a pH₁ byly zjišťovány v pečeni na úrovni posledního hrudního obratle. Další měření byla prováděna mezi následujícími sousedními bederními obratli. Ve svalu MS se při měření postupovalo dorzálním směrem. K testování rozdílů mezi jednotlivými průměry měření pH a EV byl použit *t*-test pro párované hodnoty (Reisenauer, 1970).

I. Průběh hodnot pH ve svalovině pečené a kýty u 110 prasat – Dynamics of pH values in *m. longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) and *m. semimembranosus* (MS) of 110 pigs

Sval ¹	Statistická veličina ²	pH ₁	pH ₃	pH ₅	pH ₇	pH ₂₄
MLLT	\bar{x}	5,65 [++]	5,57 [--]	5,54 [--]	5,53 [--]	5,55 [--]
	s_x	0,35	0,27	0,26	0,22	0,29
	V_x	6,19	4,85	4,69	4,07	5,23
MS	\bar{x}	5,74 [++]	5,66 [++]	5,61 [--]	5,60 [--]	5,68 [++]
	s_x	0,28	0,25	0,22	0,24	0,26
	V_x	4,83	4,39	3,84	4,35	4,63

++ $P < 0,01$; + $P < 0,05$; - $P > 0,05$ – průkaznost rozdílů mezi dvěma sousedními průměry hodnot pH

++ $P < 0,01$; + $P < 0,05$; - $P > 0,05$ – statistical significance of the difference between two adjacent means of the pH value

¹muscle, ²statistical variable

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrné hodnoty pH ve svalech *m. longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) a *m. semimembranosus* (MS) jsou uvedeny v tab. I. Podle hodnoty pH₁ je zřejmé, že se jedná o soubor s vysokým výskytem PSE vady masa. Statistické zhodnocení (*t*-test) výsledků měření pH potvrdilo výsledky, které uvádí Scheper (1978). Byl ověřen pokles hodnot pH v MLLT jen mezi měřeními v první a třetí hodině po porážce. U svalu MS probíhal

glykolytický proces až do páté hodiny po porážce. Měření 24 za hodin *post mortem* se zjistilo mírné zvýšení hodnoty pH ve svalu MS.

V tab. II jsou seřazeny výsledky měření elektrické vodivosti ve svalovině MLLT a MS. Z tabulky je patrné, že v průběhu sedmi hodin *post mortem* docházelo ke zvyšování elektrické vodivosti, a to v obou svalech. Vodivost ve svalovině pečeně dosahovala vyšších hodnot než ve svalu MS. U hodnoty pH tomu bylo ve svalech naopak.

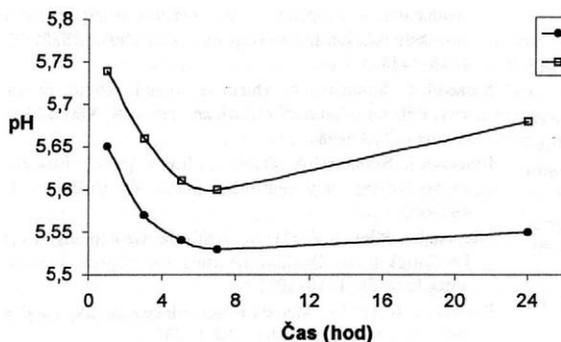
II. Průběh hodnot elektrické vodivosti (mS) ve svalu pečeně a kýty u 110 prasat – Dynamics of electric conductivity (EV) values (mS) in *m. longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) and *m. semimembranosus* (MS) of 110 pigs

Sval ¹	Statistická veličina ²	EV ₁	EV ₃	EV ₅	EV ₇	EV ₂₄
MLLT	\bar{x}	5,49	6,13	6,35	6,86	6,61
	s_x	2,75	3,04	3,09	3,31	2,57
	V_x	50,09	49,62	48,66	48,18	38,80
MS	\bar{x}	4,95	6,10	7,19	8,10	8,09
	s_x	2,82	3,71	4,13	4,29	3,14
	V_x	57,03	60,84	57,45	53,00	38,81

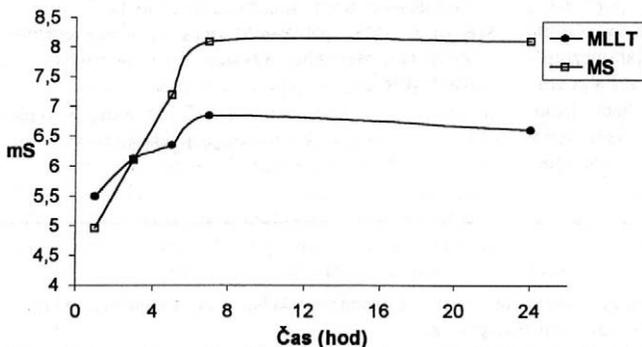
++ $P < 0,01$; + $P < 0,05$; - $P > 0,05$ – průkaznost rozdílů mezi dvěma sousedními průměry hodnot elektrické vodivosti

++ $P < 0,01$; + $P < 0,05$; - $P > 0,05$ – statistical significance of the difference between two adjacent means of the electric conductivity values

¹muscle, ²statistical variable



1. Průběh hodnot pH ve svalech MLLT a MS u prasat – The curve of pH values in *longissimus* (MLLT) and *semimembranosus* (MS) muscles of pigs (x-axis – time after slaughter, y-axis – pH value)



2. Průběh hodnot elektrické vodivosti (mS) ve svalech MLLT a MS u prasat – The curve of electric conductivity (mS) values (EV) in *longissimus* (MLLT) and *semimembranosus* (MS) muscles of pigs (x-axis – time after slaughter, y-axis – EV value)

III. Korelace pH a EV v MLLT u prasat ($n = 110$) – Correlation coefficients between pH and electrical conductivity (EV) values in *m. longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) of pigs ($n = 110$)

Měření ¹	pH ₁	pH ₃	pH ₅	pH ₇	pH ₂₄
EV ₁	-0,54***	-0,44***	-0,39***	-0,34***	-0,18*
EV ₃	-0,69***	-0,58***	-0,46***	-0,40***	-0,24**
EV ₅	-0,69***	-0,58***	-0,48***	-0,41***	-0,28**
EV ₇	-0,71***	-0,62***	-0,50***	-0,44***	-0,30***
EV ₂₄	-0,60***	-0,55***	-0,44***	-0,42***	-0,19*

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ – průkaznost korelací mezi měřenými hodnotami pH a EV

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ – statistical significance of correlation coefficients between pH and electrical conductivity values

¹ measurement

IV. Korelace pH a EV v MS u prasat ($n = 110$) – Correlation coefficients between pH and electrical conductivity (EV) values in *semimembranosus* (MS) muscle of pigs ($n = 110$)

Měření ¹	pH ₁	pH ₃	pH ₅	pH ₇	pH ₂₄
EV ₁	-0,52***	-0,39***	-0,27***	-0,32***	-0,24**
EV ₃	-0,66***	-0,49***	-0,39***	-0,37***	-0,29**
EV ₅	-0,69***	-0,52***	-0,41***	-0,38***	-0,28**
EV ₇	-0,71***	-0,54***	-0,47***	-0,41***	-0,32***
EV ₂₄	-0,61***	-0,53***	-0,55***	-0,48***	-0,36***

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ – průkaznost korelací mezi měřenými hodnotami pH a EV

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ – statistical significance of correlation coefficients between pH and electrical conductivity values

¹ measurement

Průběh hodnot pH a EV ve svazech MLLT a MS dokumentují obr. 1 a 2.

Je zřejmé, že na změnu vnitřních podmínek svaloviny vyvolanou glykolytickým procesem reaguje svalová tkáň změnami své struktury, postihnutelnými měřením elektrické vodivosti až s určitým zpožděním.

Mezi hodnotami pH a elektrickou vodivostí byly stanoveny ve svazech MLLT a MS statisticky průkazné korelace. Hodnoty korelačních koeficientů dosahují pro měření pH₁ a EV v obou svazech blízkých hodnot (tab. III a IV).

Shodné hodnoty korelačních koeficientů mezi pH₁ a EV₁ v MLLT a MS uvádějí Jaud *et al.* (1992). Korelace na stejné úrovni v MLLT mezi pH₁ a EV₁, popř. EV₂₄ zjistili Kameník *et al.* (1990). Ve svalu MS uvádějí tyto autoři korelace nižší. Byl nalezen užší vztah mezi měřeními pH₁ a EV₂₄ než mezi měřeními pH₁ a EV₁. Toto zjištění popisují i Eggert *et al.* (1990) a Sack, Branscheid (1990). Nejvyšší korelační vztahy mezi pH₁ a EV byly zjištěny v průběhu 3. až 7. hodiny *post mortem*.

Pro nedostatek literárních pramenů, ve kterých by bylo použito stejného typu přístroje a okamžiku měření, nemohou být zjištěné údaje podrobněji diskutovány.

Z praktického hlediska by bylo výhodné propracovat a standardizovat klasifikaci jatečných těl na základě měření EV₂₄. Vzhledem k dynamice časných postmortálních procesů je měření jakostních veličin krátce po porážce náročné na dodržení časových limitů. Měření EV₂₄ a pH₂₄, a tím i oddělení PSE a DFD masa, by mohlo proběhnout nerušeně bez časového stresu při vyskládňování masa z chladírny.

LITERATURA

- Demo P., Poltársky J., Fülöp L., Klisenbauer M. (1994): Možnosti využitia kancov plemena holandský yorkshire v šlachtiteľských programoch ošípaných. *Živoč. Vyr.*, 39: 9–19.
- Eggert W., Mohr R., Kalm E. (1990): Bezahlung nach Fleischbeschaffenheit bei routinemässiger Erfassung am Schlachtband. *Fleischwirtschaft*, 70: 821–824.
- Feldhusen F., Neumann-Fuhrmann D., Wenzel S. (1978): Die Leitfähigkeit als Parameter der Fleischbeschaffenheit. *Fleischwirtschaft*, 67: 455–460.
- Hofmann K. (1987): Der pH Wert – Ein Qualitätskriterium für Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 67: 557–562.
- Honikel K. O., Kim C. J. (1986): Causes of the development of PSE pork. *Fleischwirtschaft*, 66: 349–353.
- Ingr I., Chadimová J., Hilčer A. (1987): Platnost kritérií pro určení PSE a DFD vepřového masa. *Živoč. Vyr.*, 32: 1031–1040.
- Jaud D., Weisse K., Gehlen K. H. et al. (1992): pH and conductivity – comparative measurements on pig carcasses and their relationship to drip loss. *Fleischwirtschaft*, 72: 1416–1418.
- Kameník J., Šimáková A., Rucki A., Ingr I. (1990): Zjišťování PSE masa pomocí elektrické vodivosti. *Veter. Med. (Praha)*, 35: 43–48.
- Kameník J., Šimáková A., Rucki A., Ingr I. (1989): Elektrická vodivost a vady vepřového masa. *Veterinářství*, 39: 467–469.
- Pliquett U., Pliquett F. (1998): Kritische Bemerkungen zur Leitfähigkeit als Qualitätsmerkmal für Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 78: 1010–1012.
- Reisenauer R. (1970): Metody matematické statistiky a jejich aplikace v technice. Praha, SNLT. 239 s.
- Sack E., Branscheid W. (1990): Zur Erfassung des „PSE“-Status von Schweinehälften mit unterschiedlichen Messmethoden. *Mitteilungsbl. BAFF, Kulmbach*, 108: 140–146.
- Scheper J. (1978): pH-Wert-Messung an Schweinehälften, Zeitpunkt, Messstelle, Aussage. *Fleischwirtschaft*, 58, 1642–1646.

Došlo 11. 3. 1999

Přijato k publikování 22. 6. 1999

Kontaktní adresa:

Ing. Irena Kleinová, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Agronomická fakulta, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: kleinova@post.cz

SOUČASNÝ MEZINÁRODNÍ STAV ODHADU PLEMENNÉ HODNOTY PRASAT^{*}

RECENT STATE OF BREEDING VALUE ESTIMATION IN PIG

M. Wolfová, J. Wolf

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

ABSTRACT: An overview of the state of art in applying multitrait animal models in pig breeding in different European states (Austria, Czech Republic, Denmark, France, Slovakia, Sweden, Switzerland, Norway, federal states Bavaria, North Rhine-Westphalia and Saxony of Germany) and Canada is given. Traits and models used for genetic evaluation differ considerably between states. A typical example for differently defined traits is the proportion of lean meat in carcass, which is calculated from different measures and/or carcass parts and makes a comparison among states very difficult. Seasons range from one to six months in length and are used in different combinations with the effects year and herd in the models. In all states repeatability models are used for reproduction traits, in Czech Republic and Slovakia the first litter is considered as a separate trait. A random litter effect is included nearly in all states in production trait models, similarly the random permanent sow effect is an essential part of reproduction trait models. In most states production and reproduction traits are evaluated separately, in Czech Republic and Slovakia they are evaluated jointly in one run. The number of traits included in the total breeding value ranges from 2 to 7, where separate total breeding values for production traits and for reproduction traits are often defined.

Keywords: pig; genetic evaluation; multitrait animal model

ABSTRAKT: V práci je podán přehled současného stavu aplikace víceznakového animal modelu ve šlechtění prasat v Kanadě a různých evropských státech (Rakousko, Česká republika, Dánsko, Francie, Slovensko, Švédsko, Norsko, spolkové země Německa Bavorsko, Severní Porýní-Vestfálsko a Sasko). Znaky a modely používané pro genetické hodnocení zvířat se v jednotlivých státech od sebe značně liší. Typickým příkladem různě definovaného znaku je podíl libového masa v jatečném těle. Tento podíl je počítán na základě měření nebo vážení různých částí jatečného těla, což ztěžuje srovnávání mezi státy. Sezóna, užívaná v modelech jako efekt, má délku jednoho až šesti měsíců a různě se kombinuje s efektem roku a stáda. Pro reprodukční znaky jsou používány ve všech státech modely s opakováním, v České republice a na Slovensku je první vrh hodnocen jako samostatný znak. Téměř všechny státy zahrnují do modelů pro produkční znaky náhodný efekt vrhu a pro reprodukční znaky náhodný permanentní efekt prasnice. Ve většině států jsou plemenné hodnoty pro produkční a reprodukční znaky počítány odděleně, v ČR a na Slovensku se výpočet provádí v jednom kroku. Počet znaků zahrnovaných do celkové plemenné hodnoty kolísá od 2 do 7, přičemž je často samostatně definována celková plemenná hodnota pro produkční a reprodukční znaky.

Klíčová slova: prasata; genetické hodnocení; víceznakový animal model

ÚVOD

Ve všech chovatelsky vyspělých státech se prosadil v posledních letech BLUP-animal model jako standardní metoda odhadu plemenné hodnoty u prasat. I v České republice byl zaveden začátkem roku 1998 čtyřznakový animal model pro produkční znaky u čistokrevných zvířat. U mateřských plemen byl tento model začátkem roku 1999 rozšířen o dva reprodukční znaky. Metody testace, měřené znaky a použité statistické modely se

v různých státech v určitých bodech shodují a v jiných odlišují. Cílem předložené studie je poskytnout přehled o aktuálním stavu aplikace animal modelu v různých evropských státech a v Kanadě.

Základem pro vypracování této studie byly nepublikované přednášky na mezinárodním workshopu „Introduction of BLUP Animal Model in Pigs“, který se konal od 3. do 5. 9. 1998 ve VÚŽV v Praze-Uhřetěvsi. Část příspěvků je k dispozici na Internetu pod adresou <http://tzv.fal.de/prag>.

* Práce je součástí řešení projektu EP 7123 Národní agentury pro zemědělský výzkum.

I. Znaky v animal modelu a v celkové plemenné hodnotě – Traits in animal model and in aggregate breeding value

Stát ¹	Počet hodnocených znaků ²	Počet znaků v celkové plemenné hodnotě ³	
		otcovská plemena ⁴	matefská plemena ⁵
Kanada ⁶ (Brisbane <i>et al.</i> , 1998)	1 PF, 1 PF + 4 PS, 1 R	1 PF + 3 PS	1 PF + 3 PS + 1 R
Švédsko ⁷ (Hedebro-Velander, 1998)	2 PF + 3 PS + 2 FS, 2 R	1 PF + 2 PS + 2 FS	1 PF + 2 PS + 2 FS + 2 R
Dánsko ⁸ (Andersen, 1998)	2 PF + 2 PS, 2 PS, 1 FS, 2 R	2 PF + 4 PS + 1 FS	2 PF + 4 PS + 1 FS + 1 R
Francie ⁹ (Tribout <i>et al.</i> , 1998)	2 PF + 7 PS, 1 R	5 PS (Large White, Pietrain) 2 PF (Duroc)	5 PS + 1 R (Large White, Landrace) 2 PF + 1 R (Duroc)
Norsko ¹⁰ (Olsen, Tajet, 1998)	2 PF + 8 PS, 1 R	1 PF + 6 PS	1 PF + 5 PS + 1 R
Bavorsko ¹¹ (Götz, 1998)	4 PS, 1 R	3 PS	3 PS + 1 R
Severní Porýní-Vestfálsko ¹² (Tholen <i>et al.</i> , 1998)	4 PS (v přípravě ¹⁸ 3 PF + 4 PS, 3 R)	4 PS	4 PS
Sasko ¹³ (Müller <i>et al.</i> , 1998)	2 PF + 5 PS, 2 R	1 PF + 4 PS	1 PF + 4 PS
Rakousko ¹⁴ (Knapp <i>et al.</i> , 1998)	5 PS, 2 R	5 PS	5 PS
Slovensko ¹⁵ (Peškovičová <i>et al.</i> , 1998)	2 PF + 3 PS (v přípravě 2 PF + 3 PS + 2 R)	1 PF + 1 PS	1 PF + 1 PS (+ 1 R v přípravě)
Česká republika ¹⁶ (Wolf <i>et al.</i> , 1998)	2 PF + 2 PS + 2 R	1 PF + 1 PS	1 PF + 1 PS + 1 R
Švýcarsko ¹⁷ (Hofer, 1998)	7 PS, 2 R	index produkce ¹⁹ = 7 PS, index reprodukce ²⁰ = 2 R	

PF – produkční znaky z polního testu (production traits from field test)

PS – produkční znaky ze staničního testu (production traits from station test)

FS – funkční znaky ze staničního testu (functional traits from station test)

R – reprodukční znaky (reproduction traits)

¹state, ²number of traits which are jointly evaluated, ³number of traits in aggregate genotype, ⁴sire breeds, ⁵dam breeds, ⁶Canada, ⁷Sweden, ⁸Denmark, ⁹France, ¹⁰Norway, ¹¹Bavaria, ¹²North Rhine-Westphalia, ¹³Saxony, ¹⁴Austria, ¹⁵Slovakia, ¹⁶Czech Republic, ¹⁷Switzerland, ¹⁸in preparation, ¹⁹aggregate genotype of production traits, ²⁰aggregate genotype of reproduction traits

ZPŮSOBY TESTACE ZVÍŘAT A VYUŽITÍ DAT PRO ODHAD PLEMENNÉ HODNOTY

Ve všech státech, které jsou zahrnuty do předložené studie (tab. I), se provádí polní testace vlastní užítkovostí prasniček a kanečků. Testační stanice pro testaci kanečků mají z uvedených států pouze Dánsko, Norsko, Sasko a Severní Porýní-Vestfálsko. Všechny státy provádějí i staniční test na výkrmnost a jatečnou hodnotu u potomstva, sourozenců nebo polosourozenců kanců. V Dánsku se jatečná hodnota zjišťuje pouze u kanečků z testačních stanic, kteří nebyli vybráni do plemenitby. V Sasku a Severním Porýní-Vestfálsku se navíc hodnotí hybridní potomstvo kanců na komerčních jatcích. Ne všechny sledované ukazatele však slouží pro odhad plemenné hodnoty. Využití dat pro odhad plemenné hodnoty a počet současně hodnocených znaků uvádí tab. I. Komplexy znaků, které jsou hodnoceny v různých výpočtech, jsou odděleny čárkou (druhý sloupec tab. I). V Kanadě se např. počítá jednoznakový animal model pro produkční znak z polního testu, pětiznakový animal model pro produkční znaky (jeden z polního testu a čtyři ze staničního testu) a jednoznakový animal model pro reprodukční znak. Ve většině uvedených států se produkční a reprodukční znaky hodnotí samostatně, v ČR se obě skupiny znaků řeší současně, na Slovensku se tento způsob bude v krátké době rovněž aplikovat.

ZNAKY ZAHRNOVANÉ DO GENETICKÉHO HODNOCENÍ

Ve jmenovaných státech jsou stanovovány plemenné hodnoty pro tyto znaky (třídění podle užítkových komplexů):

Výkrmnost

- průměrný denní přírůstek od narození do ukončení polního testu – v průměru kolem 100 kg (všechny státy mimo Kanadu a Norsko)
- věk při ukončení testu (dosažení hmotnosti 100 kg) (Kanada, Norsko)
- průměrný denní přírůstek za testační období (cca 30–100 kg) (všechny státy kromě Kanady ve staničním testu, Dánsko, Slovensko, Česká republika i v polním testu)
- průměrný denní přírůstek od narození do 30 kg (Dánsko)
- konverze krmiva (Švédsko, Švýcarsko, Dánsko, Francie, Rakousko, Norsko, Německo)
- denní příjem krmiva (Severní Porýní-Vestfálsko).

Jatečná hodnota – měření na živých zvířatech

- výška hřbetního tuku (Kanada, Švédsko, Francie, Sasko, Slovensko, Norsko, Severní Porýní-Vestfálsko)
- podíl libového masa na základě měření tuku a svalu MLD (Dánsko, Česká republika)

- podíl hlavních masitých částí na základě měření tuku a svalu MLD (Švédsko).

Jatečná hodnota – měření na jatečném těle

- výška svalu MLD (Kanada, Severní Porýní-Vestfálsko)
- podíl nebo hmotnost libového masa nebo hlavních masitých částí z různých měření (všechny státy)
- plocha MLD na průřezu (Kanada, Severní Porýní-Vestfálsko)
- délka jatečného těla (Sasko, Švédsko)
- výtěžnost (Dánsko, Francie, Norsko).

Ukazatele kvality masa

- pH₁ (po 45 min až 1 hod.) (Švýcarsko, Bavorsko, Rakousko, Sasko)
- pH₃₀ (po 24 až 30 hod.) (Švýcarsko, Dánsko, Francie, Bavorsko)
- podíl vnitrosvalového tuku v MLD (Švýcarsko, Rakousko, Norsko)
- zbarvení masa (Bavorsko, Rakousko, Švýcarsko, Francie, Severní Porýní-Vestfálsko)
- ztráta vody okapem (Francie, Rakousko)
- vodivost (Severní Porýní-Vestfálsko).

Funkční znaky

- bodové hodnocení exteriéru (Dánsko, Švédsko)
- bodové hodnocení výskytu onemocnění osteochondritis (Švédsko).

Reprodukční znaky

- počet všech narozených selat (Kanada, Dánsko, Francie)
- počet živě narozených selat (Švédsko, Švýcarsko, Austrálie, Bavorsko, Sasko, Severní Porýní-Vestfálsko, Norsko, Česká republika, Slovensko)
- počet dochovaných selat (Rakousko)
- interval odstav-první zapuštění (Švýcarsko, Severní Porýní-Vestfálsko)
- délka mezidobí (Švédsko).

Některé uvedené znaky však mohou být v jednotlivých státech různě definovány, což znesnadňuje jejich srovnávání. Nejvýznamnější jsou rozdíly v definici podílu nebo hmotnosti libového masa v jatečném těle. Např. podíl masa vyjádřený v procentech se ve Švýcarsku určuje na základě hmotnosti kýty, pečeně a plece, v Dánsku se pro výpočet využívá výška tuku na kýtě a výška hřbetního tuku a svalu MLD apod. (tab. II). Přitom se měření výšky svalu nebo tuku provádí různými přístroji a na různých místech jatečného těla. Např. v Bavorsku se plocha MLD a plocha tuku měří mezi 13. a 14. žebrem. Výška hřbetního tuku je obvykle průměrem z měření na několika místech. Pro vyjádření množství libového masa v jatečném těle se v ČR

Stát ¹	Měřené ukazatele jatečného těla ²
Švédsko ³ (Hedebro-Velander, 1998)	podíl masa a kostí v kýtě, hmotnost masa v kýtě a MLD a podíl kýty v jatečném těle ¹¹
Dánsko ⁴ (Andersen, 1998)	výška hřbetního tuku a svalu MLD, výška tuku na kýtě ¹²
Francie ⁵ (Tribout <i>et al.</i> , 1998)	hmotnost kýty, pečeně a hřbetního tuku ¹³
Bavorsko ⁶ (Götz, 1998)	plocha svalu MLD a plocha a výška tuku ¹⁴
Severní Porýní-Vestfálsko ⁷ (Tholen <i>et al.</i> , 1998)	plocha svalu MLD a plocha a výška tuku
Sasko ⁸ (Müller <i>et al.</i> , 1998)	plocha svalu MLD a tuku ¹⁵
Rakousko ⁹ (Knapp <i>et al.</i> , 1998)	hmotnost kýty, pečeně a krkovičky ¹⁶
Švýcarsko ¹⁰ (Hofer, 1998)	hmotnost kýty, pečeně a plece ¹⁷

¹state, ²carcass parts, ³Sweden, ⁴Denmark, ⁵France, ⁶Bavaria, ⁷North Rhine-Westphalia, ⁸Saxony, ⁹Austria, ¹⁰Switzerland, ¹¹lean meat and bones content in ham, lean meat weight of ham and MLD, proportion of ham in carcass, ¹²backfat thickness, thickness of MLD, fat thickness in ham, ¹³weight of ham, loin and backfat, ¹⁴area of MLD and backfat, backfat thickness, ¹⁵area of MLD and backfat, ¹⁶ham, loin and neck weight, ¹⁷weight of loin, ham and shoulder

a na Slovensku užívá hmotnost hlavních masitých částí, tj. kýty, pečeně, plece a krkovičky, v Kanadě jako jeden znak pouze hmotnost masa v pečení a jako druhý hmotnost masa v pečení, kýtě a pleci.

MODELY PRO ODHADY PLEMENNÝCH HODNOT

Ve všech státech se používají víceznakové, případně jednoznakové BLUP-animal modely. V jednotlivých státech nejsou do modelu pro stejný znak zahrnuty vždy stejné efekty. Všechny modely obsahují efekty roku, sezony a stáda (resp. stanice nebo skupiny zvířat). Tyto tři efekty jsou v modelu samostatně nebo v různých kombinacích obvykle jako pevné, přičemž sezona má délku jednoho až šesti měsíců. Kombinace stádo-rok-sezona se používá např. ve Švédsku, v Dánsku a ve Francii jako pevný efekt a na Slovensku a v České republice (pouze u reprodukčních znaků) jako náhodný efekt. U produkčních znaků se používá v ČR efekt rok-sezona jako pevný efekt a efekt stáda nebo stáda původu (při staničním testu) jako náhodný efekt.

Dále je u produkčních znaků vždy pevný efekt pohlaví a s výjimkou Sasko a Švédska náhodný efekt vrhu, u reprodukce náhodný permanentní efekt prasnice, pevný efekt pořadí vrhu a typu připravení a s výjimkou Bavorska a Švédska i věk při oprášení nebo věk při prvním oprášení a délka mezidobí jako doprovodná proměnná. Často se aplikuje také kvadratická a někdy i kubická regrese (Švýcarsko, Dánsko, Česká republika, Slovensko). U znaků jatečné hodnoty je vždy hmotnost jako doprovodná proměnná, tzn., že naměřené údaje jsou opraveny na stejnou jatečnou nebo živou hmotnost. U kvality masa je zahrnut pevný nebo náhodný efekt dne porážky. Další efekty v modelu jsou specifické podle podmínek testace toho kterého státu. K těmto efektům patří typ krmení (Česká republika), typ vrhu (čistokrevný nebo hybridní – Sasko, Bavorsko), plemeno (ČR, Severní Porýní-Vestfálsko), technik (Kanada) a u reprodukce plemeno připraveného kance.

Diskutabilními efekty zůstávají genetické skupiny (v případě, že rodiče nejsou známí), dosud obsažené

v modelech jen ve Francii, Bavorsku a Severním Porýní-Vestfálsku, a efekt hmotnosti na konci polního testu na znaky přírůstek nebo věk. Většina států tento efekt nezohledňuje. V Kanadě a ve Francii provádějí korekci na konečnou hmotnost, v Dánsku i na počáteční hmotnost. Ve staničním testu se provádí větší počet vážení, korekce na stejnou hmotnost lze proto bez problémů provést individuálně lineární interpolací, v polním testu je však k dispozici pouze jedno zjišťování hmotnosti, korekce je proto problematická.

Plemenné hodnoty pro jednotlivé znaky jsou vztahovány v jednotlivých státech na různou bázi. Např. v Sasku jsou plemenné hodnoty kanců vyjadřovány jako odchylky od průměru plemenných hodnot kanců posledních tří ročníků, v Bavorsku se báze permanentně posouvá (klouzavé báze), u nás je v současnosti vztahnou hodnotou průměr plemenných hodnot zvířat narozených v roce 1995 (pevná báze). Volba pevné báze má tu výhodu, že při přechodu z jednoho roku do druhého nedochází k prudkým změnám plemenných hodnot a genetický vývoj v čase lze přímo sledovat.

CELKOVÁ PLEMENNÁ HODNOTA

Pro definici šlechtitelského cíle se ve většině států používá celková plemenná hodnota (označována také jako agregovaný genotyp nebo selekční index), která je lineární kombinací plemenných hodnot jednotlivých znaků (součet určitých plemenných hodnot vynásobených ekonomickými koeficienty). Výše, ale i relace ekonomických koeficientů se v jednotlivých státech často výrazně odlišují, což je dáno nejen odlišným systémem oceňování jatečných zvířat a různými relacemi cen vepřového masa a nákladů na jeho výrobu, ale i dosaženou úrovní jednotlivých znaků. V současnosti je ve státech, které dosahují vysokého podílu libového masa (Dánsko, Kanada), zřetelný pokles hodnoty ekonomických koeficientů pro podíl libového masa ve prospěch znaků kvality masa. Rovněž ekonomická váha pro konverzi krmiva byla snížena (Severní Porýní-Vestfálsko) nebo byl tento znak z celkové plemenné hodnoty u otcovských

Státy ¹	Znaky v celkové plemenné hodnotě ^{*.2}
Kanada ³ (Brisbane <i>et al.</i> , 1998)	AGE100; LM, FCR, plocha MLD ¹⁵ ; NBT
Švédsko ⁴ (Hedebro-Velander, 1998)	ADGF; LM, FCR, ADGS, tloušťka bočního tuku ¹⁶ , exteriér ¹⁷ , výskyt osteochondritidy ¹⁸ ; NBA, mezidobí ¹⁹
Dánsko ⁵ (Andersen, 1998)	ADGF 0–30 kg, ADGF 30–100 kg; LM, FCR, exteriér, pH ₃₀ , výtěžnost ²⁰ ; NBT
Francie ⁶ (Tribout <i>et al.</i> , 1998)	Large White, Landrace: ADGS, FCR, výtěžnost, LM, index kvality masa ²¹ ; NBT Duroc: AGE100, výška hřbetního tuku ²²
Norsko ⁷ (Olsen, Tajet, 1998)	AGE100; FCR, LM, výtěžnost, vnitrosvalový tuk ²³ , kvalita šunky ²⁴ ; NBA
Bavorsko ⁸ (Götz, 1998)	ADGS, LM, index kvality masa, FCR; NBA
Severní Porýní-Vestfálsko ⁹ (Tholen <i>et al.</i> , 1998)	ADGS, FCR, LM, vodivost ²⁵
Sasko ¹⁰ (Müller <i>et al.</i> , 1998)	ADGF; FCR, LM, délka jatečného těla ²⁶ , pH ₁
Rakousko ¹¹ (Knap <i>et al.</i> , 1998)	ADGS, FCR, LM, vnitrosvalový tuk, index kvality masa
Slovensko ¹² (Peškovičová <i>et al.</i> , 1998)	ADGF; podíl HMC ²⁷
Česká republika ¹³ (Wolf <i>et al.</i> , 1998)	ADGF; hmotnost HMC ²⁸ ; NBA2+
Švýcarsko ¹⁴ (Hofer, 1998)	index produkce ²⁹ : ADGS, FCR, podíl HMC, vnitrosvalový tuk, pH ₁ , pH ₃₀ , barva masa ³⁰ index reprodukce ³¹ : NBA, interval odstav–připučení ³²

* Pořadí znaků: znaky z polního testu (chybí v některých státech); znaky ze staničního testu; znaky reprodukce (order of traits: traits from field test/several states without field test traits/; traits from station test; reproduction traits)
AGE100 – věk ve 100 kg hmotnosti (age at 100 kg live weight), ADGF – přírůstek v polním testu (average daily gain in field test), ADGS – přírůstek ve staničním testu (average daily gain in station test), FCR – konverze krmiva (feed conversion ratio), HMC – hlavní masité části (valuable cuts), LM – podíl libového masa (lean meat content), NBA – počet živě narozených selat (number of piglets born alive), NBA2+ – počet živě narozených selat v druhém a v dalších vrzích (number of piglets born alive for second and higher parities), NBT – počet všech narozených selat (total number of piglets born)

¹state, ²traits in aggregate genotype, ³Canada, ⁴Sweden, ⁵Denmark, ⁶France, ⁷Norway, ⁸Bavaria, ⁹North Rhine-Westphalia, ¹⁰Saxony, ¹¹Austria, ¹²Slovakia, ¹³Czech Republic, ¹⁴Switzerland, ¹⁵area of MLD, ¹⁶side fat thickness, ¹⁷conformation score, ¹⁸scoring of osteochondrosis, ¹⁹farrowing interval, ²⁰dressing percentage or slaughter loss, ²¹meat quality index, ²²backfat thickness, ²³intramuscular fat, ²⁴quality of ham, ²⁵conductivity, ²⁶carcass length, ²⁷proportion of valuable cuts, ²⁸weight of valuable cuts, ²⁹aggregate genotype of production traits, ³⁰meat colour, ³¹aggregate genotype of reproduction traits, ³²interval from weaning to first mating (oestrus) after first litter

linií zcela vypuštěn (Bavorsko), protože bylo zjištěno, že selekce na nízkou konverzi krmiva ovlivňuje negativně příjem krmiva.

Pro výpočet celkové plemenné hodnoty jsou většími použity pouze vybrané znaky. Např. Sasko odhaduje plemennou hodnotu pro sedm znaků, Francie pro deset znaků, do celkové plemenné hodnoty však tyto státy zahrnují jen pět, resp. šest znaků (tab. I). V České republice se stanovují plemenné hodnoty u mateřských plemen pro šest znaků a celková plemenná hodnota obsahuje tři znaky. V celkové plemenné hodnotě otcovských plemen nejsou zahrnuty znaky reprodukce. Z uvedených států pouze Švýcarsko nerozlišuje speciální otcovské a mateřské linie. Znaky zahrnuté do celkového hodnocení plemenných zvířat mateřských plemen v jednotlivých státech jsou uvedeny v tab. III.

Celková plemenná hodnota je vyjadřována buď v absolutních hodnotách (tj. v peněžních jednotkách – např. Kanada, Slovensko, Česká republika), nebo v relativních číslech (např. ve Švýcarsku jsou indexy standardizovány na průměr 100 a směrodatnou odchylku 20).

ZÁVĚR

Pro selekci plemenných prasat v jednotlivých státech se používají různé znaky a někdy je stejně označený znak různě definován (např. podíl libového masa).

Plemenné hodnoty zvířat jsou odhadovány podle různých modelů a vztahovány na rozdílné báze, a proto nejsou navzájem porovnatelné. Nejméně srovnatelná je pak celková plemenná hodnota, která v jednotlivých státech zahrnuje rozdílný počet často odlišných znaků. K této skutečnosti je nutné přihlížet při srovnávání plemenného materiálu z dovozu. Plemennou hodnotu dovezených kanců je možné odpovědně porovnat s domácími zvířaty pouze po vyhodnocení testu potomstva těchto kanců v domácích podmínkách.

Standardní metodou v odhadu plemenné hodnoty je v současnosti BLUP-animal model. Zavedením odhadu plemenné hodnoty prasat šestiznakovým BLUP-animal modelem se Česká republika dostala metodicky na úroveň srovnatelnou s jinými vyspělými evropskými státy. Avšak přestože odhad plemenné hodnoty už rutinně běží pro řadu znaků, zůstává nevyřešena celá řada teoretických problémů, především při sestavování modelů pro jednotlivé znaky, zejména znaky reprodukce a kvality masa. Zde tedy zůstává i nadále velký prostor pro další výzkum.

LITERATURA

Andersen S. (1998): Status Report: The National Danish Pig Breeding Program. Praha (nepublikováno).

- Brisbane J., Sullivan B., Chesnais J. (1998): Status Report: The Canadian Swine Improvement Program (CSIP). Praha (nepublikováno).
- Götz K. U. (1998): Status Report: State of Bavaria, Germany. Praha (nepublikováno).
- Hedebro-Velander I. (1998): Status Report: Breeding Evaluation at Scan Genetics Sweden. Praha (nepublikováno).
- Hofer A. (1998): Status Report: Genetic Evaluation in the Swiss National Breeding Program. Praha (nepublikováno).
- Knapp P., Draxl C., Schirmbeck H., Willam A. (1998): Status Report: Austria. Praha (nepublikováno).
- Müller U., Bergfeld U., Fischer R. (1998): Status Report: Saxony. Praha (nepublikováno).
- Olsen D., Tajet H. (1998): Status Report: The Breeding Program in Norsvin. Praha (nepublikováno).
- Peškovičová D., Kumičik M., Groeneveld E. (1998): Status Report: Genetic Evaluation of Pigs in the Slovak Republic. Praha (nepublikováno).
- Tholen E., Stork F. J., Trappmann W., Schellander K. (1998): Status Report: Herdbook Pig Breeding Societies in North-Rhine-Vestfalia (Germany). Praha (nepublikováno).
- Tribout T., Maignel L., Bidanel J. P. (1998): Status Report: National Genetic Evaluation of Pigs in France. Praha (nepublikováno).
- Wolf J., Groeneveld E., Wolfová M., Jelínková V., Pražák Č. (1998): Status Report: Genetic Evaluation of Pigs in the Czech Republic. Praha (nepublikováno).

Došlo 8. 3. 1999

Přijato k publikování 17. 8. 1999

Kontaktní adresa:

Ing. Marie Wolfová, Výzkumný ústav živočišné výroby, P. O. Box 1, 104 01 Praha-Uhřetěves, Česká republika, tel.: 02/67 71 07 78, fax: 02/67 71 07 79, e-mail: wolfova@vuzv.cz

Adámková-Stibranyiová I., Adámek Z., Šútovský I.: A comparative study on the induced spawning in female loach (<i>Misgurnus fossilis</i>) by means of single and double pituitary injection technique Srovnávací studie indukovaného výtěru u samic piskofe pruhovaného (<i>Misgurnus fossilis</i>) prostřednictvím jedno- a dvoudávkové injekce	403
Angelov A., Banskalieva V.: Content of some plasma metabolites and lipid composition of pancreas in early post-natal growth of lambs – effect of age and linoleic acid Obsah některých metabolitů v krevní plazmě a složení lipidů pankreatu během časného postnatálního růstu jehňat – vliv věku a kyseliny linolové	497
Asefa Asmare A., Kováč G., Reichel P., Šeuroková E.: Serum LDH isoenzymes activity and other constituents to predict liver damage in dairy cows Sérová aktivita LDH izoenzymů a jiných parametrů z pohledu odhadu poškození pečene u dojnic	5
Bouška J., Štípková M., Bartoň L., Jirmásek M.: Odhad genetických parametrů pro znaky lineárního popisu a hodnocení zevnějšku českého strakatého skotu Genetic parameter estimates for linearly described traits and conformation evaluation of Czech Pied cattle	289
Čeřovský J., Hudeček V., Rozkot M., Herčík Z.: Effect of heterospermic insemination of hybrid sows on the farrowing rate and the litter size Vliv heterospermní inseminace hybridních prasnic na jejich zabřezávání a počet narozených selat.	13
Domačinović M., Senčić D., Antunović Z.: Micronized cereals in chicken fattening Použití mikronizovaných obilnin ve výkrmu kuřat.	225
Dušinský R., Schröffel J., Říha J., Landa V., Glasnák V., Simon M.: Segregation of blood groups in progeny of chimeric bulls born after transfer of aggregates constructed from 1/16-blastomeres of different genetic origin Segregácia krvných skupín v potomstve chimerických býkov narodených po prenose agregátov vytvorených z 1/16-blastomér rôzneho genetického pôvodu	1
Elgerwi A., Bireš J.: Distribution of minerals in organs of sheep after intoxication with copper from industrial emissions Distribúcia minerálií v orgánoch oviec po intoxikácii meďou z priemyselnej emisie	487
Fořt M., Novák J., Žáková I., Chaloupková H.: Optimální délka výkrmu roasterových kohoutů The optimum length of roaster cock fattening	229
Fučíková A., Papešová L., Konečná A., Hodina T.: Ověření vlivu zvýšených dávek vitamínu E na užitkové a hematologické ukazatele u brojlerů The influence of increased doses of vitamin E on production and hematological parameters in broilers	397
Gjurčević-Kantura V., Mikulec K., Zobundžija M., Sušić V., Mihelić D., Mikulec Ž., Vučemilo M.: Histometabolic properties of some skeletal muscles in crossbred lambs of Croatian dairy sheep Histometabolické vlastnosti vybraných kosterních svalů u jehňat-kříženců chorvatských mléčných plemen ovcí	463
Gładysz A., Krejčí P., Šimůnek J., Tománek M., Polkowska J.: The long-term effect of protein malnutrition on concentrations of growth hormone and insulin-like growth factor-I in female lambs Dlouhodobý vliv nízkoproteinové diety na hladinu růstového hormonu u jehnic	535
Groeneveld E., Peškovičová D.: Simultaneous estimation of the covariance structure of field and station test traits in Slovakian pig populations Simultánny odhad kovariančnej štruktúry ukazovateľov meraných v poľnom a staničnom teste ošípaných na Slovensku	145
Halaj M., Halaj P., Valášek F., Moravčík F., Melen M.: Vplyv prídavku syntetických farbív do krmiva na sfarbenie žltka slepačích vajec The effect of synthetic pigment addition to feed on the color of hen egg yolk	187
Hamanová K., Glasnák V., Schröffelová D., Majzlík I.: Characterisation of the Czech Cold Blood Horse Silesian Noriker by microsatellites, protein polymorphisms and blood groups Charakterizace českého chladnokrevného koně slezský norik pomocí mikrosatelitů, polymorfismu proteinů a krevních skupin	457

Horbańczuk J. O., Sales J., Celeda I., Zięba G.: Effect of relative humidity on the hatchability of ostrich (<i>Struthio camelus</i>) eggs Vliv relativní vlhkosti na líhivost vajec pštrosa (<i>Struthio camelus</i>)	303
Chrappa V., Sabo V.: Skrmovanie múčok z mušich lariev a kukiel u tilapie nílskej (<i>Oreochromis niloticus</i>) Feeding meals of housefly larvae and pupae to the Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	81
Chrenek P., Petrovičová I., Rafay J., Bulla J.: Superovulation and recovery of zygotes suitable for double-microinjection in three rabbit populations Superovulácia a získavanie zygot vhodných pre účely dvojnásobnej mikroinjekcie v troch populáciách králikov	471
Ivan M., Rusihan M., Alimon A. R., Hair-Bejo M., Jelani Z. A., Jalaludin S.: The efficacy of dietary supplements of bentonite and sulphur plus molybdenum to alleviate chronic copper toxicity in sheep fed palm kernel cake Vplyv prídavkov bentonitu, síry a molybdénu do krmiva na zníženie chronickej toxicity meďou u oviec kŕmených palmojadrovými výliskami	125
Jalč D., Baran M., Siroka P.: Use of grain amaranth (<i>Amaranthus hypochondriacus</i>) for feed and its effect on rumen fermentation <i>in vitro</i> Využitie amarantových zŕn (<i>Amaranthus hypochondriacus</i>) ako krmiva a ich vplyv na bachorovú fermentáciu <i>in vitro</i>	163
Janik K., Patkowska-Sokola B., Kiec W.: A histological study of greying of Wrzosówka lambs Histologická studie šednutí srsti u jehňat plemene Wrzosówka	249
Jelínek J., Krys J., Teplý V.: Present possibilities of objectified electronic measurement of equine locomotive potential in the Czech Republic Současné možnosti objektivního měření pohybového potenciálu koní v České republice	295
Kaštel R., Tučková M., Bartík M.: Účinek inhibitorů proteáz v sóji na aktivitu chymotrypsinu v tenkom čreve hospodárskych zvierat The effect of soya protease inhibitors on the activity of chymotrypsin in small intestine of farm animals	151
Kica J., Polák P., Huba J., Kmeť J., Sakowski T., Sloniewski K.: Porovnanie mäsovej úžitkovosti býčkov slovenského strakatého plemena po rôznych plemenníkoch Comparison of beef yield in young bulls of Slovakian Pied breed after various sires	201
Kishk W. H., Awad M. M., El-Gohary A., Osman A. A., Amin A. A.: The effect of clinical mastitis infection on productive and reproductive traits in Holstein-Friesian cows under Egyptian conditions Vliv infekce klinické mastitidy na produkční a reprodukční znaky holštýnsko-fríských dojníc v podmínkách Egypta ..	529
Kleinová I., Ingr I.: Vývoj hodnot pH a elektrické vodivosti ve vepřovém mase v průběhu zrání Dynamics of pH and electric conductivity values in <i>longissimus</i> and <i>semimembranosus</i> muscles of pigs	551
Kończak R., Bodak E., Dobrzański Z., Patkowska-Sokoła B.: Trace elements in the wool of Polish merino sheep grazed in polluted and unpolluted environment Výskyt stopových prvků v rounu ovčí plemene polské merino pasoucích se ve znečištěném, resp. neznečištěném prostředí ..	509
Kolman H., Kolman R., Siwicki A. K.: Influence of bacterial antigens on specific and non-specific immune response in bester (<i>Huso huso</i> L. x <i>Acipenser ruthenus</i> L.) fry F ₃ Vliv bakteriálních antigenů na specifickou a nespecifickou reakci u plůdku bestěra, hybrida F ₃ generace <i>Huso huso</i> L. x <i>Acipenser ruthenus</i> L.	255
Kolman R., Krylova V. D., Szczepkowska B., Szczepkowski M.: Meristic studies of Siberian sturgeon (<i>Acipenser baeri</i> Brandt) and its crosses with green sturgeon (<i>Acipenser medirostris</i> Ayres) Meristické studium jesetera sibiřského (<i>Acipenser baeri</i> Brandt) a jeho hybridů s jeseterem zeleným (<i>Acipenser medirostris</i> Ayres)	97
Komprda T., Zelenka J., Tieffová P., Štohandlová M., Foltýn J.: Effect of the composition of commercial feed mixture on total lipid, cholesterol and fatty acids content in broiler chicken meat Vliv složení komerční krmné směsi na obsah celkových lipidů, cholesterolu a mastných kyselin v mase kuřecích brojlerů ..	179
Kouřil J., Hamáčková J.: Artificial propagation of European perch (<i>Perca fluviatilis</i> L.) by means of a GnRH analogue Umělý výtěr okouna říčního (<i>Perca fluviatilis</i> L.) pomocí analogu GnRH	309

Kováč L., Flak P., Vagač G., Vician M.: Porovnanie vplyvu výživnej hodnoty kŕmnych zmesí a porážkovej hmotnosti na ukazovatele výkrmnosti, jatočnej hodnoty a kvality mäsa u ošípaných bieleho mäsového plemena Comparison of dietary nutritive value and slaughter weight effects on traits of fattening, carcass quality and meat quality in pigs of White Meat breed	219
Kráčmar S., Gajdúšek S., Jelínek P., Zeman L., Kozel V., Kozlová M., Kráčmarová E.: Changes in amino acid composition of goat's colostrum during the first 72 hours after birth Změny aminokyselínového složení mleziva koz v průběhu prvních 72 hodin po porodu	541
Krajničáková M., Bekeová E., Valocký I.: Koncentrácie sodíka, draslíka, vápnika a fosforu v krvnom sére po ošetroaní oviec v puerperálnom období Sodium, potassium, calcium, and phosphorus concentrations in blood serum after the treatment of ewes in puerperium	25
Kralík G., Kušec G., Scitovskí R., Škrtič Z., Petričević A.: Growth and carcass quality of broilers Růst a kvalita jatečného trupu u brojlerů	233
Kroupová V., Trávníček J., Kursa J., Kratochvíl P., Krabačová I.: Obsah jodu ve vaječném žloutku při jeho nadměrném příjmu nosnicemi Iodine content in egg yolk during its excessive intake by laying hens	369
Krška P., Bahelka I., Demo P., Lukáčová A.: The influence of genotype and growth rate on carcass composition and meat quality of pigs Vplyv genotypu a intenzity rastu na jatočnú hodnotu a kvalitu mäsa ošípaných	49
Křenková L., Kuciel J., Urban T.: Association of the <i>RYRI</i> , <i>GH</i> , <i>LEP</i> and <i>TF</i> genes with carcass and meat quality traits in pigs Asociace genů <i>RYRI</i> , <i>GH</i> , <i>LEP</i> a <i>TF</i> s produkcí a kvalitou masa prasat	481
Kučera J., Hyánek J., Mikšík J., Čermák V.: Vliv období otelení na mléčnou užitkovost dojníc českého strakatého skotu The influence of the season of parturition on milk performance in the Czech Pied cattle	343
Kuchtík J., Chládek G., Koutník V., Hošek M.: Efekt přídatku selenu a zinku při polointenzivním výkrmu jehňat na vybrané ukazatele masné užitkovosti Effect of selenium and zinc supplementation on some parameters of meat performance at semi-intensive fattening of lambs	415
Kumprecht I., Zobač P.: The effect of mannan-oligosaccharides and <i>Enterococcus faecium</i> M-74 bacteria in diets with different protein levels on broiler performance Vliv oligosacharidů mannanů a bakterií <i>Enterococcus faecium</i> M-74 ve směsích s různou hladinou N-látek na užitkovost brojlerů	73
Kunc P., Knížková I., Koubková M.: Vliv dojení s různým podtlakem a strukovými návlečkami různého tvaru na změnu teploty povrchu struku The influence of milking with different vacuum and different design of liner on the change of teat surface temperature	131
Lorek M.O., Gugolek A., Rotkiewicz T., Podbielski M.: Pelleted feed for arctic fox Použití granulovaných krmiv u rostoucích polárních lišek	503
Loučka R., Machačová E., Moravcová J., Čefovský M., Voldřich M.: Vliv komplexu celulózy, hemicelulózy a glukózaoxidázy v probioticko-enzymatickém aditivu na fermentaci vojtěšky Effect of cellulase, hemicellulase and glucose oxidase mixture in probiotic-enzymatic additive on fermentation of alfalfa	87
Marounek M., Fievez V., Mbanzamihigo L., Demeyer D., Maertens L.: Age effects on <i>in vitro</i> caecal fermentation in rabbits Vliv věku na <i>in vitro</i> fermentaci v slepém střevě králíků	157
Mattová J., Buleca J.: The effect of age and breed on selected parameters of the hematological and immunological profile of pigs Vplyv veku a plemennej príslušnosti na vybrané parametre hematologického a imunologického profilu u prasiat.	337
Mendlík J., Kumprecht I., Zobač P., Prokop V.: The effect of fatty acid calcium salts in diets for chick broilers Účinek vápenatých solí mastných kyselin ve výživě kuřecích brojlerů	351
Nišťiar F., Kováč G., Rácz O., Seidel H., Nišťiarová A.: Effects of vanadium on glucose homeostasis in diabetic and non-diabetic BB rats Vplyv vanádu na homeostázu glukózy u diabetických a nediabetických BB potkanov	547

Nová V., Louda F.: Změny hodnot tělesných rozměrů jako ukazatelů růstu býčků a jalovic plemen české strakaté a limousin a jejich kříženců Variations of body measurements as growth indicators in bullocks and heifers of Czech Pied and Limousin breeds and their crossbreds	241
Patkowska-Sokola B., Janik K.: The effect of pregnancy and lactation on micro- and macroscopic traits of wool of Merino sheep Vliv březosti a laktace na mikro- a makroskopické vlastnosti vlny merinových ovcí	475
Peškovičová D., Groeneveld E., Kumičik M., Hetényi L., Demo P.: Genetické trendy a trendy prostredia produkčných ukazovateľov ošípaných na Slovensku Genetic and environmental trends for production traits in the Slovakian pig population	447
Pierzchała M., Korwin-Kossakowska A., Zwierzchowski L., Łukaszewicz M., Zięba G., Kurył J.: <i>HaeII</i> and <i>MspI</i> polymorphism of growth hormone gene in pigs and its association with production traits Polymorfismus <i>HaeII</i> a <i>MspI</i> genu růstového hormonu u prasat a jeho vztah k produkčním znakům	441
Prokeš M., Baruš V., Peňáz M., Hamáčková J., Kouřil J.: Larval development and growth of the European Wels (<i>Silurus glanis</i>) under experimental conditions fed natural and pelleted diets Larvální vývoj a růst sumce velkého (<i>Silurus glanis</i>) v experimentálních podmínkách krmeného přirozenou a granulovanou potravou	29
Prokop V., Heger J., Kumprecht M., Klapil L.: The effect of targeted combination of additives to prestarter on nutrition parameters and performance of piglets Vliv cílené kombinace aditiv v prestartéru na nutriční ukazatele a užitkovost selat	119
Říha J., Čunát L.: Superovulation, embryo yield, quality, and embryo transfer in sheep Superovulace, zisk, kvalita a přenos embryí u ovcí	19
Říha J., Čunát L., Sedlák L., Sedláková J., McKelvey S.: Superovulation and laparoscopic embryo transfer in Mohair and Saanen goats Superovulace a laparoskopický přenos embryí u mohérových a sánských koz	61
Říha J., Frelích J., Golda J., Vaněk D., Jakubec V., Kamlerová Š., Bjelka M.: Vliv dárkyň a otců embryí na výsledky superovulace a přenosů embryí The effect of embryo donors and fathers on the results of superovulation and embryo transfer	207
Sales J.: Influence of animal age on the quality of different ostrich (<i>Struthio camelus</i>) muscles Vliv věku zvířete na kvalitu jednotlivých svalů u pštrosa (<i>Struthio camelus</i>)	365
Senčič D., Antunović Z., Perković A.: Expression of Large White young boars fattening in a performance test Hodnocení kanečků plemene bílé ušlechtilé vykrmovaných v testu užitkovosti	55
Simeonovová J., Ingrl, Jelínková D., Božek R., Míka O.: Absorpce vody při dvou způsobech chlazení jatečně opracovaných kuřat Water absorption at two processes of broiler chilling	93
Stádník L., Louda F.: Vliv genetických parametrů býků zjišťovaných ve Francii na užitkovost a reprodukci dcer dovezených a otelených v České republice The effect of genetic parameters of sire in France on the performance and reproduction of daughters imported to the Czech Republic and calving here	433
Stádník L., Louda F., Dvořák P., Šeba K., Řehounek V.: The results of breeding measures within the population of Charolais cattle in the Czech Republic in 1991–1997 Výsledky šlechtitelského pokroku v populaci charolaiského skotu v České republice v letech 1991–1997	389
Stráňai I.: Nález prirodzeného hybridu <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) x <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758) The find of a natural hybrid of <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) x <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	515
Stráňai I.: Plodnosť <i>Neogobius kessleri</i> (Günter 1861) zo slovenského úseku Dunaja Fertility of <i>Neogobius kessleri</i> (Günter 1861) from the Slovak part of the Danube river	215
Suchý P., Straková E., Hrubý A.: Dynamika změn cholesterolu v krevní plazmě slepic v průběhu snáškového období Variations in cholesterol concentrations in the blood plasma of hens throughout the laying period	109

Svetlanská M., Sommer A., Petrikovič P., Boroš V.:	
Vplyv skrmovania mliečnych fermentovaných produktov na spotrebu živín u teliat do veku 90 dní	
The effect of feeding lactic fermented products on nutrient consumption in calves until 90 days of age	113
Šubrt J., Frelich J., Polách P., Voříšková J.:	
Analýza kvality jatečného tela synů plemenných býků masných plemen	
Analysis of carcass quality in sons of breeding bulls of meat breeds	39
Šutiaková I., Bekeová E., Štiak V.:	
The influence of chlorine on the activities of lactate dehydrogenase and its isoenzymes in plasma of lambs	
Vplyv chlóru na aktivitu laktádehydrogenázy a jej izoenzymov v krvnej plazme jahniat	103
Tománková O., Homolka P.:	
Predikce střevní stravitelnosti proteinu nedegradovaného v bacheru kombinovanou enzymatickou metodou	
Prediction of intestinal digestibility of protein undegradable in rumen by a combined enzymatic method	323
Třináctý J., Schmeiserová L., Suchý P.:	
Passage and retaining of plastic particles in digestive tract of dry cows	
Pasáž a zdržení plastických částic v trávicím traktu zaprahých dojnic	263
Třináctý J., Šimek M., Zeman L., Vrzalová D.:	
Evaluation of calcium, phosphorus, energy and protein intake in fattened bulls	
Hodnocení příjmu vápníku, fosforu, energie a proteinu u vykrmovaných býků	317
Tůmová E., Pavlásek I., Skřivan M., Ledvinka Z.:	
Vliv experimentální kryptosporidiové nákazy na užitkovost brojlerových kuřat	
Effects of experimental <i>Cryptosporidium</i> infection on broiler chick performance	69
Turek P., Kováč G., Korimová L., Máté D., Mudroň P.:	
Vplyv obsahu vitamínu E v křmnej dávke na stabilitu tukovej zložky bravčového mäsa	
Influence of dietary vitamin E content on the stability of pork fat	361
Vaculová K., Heger J., Macháň F.:	
Hospodářské aspekty zkrmování zrna bezpluchého ovsa	
Economic aspects of feeding hull-less oat grain	169
Wolf J., Groeneveld E., Wolfová M., Jelínková V.:	
Estimation of genetic parameters for litter traits in Czech pig populations using a multitrait animal model	
Odhad genetických parametrů velikosti vrhu v českých populacích prasat použitím víceznakového animal modelu	193
Zelenka J.:	
Effects of sex and age upon utilization of zinc in chickens	
Vliv pohlaví a věku na využití zinku u kuřat	269
Zobač P., Kumprecht I.:	
The effect of enzyme preparation with mostly proteolytic activity in mixtures for early weaning of piglets with different protein levels on indicators of growth and nutrient digestibility	
Vliv enzymového preparátu s převážující proteolytickou aktivitou ve směsích pro časný odstav selat, s různou hladinou N-látek, na ukazatele růstu a stravitelnost živin	409
Zwolińska-Bartczak I., Żuk B., Pawlina E.:	
Analysis of milk characteristics of cows and their daughters	
Analýza vlastností mléka dojníc a jejich dcer	385
INFORMACE – STUDIE – ZPRÁVY – INFORMATION – STUDIES – REPORTS	
Baruš V., Moravec F., Prokeš M.:	
Anguillicolosis of the European eel (<i>Anguilla anguilla</i>) in the Czech Republic	
Anguillikolóza úhoře říčního (<i>Anguilla anguilla</i>) v České republice	423
Blatný P., Kvasnička F.:	
Využití kapilární elektroforézy v analýze krmiv	
Use of capillary electrophoresis for feed analysis	277
Nys Y.:	
Nutritional factors affecting eggshell quality	
Nutriční faktory ovlivňující kvalitu skořápky	135
Příbyl J., Milerski M., Příbylová J., Mareš V., Pinďák A.:	
Selection of the terminal sire and dam breeds of sheep and its impact in commercial crossbreeding	
Šlechtění výchozích otcovských a mateřských plemen ovčí a jeho dopad v užitkovém křížení	523
Szwaczkowski T.:	
Nonadditive and maternal genetic variance estimation	
Vyhodnocení genetické neaditivní a maternální variance	329

Wolf J., Wolfová M.:	
Which model to choose for genetic evaluation of production traits in pig?	
Který model zvolit pro genetické hodnocení produkčních znaků u prasat?	377
Wolfová M., Wolf J.:	
Současný mezinárodní stav odhadu plemenné hodnoty prasat	
Recent state of breeding value estimation in pig.	555
KRÁTKÉ SDĚLENÍ – SHORT COMMUNICATION	
Sales J., Horbanczuk J.:	
Cold-shortening in different ostrich muscles	
Chladové zkracování jednotlivých svalů u pštrosa.	273
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Jílek F., Rozinek J.:	
70 let prof. MVDr. Vladimíra Komárka, Drsc.	432
Süvegová K., Mertin D.:	
Mezinárodní vědecká konference v Polsku.	546
Wolfová M., Wolf J.:	
Konference Kontrola užítkovosti a odhad plemenné hodnoty ve šlechtění prasat, Halle, Německo, prosinec 1998	
The conference Efficiency Recording and Breeding Value Estimates in Pig Breeding, Halle, Germany, December 1998	239

SUBJECT INDEX

- Acetic value**
 – stability of pork fat; vitamin E; effect 361
- Acipenser ruthenus* L.**
 – bester *Huso huso* L. x *Acipenser ruthenus* L.; F₃ generation;
 bacterial antigens; immune response; influence of antigens 255
- Aeromonas salmonicida***
 – antigen; immune response; fry; bester *Huso huso* L. x *Acipenser
 ruthenus* L.; F₃ generation; influence of antigens 255
- Age**
 – effect of age
 – caecum; fermentation; rabbit 157
 – hematological and immunological profile; pig 337
 – pancreas; blood plasma; metabolites; lipids; early postnatal
 growth; lamb 497
 – quality of muscles; ostrich 365
 – utilization of Zn; allometry of growth; chicken 269
- Allometry**
 – allometric equation; growth; carcass quality; broiler chicken 233
 – allometry of growth; utilization of Zn; effects of sex and age;
 chicken 269
- Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*)**
 – amaranth grains; feedstuffs; barley substitution; rumen
 fermentation *in vitro*; artificial rumen; effect on rumen
 fermentation 163
- Amino acids**
 – colostrum; amino acid composition; changes; first 72 hours
 after birth; goat 541
- Anguillicola crassus***
 – European eel; anguillicolosis; infection; biology; mortality 423
- Animal model**
 – multitrait a. m.
 – genetic evaluation; production traits; pig 377
 – genetic parameters; litter size; pig breeds; CR 193
 – genetic trend; environmental trend; production traits; pig
 breeds 447
 – recent state of breeding value estimation; different European
 states; Canada; pig breeds; production and reproduction traits 555
 – production traits; livestock; genetic effects; maternal effects 329
- Arctic fox**
 – growth; pellets; pelt; health 503
- Artificial insemination (AI)**
 – heterospermic AI; hybrid sow; pregnancy; litter size; effect of
 AI 13
 – Charolais breed; breeding measures; results; period 1991–1997 389
- Asymmetric S-function**
 – growth; carcass quality; broiler chicken 233
- Bacterial antigens**
 – immune response; fry; bester *Huso huso* L. x *Acipenser
 ruthenus* L.; F₃ generation; influence of antigens 255
- Barley**
 – barley substitution; amaranth grains; feedstuffs; rumen
 fermentation *in vitro*; artificial rumen; effect on rumen
 fermentation 163
 – spring barley; nutrient and energy production; feeding value;
 comparison with the hull-less oats 169
- BB rat**
 – diabetes; vanadium; homeostasis; glucose; effect of vanadium 547
- Bentonite**
 – supplement; palm kernel cake; chronic copper toxicita; liver;
 kidney; sheep 125
- Bifidobacteria**
 – lactic fermented product; feeding; calf; nutrient consumption 113
- Birth**
 – before calving, at calving, after calving; LDH isoenzymes;
 energy metabolism disorder; liver damage; dairy cow 5
 – the first 72 hours after birth; colostrum; amino acid
 composition; changes; goat 541
- Birth weight**
 – Charolais breed; breeding measures; results; period 1991–1997;
 calf; CR 389
- Blastomere**
 – aggregated embryos transfer; different genetic origin; *in vitro*;
 chimera; cattle 1
- Blood**
 – blood groups
 – bull; chimera; progeny; segregation of b. g. 1
 – horse; Noriker; characterisation of population 457
 – blood plasma
 – cholesterol; hen; laying period 109
 – concentration of GH and IGF-I; protein restriction; long-term
 effect; lamb 535
 – LDH isoenzymes; activity; drinking water; chloration; lamb 103
 – metabolites; pancreas; early post-natal growth; effect of age
 and linoleic acid 497
 – PABA; pancreas; activity of chymotrypsin; protease
 inhibitors; soya; farm animals 151
 – blood serum
 – Na, K, Ca, P; puerperium; ewe 25
 – serum constituents; liver isoenzyme; liver damage; before
 calving, at calving, after calving; dairy cow 5
- Boar**
 – performance test; fattening traits; selection index; Large White 55
- Body measurements**
 – Charolais breed; breeding measures; results; period 1991–1997;
 CR 389
 – growth; bullocks; heifers; Czech Pied breed; Limousin;
 crossbreds 241
- Body weight**
 – Charolais breed; breeding measures; results; period 1991–1997;
 CR 389
- Breeding**
 – sheep; selection effect; terminal sire and dam breeds;
 commercial crossbreeding; economic values of traits 523
- Breeding value**
 – dairy cattle; milk performance; dam–daughter comparison 385
- Breeds**
 – cattle
 – beef breeds
 – bulls; crossbreds; Czech Pied cattle x beef breeds; carcass;
 composition and quality 39
 – Charolais
 – results of breeding measures; CR; 1991–1997 389
 – Czech Pied (C)
 – bullocks; heifers; growth; body measurements; growth rate 241
 – bulls-crosses with beef breeds; carcass; composition and
 quality 39
 – first-calvers; linearly described traits; conformation; genetic
 parameters 289
 – milk performance; season of parturition; effect 343
 – Holstein-Friesian
 – clinical mastitis; productive traits; reproductive traits;
 effect; Egypt 529

– milk performance; reproduction; import to the CR; daughters of bulls; genetic parameters of sire; France; effect of parameters	433
– Limousin	
– bullocks; heifers; growth; body measurements; growth rate	241
– Slovakian Pied	
– bulls; crossbreeds Slovakian Pied x simmentalized breeds; meat performance	201
– goat	
– Mohair; embryo transfer; pregnancy	61
– Saanen white short-horned; embryo transfer; pregnancy	61
– horse	
– Czech Cold Blood Horse Silesian Noriker; characterisation; microsatellites; protein polymorphism; blood groups	457
– pig	
– dam breeds; sire breeds; fattening ability; carcass value	49
– Landrace	
– litter size; genetic parameters; CR	193
– Large White	
– litter size; genetic parameters; CR	193
– performance test; progeny test; genetic parameters; SR	145
– performance test; selection index	55
– Přestice Black Spotted	
– litter size; genetic parameters; CR	193
– various breeds; hematological and immunological profile; effect of age and breed	337
– White Meat	
– fattening ability; carcass quality; meat quality; dietary nutritive value; slaughter weight; effects	219
– performance test; progeny test; genetic parameters; SR	145
– sheep	
– Merino	
– ewe; pregnancy; lactation; traits of wool; effect	475
– wool; trace elements; grazing; environment	509
– terminal sire and dam breeds; breeding; crossbreeding	523
– Wrzosówka	
– lamb; greying of fleece; histological study	249
Broiler chicken	
– dressed carcass; processes of chilling; water absorption	93
– vitamin E; increased doses; production; hematological parameters; effect	397
Bull	
– bullock; growth; body measurements; Czech Pied breed; Limousin; crossbreeds	241
– chimera; progeny; blood groups; segregation; embryo transfer; <i>in vitro</i>	1
– embryo transfer; superovulation; results; effect of embryo fathers	207
– Holstein-Friesian breed; genetic parameters; France; daughters imported to the CR and calving here; effect of parameters on performance and reproduction of daughters	433
– slaughter bull; crossbreeds Czech Pied cattle x beef breeds; carcass; composition and quality	39
Caecum	
– fermentation <i>in vitro</i> ; rabbit; age effects	157
Calcium	
– calcium intake; balance trials; fattened bulls	317
– concentration; blood serum; puerperium; Depotocin; Dirigestan; ewe	25
Calf	
– age until 90 days; lactic fermented products; feeding; consumption; feedstuff dry matter; crude protein; fiber; NEL	113
– Charolais breed; breeding measures; results; birth weight and in different age; CR	389
– small intestine; activity of chymotrypsin; protease inhibitors; effect of inhibitors	151
Calving	
– Charolais breed; breeding measures; results; period 1991–1997; CR	389
Carcass	
– broiler chicken	
– carcass quality	
– fattening; micronization; cereals; effect	225
– growth; asymmetric S-function; allometric equation	233
– processes of chilling; speed of line operation; water absorption	93
Carcass value	
– cattle	
– bull	
– crossbreeds Czech Pied cattle x beef breeds	39
– crossbreeds Slovak Pied breed x simmentalized breeds	201
– pig	
– dietary nutritive value; slaughter weight; effect; White Meat breed; SR	219
– genotype; growth rate; effect	49
– poultry	
– broiler chicken	
– growth intensity; allometric equation; age for slaughter	233
– micronization cereals; effect	225
– roaster cock	
– additional feeding of wheat grain; optimum fattening length	229
Carp (<i>Cyprinus carpio</i>)	
– pituitary; physiological solution; induction of ovulation; European perch	309
Cattle	
– blood groups	1
– blood serum	5
– body measurements	241, 389
– breeds	39, 201, 241, 289, 343, 389, 433, 529
– bull	1, 39, 201, 207, 241, 317, 433
– calf	113, 151, 389
– calving	5
– Ca, P, energy, protein intake	317
– carcass	39
– chimera	1
– clinical mastitis	529
– conformation	289
– cow	5, 131, 207, 263, 289, 343, 385, 389, 433, 529
– crossing	39, 241
– dam–daughter comparison	385
– embryo transfer	1, 207
– fattening	201, 317
– genetic parameters	289, 433
– growth	241, 389
– heifer	241
– HPCL method	151
– liver isoenzyme	5
– machine milking	131
– meat performance	201
– metabolism	5
– milk performance	289, 343, 385, 433
– month of calving	343
– nutrition	113
– physiology	151, 263
– productive traits	529
– reproductive traits	529
– thermography	131
Cellulase	
– probiotic-enzymatic additive; fermentation of lucerne; effect	87
Cereals	
– micronization; broiler chicken; fattening; carcass value; effect of micronized cereals	225
Chicken	
– utilization of Zn; effects of sex and age; allometry of growth	269

Chilling by immersion in water	
– dressed carcass; broiler chicken; speed of line operation; water absorption	93
Chilling in air combined with spraying	
– dressed carcass; broiler chicken; speed of line operation; water absorption	93
Chlorine	
– drinking water; activity of LDH isoenzymes; blood plasma; lamb	103
Cholesterol	
– blood plasma; hen; laying period	109
– meat; broiler chicken; commercial feed mixture; effect of feed mixture composition	179
Chymotrypsin	
– activity; small intestine; hen; calf; pig; soya protease inhibitors; effect of inhibitors	151
Clinical mastitis	
– cow; Holstein-Friesian breed; productive traits; reproductive traits; effect of infection; Egypt	529
Colostrum	
– goat; amino acid composition; changes; first 72 hours after birth	541
Conformation	
– linearly described traits; conformation evaluation; heritability; genetic correlation; first-calvers; Czech Pied breed	289
Copper	
– copper intoxication; industrial emissions; distribution of minerals; target organs; sheep	487
Covariance matrices	
– simultaneous estimation; production traits; performance test; progeny test; pig; SR	145
Cow	
– Charolais breed; breeding measures; results; period 1991–1997; CR	389
– clinical mastitis; productive traits; reproductive traits; effect of infection; Egypt	529
– dairy cattle; milk performance; effect; dam–daughter comparison	385
– dry cow; digestive tract; plastic particles; passage and retaining	263
– first-calver; Czech Pied breed; linearly described traits; production; heritability; genetic correlation	289
– Holstein-Friesian breed; daughters imported to the CR and calving here; genetic parameters of sire; France; effect on performance and reproduction of daughters	433
– LDH isoenzymes; energy metabolism disorder; serum constituents; liver damage; before calving, at calving, after calving	5
– machine milking; vacuum; rubber liners; teat temperature; thermography	131
– season of parturition; milk performance; effect; Czech Pied breed	343
Crossbred (Hybrid)	
– bull; Slovak Pied breed x simmentalized breeds; fattening ability; carcass value	201
– bullock; heifer; Czech Pied breed x Limousin; growth; body measurements	241
– lamb; crossbred of Croatian dairy sheep; skeletal muscles; histometabolic properties	463
– slaughter bull; Czech Pied breed x beef breeds; carcass; composition and quality	39
– hybrid	
– <i>Carassius gibelio</i> x <i>Cyprinus carpio</i> hybrid; meristic traits; presence; SR	515
– hybrid <i>Huso huso</i> L. x <i>Acipenser ruthenus</i> L.; F ₃ generation; bacterial antigens; immune response; influence of antigens	255
– hybrid sow; heterospermic AI; litter size	13
– sturgeons; fry rearing; morphometric studies	97
Crossbreeding	
– commercial crossbreeding; sheep; breeding terminal sire and dam breeds; impact in commercial crossbreeding	523
Crude protein	
– lactic fermented products; feeding; calf; age until 90 days; consumption of crude protein	113
Cryopreservation	
– embryo transfer; pregnancy	
– ewe	19
– goat	61
– cow	207
<i>Cryptosporidium meleagridis</i>	
– experimental infection; broiler chicken; fattening; performance	69
Czech Republic (CR)	
– cattle; Charolais breed; breeding measures; period 1991–1997	389
– European eel; anguillulcolosis; infection; biology; mortality	423
– Holstein-Friesian breed; daughters imported to the CR and calving here; genetic parameters of sire; France; effect on performance and reproduction of daughters	433
– horse; mechanics of motion; locomotion; objective measurement	295
– pig breeds; litter size; genetic parameters	193
Diabetes	
– BB rat; vanadium; glucose homeostasis; effect of vanadium	547
Digestibility	
– intestinal digestibility; protein degradation; rumen; <i>in vitro</i> methods; proteolytic enzymes	323
– nutrients	
– enzyme preparation; proteolytic activity; mixtures for early weaning of piglets	409
– prestarter; probiotic; enzymes; additives; piglet	119
Digestibility coefficients of fat, fiber and nitrogen-free extract	
– probiotics; feed mixtures; different protein level; broiler chicken; fattening	73
Digestive tract	
– plastic particles; passage and retaining; dry cow	263
Donors	
– embryo transfer; laparoscopy; cryopreservation; superovulation	
– cow; superovulation; embryo transfer; effect of embryo donors and fathers	207
– ewe; stimulation; embryo yield; quality	19
– goat Mohair and Saanen	61
Drinking water	
– chloration; LDH isoenzymes; activity; blood plasma; lamb	103
Droppings	
– broiler chicken	
– nitrogen in droppings; feed mixtures; different protein level; probiotic fattening	73
– piglet	
– enzyme preparation; mixtures for early weaning of piglets; different protein levels; N output in excrements	409
Dry matter	
– lactic fermented products; feeding; calf; age until 90 days; consumption of dry matter	113
Egg	
– hen	
– eggshell quality; nutritional factors; effect	135
– egg yolk color; feedstuffs; synthetic pigment addition; effect	187
– egg yolk; iodine content; excessive intake of iodine; effect	369
– ostrich	
– hatchability; relative humidity; effect of humidity	303
Egypt	
– Holstein-Friesian breed; cow; clinical mastitis; productive traits; reproductive traits; effect of infection	529

Electrical conductivity	
– dynamics of pH; correlations; pork; PSE meat; identification	551
Electrophoresis	
– capillary e.; methods; feedstuff analysis; use	277
Embryo transfer	
– aggregated embryos; blastomere; different genetic origin; <i>in vitro</i> ; chimera; cattle	1
– superovulation; donors; recipients; laparoscopy; cryopreservation; pregnancy	
– cow; effect of donors and fathers	207
– ewe; embryos survival; embryo yield; quality	19
– goat; Mohair; Saanen	61
Energy metabolism	
– energy metabolism disorder; LDH isoenzymes; liver damage; before calving, at calving, after calving; dairy cow	5
Enterococcus faecium M-74	
– feed mixtures; different protein level; broiler chicken; fattening; performance	73
Environmental trend	
– production traits; pig breeds; SR	447
Enzymes	
– enzymatic activity; histometabolic properties; skeletal muscles; lamb; crossbreds	463
– enzyme preparation Allzyme Vegpro Concentrate; proteolytic activity; mixture for early weaning of piglets; feed consumption; N output in excrements	409
– proteolytic e.; protein degradation; rumen; intestinal digestibility; ruminants	323
– xylanase; protease; prestarter; piglet; nutrition parameters; performance	119
European eel (<i>Anguilla anguilla</i>)	
– <i>Anguillicola crassus</i> ; infection; biology; mortality; CR	423
European perch (<i>Perca fluviatilis</i> L.)	
– hormonal induction of ovulation; semiartificial spawning; semiartificial spawning;; GnRH analogue; carp pituitary; fecundity	309
European Wels (<i>Silurus glanis</i>)	
– larval development and growth; experimental pelleted feed; length-weight relationships; factor of weight condition; morphological anomalies	29
Ewe	
– embryo transfer; donors; recipients; superovulation; laparoscopy; cryopreservation; pregnancy; natality	19
– pregnancy; lactation; traits of wool; effect; Merino sheep	475
– puerperium; Depotocin; Dirigestran; blood serum; sodium; potassium; calcium; phosphorus	25
Experimental pelleted feed	
– European Wels; larval growth and development; length-weight relationship; factor of weight condition	29
Factor of weight condition (FWC)	
– European Wels; larval growth and development; experimental pelleted feed	29
FAT	
– stability of fat; pork; vitamin E; effect	361
Fattening	
– cattle	
– bull	
– Ca; P; energy; protein intake; evaluation	317
– Slovak Pied breed x simmentalized breeds; meat performance; effect of sires	201
– pig	
– dam breeds; sire breeds; fattening ability; carcass value	49
– poultry	
– broiler chicken	
– commercial feed mixture; meat; total lipids; cholesterol; fatty acids; effect of feed mixture	179
– <i>Cryptosporidium meleagridis</i> ; performance; effect	69
– growth; asymmetric S-function; carcass value	233
– micronized cereals; carcass value; effect of cereals	225
– probiotics; diets with different protein levels; performance; effect of probiotics	73
– vitamin E; increased doses; production; hematological parameters	397
– roaster cock	
– additional feeding of wheat grain; optimum fattening length	229
– sheep	
– lamb	
– semi-intensive fattening and grazing; supplementation of Se and Zn; meat performance	415
Fattening ability	
– cattle	39, 201
– pig	49, 55, 219
– poultry	73, 225
Fatty acid calcium salts	
– broiler chicken; nutrition; growth; conversion	351
Fatty acids	
– fatty acid Ca-salts; broiler chicken; nutrition; effect of salts	351
– meat; broiler chicken; commercial feed mixture; effect of feed mixture composition	179
– pancreas; blood plasma; early post-natal growth; lamb	497
Fecundity	
– induction of ovulation; artificial spawning; European perch	309
Feed mixture	
– commercial f. m.; broiler chicken; fattening; meat; total lipids; cholesterol; fatty acids; effect of mixture composition	179
– different protein level; probiotics; broiler chicken; fattening; performance	73
– efficiency of feed mixtures; pig; fattening ability; carcass value; meat quality; White Meat breed; SR	219
– mixtures for early weaning; different protein levels; enzyme preparation growth; nutrient digestibility	409
Feeding value	
– hull-less oat; spring barley; metabolic trials; correlation	169
Feedstuff	
– feedstuff analysis; capillary electrophoresis; methods; use	277
Fertility	
– absolute f.; relative f.; <i>Neogobius kessleri</i> ; Slovak part of the Danube river	215
– stripping fertility; induced spawning; ovulation; loach	403
Fiber	
– lactic fermented products; feeding; calf; age until 90 days; consumption of fiber	113
Fish	
– anguillicolosis	423
– artificial propagation	309
– carp	309
– European eel	423
– European perch	309
– European Wels	29
– fertility	215
– GnRH analogue	309
– growth; development	29
– <i>Huso huso</i> L.	255
– hybrids	97, 255, 515
– immune response	255
– loach	403
– morphology	29
– morphometry	97
– <i>Neogobius kessleri</i> (Günter 1861)	215
– Nile tilapia	81
– nutrition	29, 81
– pituitary	309, 403

- sturgeons	97, 255
Fish egg	
- fish egg dimension; <i>Neogobius kessleri</i> ; fertility; Slovak part of the Danube river	215
- induced spawning; pituitary treatment; ovulation; stripping fecundity; loach	403
Fleece	
- fibres; greying; histological study; lamb; Wrzósówka breed	249
France	
- Holstein-Friesian breed; genetic parameters of sire; daughters imported to the CR and calving here; effect of parameters on performance and reproduction	433
Fry	
- bester <i>Huso huso</i> L. x <i>Acipenser ruthenus</i> L.; F ₃ generation; bacterial antigens; immune response; influence of antigens	255
Genetic correlations	
- linearly described traits; conformation; production; first-calver; Czech Pied breed	289
- litter size; multitrait animal model; Large White; Landrace; Přeštice; Black Spotted; CR	193
- production traits; performance test; progeny test; pig; Large White; White Meaty; SR	145
Genetic effects	
- genetic trends; production traits; multitrait animal model; pig breeds; SR	447
- nonadditive g. e.; animal model; production traits; livestock	329
Genetic evaluation	
- production traits; multitrait animal model; pig	377
Glucose	
- homeostasis; vanadium; effect on glucose homeostasis; diabetes; BB rat	547
Glucose oxidase	
- probiotic-enzymatic additive; fermentation of lucerne; effect	87
GnRH analogue	
- artificial spawning; European perch; fecundity	309
Goat	
- colostrum; amino acid composition; change; first 72 hours after birth	541
- embryo transfer; donors; recipients; superovulation; laparoscopy; cryopreservation; pregnancy	61
Grazing	
- sheep; Polish Merino; polluted environment; unpolluted environment; wool; trace elements; risk elements; concentration	509
Green sturgeon (<i>Acipenser medirostris</i> Ayres)	
- sturgeons; hybrids; morphometric studies	97
Growth	
- allometry of growth; utilization of Zn; effects of sex and age; chicken	269
- asymmetric S-function; allometric equation; broiler chicken; carcass quality	233
- body measurements; bullock; heifer; Czech Pied breed; Limousin; crossbreeds	241
- Charolais breed; breeding measures; results; period 1991-1997; CR	389
- lamb; early post-natal growth; pancreas; blood plasma; lipids; effect of age and linoleic acid	497
- larval growth rate; factor of weight condition; length-weight relationship; experimental pelleted feed; morphological anomalies; European Wels	29
Growth hormone (GH)	
- concentration; blood plasma; protein restriction; long-term effect; lamb	535
Growth hormone gene (GH)	
- pig; production traits; meat quality; association of genes	481
Hatchability	
- ostrich egg; relative humidity; effect of humidity	303
Heifer	
- growth; body measurements; Czech Pied breed; Limousin; crossbreeds	241
Hematological parameters	
- broiler chicken; increased doses of vitamine E; effect on hematology	397
Hemicellulase	
- probiotic-enzymatic additive; fermentation of lucerne; effect	87
Hen	
- blood plasma; cholesterol; laying period	109
- egg	135, 187, 369
- small intestine; activity of chymotrypsin; protease inhibitors; effect of inhibitors	151
Heritability	
- linearly described traits; conformation; first-calvers; Czech Pied breed	289
- litter size; multitrait animal model; Large White; Landrace; Přeštice; Black Spotted; CR	193
- production traits; performance test; progeny test; pig; Large White; White Meaty; SR	145
High-performance liquid chromatography (HPLC)	
- PABA; blood plasma; protease inhibitors; soya; chymotrypsin; small intestine; pancreas; farm animals	151
Histology	
- histological study; greying; fleece; fibres; lamb; Wrzósówka breed	249
Homeostasis	
- glucose homeostasis; diabetes; BB rat; effect of vanadium	547
Horse	
- mechanics of motion; locomotion; objective measurement; CR	295
- Noriker; characterisation of population; microsatellites; protein polymorphism; blood groups	457
Hull-less oat	
- nutrient and energy production; feeding value; metabolic trials; comparison with barley	169
<i>Huso huso</i> L.	
- bester <i>Huso huso</i> L. x <i>Acipenser ruthenus</i> L.; F ₃ generation; bacterial antigens; immune response; influence of antigens	255
Immune response	
- specific I. r.; non-specific I. r.; fry; bester <i>Huso huso</i> L. x <i>Acipenser ruthenus</i> L.; bacterial antigens; influence of antigens	255
Index of metabolic activity	
- pig; age; breed; effect	337
Insulin-like growth factor-I (IGF-I)	
- concentration; blood plasma; protein restriction; long-term effect; lamb	535
In vitro methods	
- bull; chimera; progeny; embryo transfer; <i>in vitro</i>	1
- caecal fermentation; rabbit; age effects; fermentation <i>in vitro</i>	157
- protein degradation; rumen; intestinal digestibility; proteolytic enzymes; ruminants	323
- rumen fermentation; artificial rumen; amaranth grains; feedstuff	163
Iodine	
- iodine excess; iodine-enriched eggs; egg yolk; laying hens	369
Kidney	
- concentration of Cu and Fe; bentonite; S; Mo; addition; palm kernel cake; sheep	125
Lactation	
- ewe; traits of wool; effect of lactation; Merino sheep	475

Lactic fermented product	
– feeding; calf; age until 90 days; consumption; feedstuff; dry matter; crude protein; fiber; NEL	113
Lactobacilli	
– lactic fermented product; feeding; calf; nutrient consumption	113
Lamb	
– blood plasma; LDH isoenzymes; activity; drinking water; chloration	103
– crossbred lambs of Croatian dairy sheep; skeletal muscles; muscle fiber diameter; enzymatic activity	463
– fleece; fibres; greying; histological study; Wrzosówka breed	249
– meat performance; supplementation of Se and Zn; effect on meat performance	415
– pancreas; lipids; blood plasma; metabolites; early post-natal growth; effect of age and linoleic acid	497
– protein restriction; long-term effect; GH; IGF-I; blood plasma	535
Laparoscopy	
– embryo transfer; donors; recipients	
– ewe; pregnancy	19
– goat; pregnancy	61
Laying	
– laying period; hen; blood plasma; cholesterol	109
LDH isoenzymes	
– activity; blood plasma; lamb; drinking water; chloration	103
– serum constituents; energy metabolism disorder; liver damage; before calving, at calving, after calving; dairy cow	5
Leptin gene (LEP)	
– pig; production traits; meat quality; association of genes	481
Leucogram	
– pig; age; breed; effect	337
Linoleic acid	
– pancreas; blood plasma; lipids; early post-natal growth; effect linoleic acid; lamb	497
Litter size	
– hybrid sow; heterospermic AI; effect of AI	13
– sow; genetic parameters; multitrait animal model; pig breeds; CR	193
Liver	
– concentration of Cu and Fe; bentonite; S; Mo; supplement; palm kernel cake; sheep	125
– liver damage; LDH isoenzymes; energy metabolism disorders; before calving, at calving, after calving; dairy cow	5
Livestock	
– production traits; animal model; genetic effects; maternal effects	329
Locomotion	
– horse; objective measurement; electronic device; CR	295
Lucerne	
– silage; probiotics; effect on fermentation	87
Machine milking	
– cow; vacuum; rubber liners; teat temperature; thermography	131
Mannan-oligosaccharides	
– feed mixtures; different protein level; broiler chicken; fattening; performance	73
Maternal effects	
– animal model; production traits; livestock	329
Meals from housefly larvae and pupae	
– feeding; replacement of fish meals; Nile tilapia	81
Meat	
– pork	
– meat quality	49, 219, 481, 551
– stability of pork fat; vitamin E; effect	361
– poultry	
– broiler chicken	
– total lipids; cholesterol; fatty acids; commercial feed mixture; composition; effect	179
Meat acidity	
– pork	
– dynamics of pH values; measuring at five time intervals post mortem	551
– pH _{4s} ; genotype; growth rate; effect	49
Meat performance	
– cattle	
– bull	
– crossbreds Czech Pied cattle x beef breeds	39
– crossbreds Slovak Pied breed x simmentalized breeds	201
– pig	
– dietary nutritive value; slaughter weight; effect; White Meat breed; SR	219
– genotype; growth rate; effect	49
– sheep	
– lamb	
– semi-intensive fattening; supplementation of Se and Zn; effect on meat performance	415
Meat quality	
– pork	
– association of the <i>RYRI</i> ; <i>GH</i> ; <i>LEP</i> ; <i>TF</i> genes with meat quality	481
– pH _{4s} ; genotype; growth rate; effect	49
– pH values; electrical conductivity; correlations; PSE meat; identification	551
– White Meat breed; efficiency of feed mixtures; slaughter weight; effect	219
Mechanics of motion	
– horse; objective measurement; electronic device; CR	295
Micronization	
– cereals; broiler chicken; fattening; carcass value; effect of micronized cereals	225
Microsatellites	
– horse; Noriker; characterisation of population	457
Milk performance	
– dairy cattle; dam–daughter comparison	385
– 1st standardized lactation; linearly described traits; conformation; genetic correction; first-calvers; Czech Pied breed	289
– Holstein-Friesian breed; daughters imported to the CR and calving here; genetic parameters of sire; France; effect on performance	433
– season of parturition; effect; Czech Pied breed	343
Molybdenum	
– supplement; palm kernel cake; chronic copper toxicity; liver; kidney; sheep	12
Morphological anomalies	
– European Wels; larval growth and development; experimental pelleted feed	29
Morphometry	
– sturgeons; hybrids; fry rearing	97
Muscles	
– lamb	
– crossbreds; skeletal muscles; histometabolic properties	463
– ostrich	
– cold-shortening; sarcomere length	273
– quality of muscles; animal age; effect	365
<i>Neogobius kessleri</i> (Günter 1861)	
– absolute fertility; relative fertility; fish egg dimension; Slovak part of the Danube river	215

Net energy of lactation (NEL)	
– lactic fermented products; feeding; calf; age until 90 days; consumption	113
Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	
– feeding; meals from housefly larvae and pupae; replacement of fish meal	81
Nitrogen	
– N balance; prestarter; probiotic; enzymes; additives; piglet	119
– N output in excrements; enzyme preparation; mixtures for early weaning of piglets; different protein levels	409
Nutrient and energy production	
– hull-less oat; spring barley; correlation	169
Nutrition	
– arctic fox	
– pellets; growth; pelt; health	503
– cattle	
– calf	
– lactic fermented products; nutrient consumption	113
– fish	
– European Wels; pelleted starter feed; larval ontogeny and growth rate; factor of weight condition	29
– Nile tilapia; housefly larvae; housefly pupae; replacement of fish meal	81
– pig; vitamin E; pork; stability of pork fat; effect of vitamin	361
– piglet	
– mixtures for early weaning; enzyme preparation; growth; nutrient digestibility	409
– prestarter; combination of additives; nutrition parameters; performance; effect	361
– poultry	
– broiler chicken	
– fatty acid calcium salts; rapeseed oil; effect	351
– hen	
– Carophyll; addition to feed; color of egg yolk; effect of addition	187
– iodine excess; egg yolk; iodine content	369
– nutritional factors; eggshell quality	135
– sheep	
– palm kernel cake, dietary supplements of bentonite; S, Mg; copper toxicity	125
– protein restriction; growth hormone; effect of malnutrition; lamb	535
Ostrich (<i>Struthio camelus</i>)	
– muscles	
– cold-shortening; sarcomere length	273
– quality of muscles; animal age; effect	365
– ostrich egg; relative humidity; hatchability; effect of humidity	303
Ovulation	
– hormonal induction of ovulation; GnRH analogue; European perch	309
– induced spawning; pituitary treatment; loach	403
PAAGE	
– genotypic frequencies; polymorphism; detection	
– pig breeds	481
Palm kernel cake	
– bentonite; sulphur; molybdenum; liver; kidney; concentration of Cu and Fe sheep	125
P-aminobenzoic acid (PABA)	
– blood plasma; protease inhibitors; soya; chymotrypsin; pancreas; far; animals	151
Pancreas	
– activity of chymotrypsin; PABA; HPLC; protease inhibitors; soya; farm animals	151
– lipids; early post-natal growth; effect of age and linoleic acid; lamb	497
Passage	
– plastic particles; digestive tract; dry cow	263
Pelt	
– arctic fox; pellets; pelt evaluation and classification	503
Performance test (Field test)	
– boar; Large White; selection index; expression	55
– pig; Large white; White meaty; genetic parameters; SR	145
Peroxide value	
– stability of pork fat; vitamin E; effect	361
Phagocytic activity	
– pig; age; breed; effect	337
Phosphorus	
– concentration; blood serum; puerperium; Depotocin; Dirigestran; ewe	25
– phosphorus intake; balance trials; fattened bulls	317
Pig	
– age	337
– artificial insemination	13
– boar	55
– breeds	49, 55, 145, 193, 219, 337
– carcass value	49, 219
– environmental trends	447
– enzyme preparation	409
– farrowing rate	13
– fattening; fattening ability	49, 55, 219
– gene <i>GH (HaeII, MSPI)</i>	441
– genes <i>RYRI, GH, LEP, TF</i>	481
– genetic evaluation	193, 377, 447, 555
– genetic parameters	145, 193
– growth	49, 409
– hematological and immunological parameters	337
– HPLC method	151
– meat quality	219, 361, 481, 551
– multitrait animal model	193, 377, 447, 555
– nutrient digestibility	409
– nutrition	119, 361, 409
– performance test	55, 145
– physiology	151
– piglet	13, 119, 193, 409
– polymorphism	441
– production traits	377, 441, 447, 481
– progeny test	145
– sow	13, 193
Piglet	
– litter size; genetic parameters; estimation; multitrait animal model; pig breeds; CR	193
– litter size; hybrid sow; heterospermic AI; effect of AI	13
Pituitary	
– carp p.; physiological solution; induction of ovulation; European perch	309
– pituitary treatment; ovulation; loach	403
Plastic particles	
– passage and retaining; digestive tract; dry cow	263
Polymerase chain reaction (PCR)	
– genotypic frequencies; polymorphism; detection	
– pig breeds	441; 481
Polymorphism	
– growth hormone gen; association with production traits; pig	441
Polyunsaturated fatty acids (PUFA) n6/n3 ratio	
– commercial feed mixture; composition; broiler chicken; fattening; cholesterol; total lipids; meat	179
Potassium	
– concentration; blood serum; puerperium; Depotocin; Dirigestran; ewe	25
Poultry	
– blood plasma	109

- broiler chicken	69, 73, 93, 179, 225, 233, 351, 397
- carcass value	225, 229, 233
- chicken	269
- cholesterol	109, 179
- <i>Cryptosporidium meleagridis</i>	69
- dressed poultry chilling	93
- egg	135, 187, 369
- fattening; fattening ability	69, 73, 179, 225, 229, 233
- fatty acids	179
- growth	233, 269
- hen	109, 135, 151, 187, 369
- HPLC method	151
- laying period	109
- meat	179
- nutrition	135, 187, 351, 369, 397
- physiology	151
- probiotics	73
- production	69, 73, 397
- progeny	69
- roaster cock	229
- total lipids	179
- utilization of Zn	269
Pregnancy	
- cow; embryo transfer; recipient; effect of embryo donors and fathers	207
- ewe; embryo transfer; laparoscopy; cryopreservation	19
- ewe; traits of wool; effect of pregnancy; Merino sheep	475
- goat; embryo transfer; laparoscopy; cryopreservation	61
- hybrid sow; heterospermic AI; effect of AI	13
Prestarter	
- combination of additives; piglet; nutrition parameters; performance	119
Probiotics	
- <i>Enterococcus faecium</i> ; enzymes; prestarter; piglet; nutrition parameters; performance	119
- Lactiferm; BIO-MOS; feed mixture; different protein level; broiler chicken; fattening; performance	73
- probiotic-enzymatic additive; fermentation of lucerne; effect	87
Production traits	
- genes <i>RYRI</i> ; <i>GH</i> ; <i>LEP</i> ; <i>TF</i> ; association with production traits; pig	481
- genetic evaluation; multitrait animal model; pig	377
- Holstein-Friesian breed; cow; clinical mastitis; effect of infection on production traits; Egypt	529
- polymorphism of growth hormone; association with production traits; pig	441
Progeny test (Station test)	
- pig; Large White; White Meaty; genetic parameters; SR	145
Protease inhibitors	
- soya; activity of chymotrypsin; small intestine; hen; calf; pig; effect of inhibitors	151
Protein	
- protein degradation; rumen; intestinal digestibility; proteolytic enzymes	323
- protein intake; balance trials; fattened bulls	317
- protein restriction; long-term effect; concentration of GH and IGF-I; blood plasma; lamb	535
Protein polymorphism	
- horse; Noriker; characterisation of population	457
Puerperium	
- ewe; Depotocin; Dirigestran; blood serum; Na; K; Ca; P	25
Rabbit	
- caecum; fermentation; age effects	157
- superovulation; zygotes; pronucleus; microinjection	471
Rapeseed oil	
- broiler chicken; nutrition; growth; conversion	351
Recipients	
- embryo transfer; laparoscopy; cryopreservation; pregnancy	
- cow; conception rate of recipients; effect of embryo donors and fathers	207
- ewe; embryo survival	19
- goat; conception rate; season	61
Relative humidity	
- hatchability; ostrich egg; effect of humidity	303
Reproduction	
- clinical mastitis; reproductive traits; effect of infection; Egypt	529
- Holstein-Friesian breed; genetic parameters of sire; France; daughters imported to the CR and calving here; effect of parameters on reproduction	433
Restricted maximum likelihood method (REML)	
- covariance matrices; genetic parameters; production traits; performance test; progeny test; pig; SR	145
Restriction fragment length polymorphism (RFLP)	
- genotypic frequencies; polymorphism; detection	
- pig breeds	441, 481
Risk elements	
- copper intoxication; industrial emissions; accumulation and distribution of risk elements	487
- wool; Polish Merino; concentration of risk elements; grazing; environment	509
Roaster cock	
- fattening; additional feeding of wheat grain; optimum fattening length	229
Rubber liners	
- different design; teat temperature; thermography; machine milking; cow	131
Rumen	
- artificial rumen; rumen fermentation <i>in vitro</i> ; amaranth grains; feedstuff; barley substitution	163
- plastic particles; applications; passage; dry cow	263
- protein degradation; intestinal digestibility; <i>in vitro</i> methods; proteolytic enzymes	323
Ruminants	
- protein degradation; rumen; intestinal digestibility; <i>in vitro</i> methods	323
<i>RYRI</i> gene	
- pig; production traits; meat quality; association of genes	481
Sarcomere	
- sarcomere lengths; muscles; cold-shortening; ostrich	273
Season of parturition	
- milk performance; effect; Czech Pied breed	343
Selection index	
- boar; Large White; performance test; expression	55
Selenium	
- supplementation of Se; lamb; semi-intensive fattening; meat performance; effect of supplementation	415
Sex	
- utilization of Zn; allometry of growth; effect of sex; chicken	269
Sheep	
- blood serum	25, 103, 497
- breeding	523
- breeds	475, 509, 523
- crossbreeding	523
- embryo transfer	19
- enzymes	103
- ewe	19, 25, 475
- fattening	415
- grazing; environment	509
- growth	497
- growth hormone	535
- hair; greying	249

– histometabolic properties	463	– ewe; treatment regimens	19
– intoxication with Cu; industrial emissions	487	– goat; season	61
– lactation	475	– rabbit; zygotes; pronucleus; microinjection; effect of superovulation	471
– lamb	103, 249, 415, 463, 497, 535	Synthetic pigment	
– meat performance	415	– Carophyll; addition to feed; hen egg; yolk color	187
– micro- and macroscopic traits	475	Target organs	
– mineral elements	25, 125, 487	– sheep; copper intoxication; risk elements; industrial emissions	487
– nutrition	125, 535	Teat	
– pancreas	497	– teat temperature; machine milking; vacuum; rubber liners; thermography; cow	131
– pregnancy	19, 475	Thermography	
– puerperium	25	– teat temperature; machine milking; vacuum; rubber liners; cow	131
– skeletal muscles	463	Thiobarbituric acid-reactive substances	
– superovulation	19	– stability of pork fat; vitamin E; effect	361
– target organs	487	Total lipids	
– toxicity	125	– meat; broiler chicken; commercial feed mixture; effect of feed mixture composition	179
– trace elements	509	Transferrin gene (TF)	
– wool	475, 509	– pig; production traits; meat quality; association of genes	481
Siberian sturgeon (<i>Acipenser baeri</i> Brandt)		Vaccine	
– sturgeons; hybrids; morphometric studies	97	– Furovac; cellular and humoral defense mechanism; fry; bester <i>Huso huso</i> L. x <i>Acipenser ruthenus</i> L.; F ₃ generation; antigen	255
Silage		Vanadium	
– lucerne; probiotics; effect on fermentation	87	– glucose homeostasis; diabetes; BB rat; effect of vanadium on homeostasis	547
Slaughter weight		Vitamin E	
– pig; fattening ability; carcass value; meat quality; White Meat breed; effect of s. w.	219	– broiler chicken; increased doses of vitamin E; production; hematological parameters; effect	397
Slovak Republic		– pork; stability of pork fat; effect of vitamin	361
– <i>Carassius gibelio</i> x <i>Cyprinus carpio</i> hybrid; meristic traits; presence	515	Wheat	
– <i>Neogobius kessleri</i> ; fertility; fish egg dimension; Slovak part of the Danube river	215	– additional feeding of wheat grain; roaster cock; fattening; optimum fattening length	229
– production traits; genetic parameters; performance test; progeny test; pig; Large White; White Meat	145	Wool	
– production traits; genetic trends; environmental trends; pig breeds	447	– sheep; Polish Merino; trace elements; risk elements; concentration; grazing in polluted and unpolluted environment	509
Small intestine		Zinc	
– activity of chymotrypsin; protease inhibitors; soya; effect of inhibitors; hen; calf; pig	151	– supplementation of Zn; lamb; semi-intensive fattening; meat performance; effect of supplementation	415
Spawning		– utilization of Zn; effect of sex and age; allometry of growth; chicken	269
– induced spawning; pituitary treatment; ovulation; fish eggs; loach	403	Zygote	
– semiartificial spawning; artificial spawning; GnRH analogue; carp pituitary; European perch	309	– rabbit; superovulation; microinjection	471
Sodium			
– concentration; blood serum; puerperium; Depotocin; Dirigestran; ewe	25		
Sow			
– hybrid sow; heterospermic AI; pregnancy; litter size; effect of AI	13		
– litter size; genetic parameters; pig breeds; CR	193		
Soya			
– protease inhibitors; activity of chymotrypsin; small intestine; hen; calf; pig; effect of inhibitors	151		
Sulphur			
– supplement; palm kernel cake; chronic copper toxicity; liver; kidney; sheep	125		
Superovulation			
– embryo transfer; donors			
– cow; effect of embryo donors and fathers	207		

REJSTŘÍK VĚCNÝ

Aeromonas salmonicida

- antigen; imunitní reakce; plůdek; hybrid vyza velká x jeseter malý; F₃ generace; vliv antigenu 255

Alometrie

- alometrické rovnice; růst; kvalita jatečného trupu; kuřecí brojler 233
- alometrie růstu; retence Zn; vliv pohlaví a věku; kuře 269

Amarant (*Amaranthus hypochondriacus*)

- amarantová zrna; krmivo; náhrada ječmene; bacherová fermentace *in vitro*; umělý bacher; vliv na bacherovou fermentaci 163

Aminokyseliny

- mlezivo; aminokyselinové složení; změny; prvních 72 hodin po porodu; koza 541

Analog GnRH

- umělý výtěr; okoun říční; plodnost 309

Animal model

- užitkové vlastnosti; hospodářská zvířata; genetické efekty; maternální efekty 329
- víceznakový a. m.
 - genetické hodnocení; produkční znaky; prase 377
 - genetické parametry; velikost vrhu; plemena prasat; ČR 193
 - genetický trend; trend prostředí; produkční znaky; plemena prasat; SR 447
- současný stav odhadu plemenné hodnoty; různé evropské státy; Kanada; plemena prasat; produkční a reprodukční znaky 555

Asymetrická S-funkce

- růst; kvalita jatečného trupu; kuřecí brojler 233

Bahnice

- březost; laktace; vlastnosti vlny; vliv; plemeno merino 475
- přenos embryí; dárkyně; příjemkyně; superovulace; laparoskopie; kryokonzervace; zabřezávání; natalita 19
- puerperium; Depotocin; Dirigestran; krevní sérum; sodík; draslík; vápník; fosfor 25

Bacher

- degradace proteinu; stěvní stravitelnost; *in vitro* metody; proteolytické enzymy 323
- plastikové částice; aplikace; pasáž; zaprahlá dojnice 263
- umělý bacher; bacherová fermentace *in vitro*; amarantová zrna; krmivo; náhrada ječmene 163

Bakteriální antigeny

- imunitní reakce; plůdek; hybrid vyza velká x jeseter malý; F₃ generace; vliv antigenů 255

BB potkan

- diabetes; vanad; homeostaze; glukóza; vliv vanadu 547

Bentonit

- přídatek; palmojádrové výlisky; chronická toxicita Cu; ledviny; játra; ovce 125

Bezpluchý oves

- produkce živin a energie; krmná hodnota; bilanční pokusy; srovnání s ječmenem 169

Bifidobakterie

- mléčný fermentovaný produkt; zkrmování; tele; spotřeba živin 113

Blastoméra

- přenos agregovaných embryí; různý genetický původ; *in vitro*; chiméra; skot 1

Březost

- bahnice; přenos embryí; laparoskopie; kryokonzervace 19
- bahnice; vlastnosti vlny; vliv březosti; plemeno merino 475
- hybridní prasnice; heterospermní inseminace; vliv inseminace 13
- koza; přenos embryí; laparoskopie; kryokonzervace 61
- kráva; přenos embryí; příjemkyně; vliv dárkyň a otců embryí 207

Býk

- holštýnsko-fríské plemeno.; genetické parametry; Francie; dcery importované a oteleté v ČR; vliv parametrů na užitkovost a reprodukci dcer 433
- chiméra; potomstvo; krevní skupiny; segregace; přenos embryí; *in vitro* 1
- jatečný býk; křížence český strakatý skot x masná plemena; jatečné tělo; skladba a kvalita 39
- mladý býk; růst; tělesné rozměry; české strakaté plemeno; limousin; kříženci 241
- přenos embryí; superovulace; výsledky; vliv otců embryí 207

Celkové lipidy

- maso; kuřecí brojler; komerční krmná směs; vliv složení směsi 179

Celulóza

- probioticko-enzymatická aditiva; fermentace vojtěšky; vliv 87

Cryptosporidium meleagridis

- experimentální nákaza; kuřecí brojler; výkrm; užitkovost 69

Česká republika (ČR)

- holštýnsko-fríské plemeno; dcery importované a oteleté v ČR; genetické parametry býků; Francie; vliv na užitkovost a reprodukci dcer 433
- kůň; mechanika pohybu; lokomoce; objektivní měření 295
- plemena prasat; velikost vrhu; genetické parametry 193
- skot; charolaiské plemeno; šlechtitelský pokrok; období 1991-1997 389
- úhoř říční; anguillikolóza; infekce; biologie; mortalita 423

Číslo kyselosti tuku

- stabilita tukové složky; vepřové maso; vitamin E; vliv 361

Dárkyně

- přenos embryí; laparoskopie; kryokonzervace; superovulace
 - bahnice; stimulace; zisk; kvalita 19
 - koza mohérová; sánská 61
 - kráva; superovulace; přenos embryí; vliv dárkyň a otců 207

Dědivost

- lineární popis; exteriér; prvotelky; české strakaté plemeno 289
- produkční znaky; test vlastní užitkovosti; test výkrmnosti a jatečné hodnoty; prase; bílé ušlechtilé plemeno; bílé masné plemeno; SR 145
- velikost vrhu; víceznakový animal model; bílé ušlechtilé plemeno; landrase; přeštické černostrakaté plemeno; ČR 193

Diabetes

- BB potkan; vanad; homeostaze glukózy; vliv vanadu 547

Draslík

- koncentrace; krevní sérum; puerperium; Depotocin; Dirigestran; bahnice 25

Drůbež

- celkové lipidy 179
- *Cryptosporidium meleagridis* 69
- fyziologie 151
- cholesterol 109, 179
- jatečná hodnota 225, 229, 233
- jatečně opracované tělo; chlazení 93
- krevní plazma 109
- kuře 269
- kuřecí brojler 69, 73, 93, 179, 225, 233, 351, 397
- maso 179
- mastné kyseliny 179
- metoda HPLC 151
- potomstvo 69
- probiotika 73
- retence Zn 269

- roasterový kohout	229	Genetické efekty	
- růst	233, 269	- genetické trendy; produkční ukazatelé; víceznakový animal model; plemena prasat; SR	447
- slepice	109, 135, 151, 187, 369	- neaditivní g. e.; animal model; užitkové vlastnosti; hospodářská zvířata	329
- snáškové období	109	Gen leptinu (LEP)	
- užitkovost	69, 73, 397	- prase; produkční znaky; kvalita masa; asociace genů	481
- vejce	135, 187, 369	Gen růstového hormonu (GH)	
- výkrm, výkrmnost	69, 73, 179, 225, 229, 233	- prase; produkční znaky; kvalita masa; asociace genů	481
- výživa	135, 187, 351, 369, 397	Gen ryadinového receptoru (RYRI)	
Dusík		- prase; produkční znaky; kvalita masa; asociace genů	481
- bilance N; prestartér; probiotikum; enzymy; aditiva; sele	119	Gen transferinu (TF)	
- vylučování N exkrementy; enzymový preparát; směsi pro časný odstav selat; různá hladina N látek	409	- prase; produkční znaky; kvalita masa; asociace genů	481
Dusíkaté látky		Genetické hodnocení	
- mléčné fermentované produkty; zkrmování; tele; věk do 90 dnů; spotřeba d. l.	113	- produkční znaky; víceznakový animal model; prase	377
Egypt		Genetické korelace	
- holštýnsko-fríské plemeno; kráva; klinická mastitida; produkční znaky; reprodukční znaky; vliv infekce	529	- lineární popis; exteriér; užitkovost; prvotelky; české strakaté plemeno	289
Elektrická vodivost		- produkční znaky; test vlastní užitkovosti; test výkrmnosti a jatečné hodnoty; prase; bílé ušlechtilé plemeno; bílé masné plemeno; SR	145
- vývoj hodnot pH; korelace; vepřové maso PSE maso; identifikace	551	- velikost vrhu; víceznakový animal model; bílé ušlechtilé plemeno; landrase; přeštické černostrakaté plemeno; ČR	193
Elektroforéza		Glukóza	
- kapilární e.; metody; analýza krmiv; využití	277	- homeostaze; vanad; vliv na homeostazi; diabetes; BB potkan	547
Energetický metabolismus		Glukózooxidáza	
- poruchy e. m.; izoenzymy LDH; poškození jater; období před porodem, den porodu, po porodu; dojnice	5	- probioticko-enzymatická aditiva; fermentace vajtěšky; vliv	87
Enzymy		Hematologické ukazatele	
- enzymatická aktivita; histometabolické vlastnosti; kosterní svaly; jehně; kříženci	463	- kuřecí brojler; zvýšené dávky vitamínu E; vliv na hematologii	397
- enzymový preparát Allzyme Vegpro Concentrate; proteolytická aktivita; směsi pro časný odstav selat; růst; spotřeba krmiva; vylučování N exkrementy	409	Hemicelulóza	
- proteolytické e.; degradace proteinu; bachor; střevní stravitelnost; přežvýkavci	323	- probioticko-enzymatická aditiva; fermentace vajtěšky; vliv	87
- xylanáza; proteáza; prestartér; sele; nutriční ukazatele; užitkovost	119	Histologie	
Enterococcus faecium M-74		- histologická studie; šednutí; rouno; vlákno; jehně; plemeno wrzosówka	249
- krmné směsi; různá hladina N-látek; kuřecí brojler; výkrm; užitkovost	73	Hmotnost při narození	
Exkrementy		- charolaiské plemeno; šlechtitelský pokrok; výsledky; období 1991-1997; tele; ČR	389
- kuřecí brojler		Homeostaze	
- N v exkrementech; krmné směsi; rozdílná hladina N; probiotika; výkrm	73	- homeostaze glukózy; diabetes; BB potkan; vliv vanadu	547
- sele		Hospodářská zvířata	
- enzymový preparát; směsi pro časný odstav selat; různá hladina N látek; vylučování N exkrementy	409	- užitkové vlastnosti; animal model; genetické efekty; maternální efekty	329
Experimentální granulované krmivo		Hypofýza	
- sumec velký; larvální růst a vývoj; délko-hmotnostní vztah; koeficient kondice	29	- hypofýzace; ovulace; piskoř pruhovaný	403
Exteriér		- kapří h.; fyziologický roztok; indukce ovulace; okoun říční	309
- lineární popis; hodnocení exteriéru; dědivost; genetická korelace; prvotelky; české strakaté plemeno	289	Chlazení vodou	
Fagocytární aktivita		- jatečně opracované tělo; kuřecí brojler; rychlost linky; absorpce vody	93
- prase; věk; plemenná příslušnost; vliv	337	Chlazení vzduchem s postřikem	
Fosfor		- jatečně opracované tělo; kuřecí brojler; rychlost linky; absorpce vody	93
- koncentrace; krevní sérum; puerperium; Depotocin; Dirigestran; bahnice	25	Chlor	
- příjem fosforu; bilanční pokusy; výkrm býků	317	- pitná voda; aktivita izoenzymů LDH; krevní plazma; jehně	103
Francie		Cholesterol	
- holštýnsko-fríské plemeno; genetické parametry býků; dcery importované a oteplené v ČR; vliv parametrů na užitkovost a reprodukci	433	- krevní plazma; slepice; snáškové období	109
		- maso; kuřecí brojler; komerční krmná směs; vliv složení směsi	179
		Chymotrypsin	
		- aktivita; tenké střevo; slepice; tele; prase; inhibitory proteáz; sója; vliv inhibitorů	151

Imunitní reakce

- specifická i. r.; nespecifická i. r.; plůdek; hybrid vyza velká x jeseter malý; bakteriální antigeny; vliv antigenů 255

Index metabolické aktivity

- prase; věk; plemenná příslušnost; vliv 337

Inhibitory proteáz

- sója; aktivita chymotrypsinu; tenké střevo; slepice; tele; prase; vliv inhibitorů 151

Inseminace

- heterospermní inseminace; hybridní prasnice; zabřezávání; počet narozených selat; vliv inseminace 13
- charolaiské plemeno; šlechtitelský pokrok; výsledky; období 1991-1997 389

In vitro metody

- bacherová fermentace; umělý bacher; amarantová zrna; krmivo 163
- býk; potomstvo; přenos embryí; *in vitro* 1
- degradace proteinu; bacher; střevní stravitelnost; proteolytické enzymy; přežvýkavci 323
- slepé střevo; králík; vliv věku; fermentace *in vitro* 157

Inzulínový růstový faktor (IGF-I)

- koncentrace; krevní plazma; restrikce bílkovin; dlouhodobý vliv; jehně 535

Izoenzymy LDH

- aktivita; krevní plazma; jehně; pitná voda; chlorace 103
- sérová aktivita; porucha energetického metabolismu; poškození jater; období před porodem, den porodu, po porodu; dojnice 5

Jalovice

- růst; tělesné rozměry; české strakaté plemeno; limousin; kříženci 241

Jatečná hodnota

- drůbež
 - kuřecí brojler
 - intenzita růstu; alometrická rovnice; věk po porážce 233
 - mikronizace; obilniny; vliv 225
 - roasterový kohout
 - příkrmování zrnem pšenice; optimální délka výkrmu 229
- prase
 - genotyp; intenzita růstu; vliv 49
 - výživná hodnota krmných směsí; porážková hmotnost; vliv; bílé masné plemeno; SR 219
- skot
 - býk
 - kříženci český strakatý skot x masná plemena 39
 - kříženci slovenské strakaté plemeno x simentalizovaná plemena 201

Jatečné tělo

- býk
 - kříženci český strakatý skot x masná plemena; skladba a kvalita j. t. 39
- kuřecí brojler
 - kvalita j. t.
 - růst; asymetrická S-funkce; alometrická rovnice 233
 - způsoby chlazení; rychlost linky; absorpce vody 93

Játra

- koncentrace Cu a Fe; bentonit; S; Mo; přídavek; palmojádrové výlisky; ovce 125
- poškození jater; izoenzymy LDH; porucha energetického metabolismu; období před porodem, den porodu, po porodu; dojnice 5

Ječmen

- jarní ječmen; produkce živin a energie; krmná hodnota; srovnání s bezpluchým ovsem 169
- náhrada ječmene; amarantová zrna; krmivo; bacherová fermentace *in vitro*; umělý bacher; vliv na bacherovou fermentaci 163

Jehně

- krevní plazma; izoenzymy LDH; aktivita; pitná voda; chlorace 103
- kříženci chorvatských mléčných plemen ovcí; kosterní svaly; tloušťka svalových vláken; enzymatická aktivita 463
- masná užitkovost; přídavek Se a Zn; vliv na užitkovost 415
- pankreas; lipidy; krevní plazma; metabolity; časný postnatální růst; vliv věku a kyseliny linolové 497
- restrikce bílkovin; dlouhodobý vliv; GH; IGF-I; krevní plazma 497
- rouno; vlákno; šednutí; histologická studie; plemeno wrzosówka 249

Jeseter malý (*Acipenser ruthenus* L.)

- hybrid vyza velká x jeseter malý; F₃ generace; bakteriální antigeny; imunitní reakce; vliv antigenů 255

Jeseter sibiřský (*Acipenser baeri* Brandt)

- jeseterovití; hybrid; morfometrické studie 97

Jeseter zelený (*Acipenser medirostris* Ayres)

- jeseterovití; hybrid; morfometrické studie 97

Jikra

- indukovaný výtěr; hypofýza; ovulace; pracovní plodnost; pískoř pruhovaný 403
- velikost jikry; *Neogobius kessleri*; plodnost; slovenský úsek Dunaje 215

Jod

- nadbytek J; jodem obohacená vejce; vaječný žloutek; nosnice 369

Kanec

- test vlastní užitkovosti; výkrmnost; selekční index; bílé ušlechtilé plemeno 55

Kapr (*Cyprinus carpio*)

- hypofýza; fyziologický roztok; indukce ovulace; okoun říční 309

Klinická mastitida

- kráva; holštýnsko-fríské plemeno; produkční znaky; reprodukční znaky; vliv infekce; Egypt 529

Koeficienty kondice (FWC)

- sumec velký; larvální růst a vývoj; experimentální granulované krmivo 29

Koeficienty stravitelnosti tuku, vlákniny a BNLV

- probiotika; krmné směsi; různá hladina N-látek; kuřecí brojler; výkrm 73

Kovarianční matice

- simultánní odhad; produkční znaky; test vlastní užitkovosti; test výkrmnosti a jatečné hodnoty; prase; SR 145

Koza

- mlezivo; aminokyselinové složení; změny prvních 72 hodin po porodu 541
- přenos embryí; dárkyňe; příjemkyňe; superovulace; laparoskopie; kryokonzervace; zabřezávání 61

Kožka

- polární liška; granulované krmivo; hodnocení a klasifikace kožek 503

Králík

- slepé střevo; fermentace; vliv věku 157
- superovulace; zygoty; provojádro; mikroinjekce 471

Kráva

- holštýnsko-fríské plemeno; dcery importované a oteleté v ČR; genetické parametry býků; Francie; vliv na užitkovost a reprodukci deer 433
- charolaiské plemeno; šlechtitelský pokrok; výsledky; období 1991-1997; ČR 389
- klinická mastitida; produkční znaky; reprodukční znaky; vliv infekce; Egypt 529
- LDH izoenzymy; porucha energetického metabolismu; sérové parametry; poškození jater; období před porodem, den porodu, po porodu 5
- mléčný skot; mléčná užitkovost; srovnání matka-dcera 385
- období oteletí; mléčná užitkovost; vliv; české strakaté plemeno 343

– prvotelka; české strakaté plemeno; lineární popis; užitkovost; dědivost; genetické korelace	289
– strojní dojení; podtlak; strukové návlečky; teplota struku; termografie	131
– zaprahlá dojnice; trávicí trakt; plastické částice; pasáž a zdržení	263
Krev	
– krevní plazma	
– hladina GH a IGF-I; restrikce bílkovin; dlouhodobý vliv; jehně	535
– cholesterol; slepic; snáškové období	109
– izoenzymy LDH; aktivita; pitná voda; chlorace; jehně	103
– metabolismy; pankreas; časný postnatální růst; vliv věku a kyseliny linolové; jehně	497
– PABA; pankreas; aktivita chymotrypsinu; inhibitory proteáz; sója; hospodářská zvířata	151
– krevní sérum	
– Na; K; Ca; P; puerperium; bahnice	25
– sérové parametry; jaterní izoenzym; poškození jater; období před porodem, v den porodu, po porodu; dojnice	5
– krevní skupiny	
– býk; chiméra; potomstvo; segregace k. s.	457
– kůň; norik; charakterizace populace	457
Krevnatka úhoří	
– úhoř říční; anguillikolóza; infekce; biologie; mortalita; ČR	423
Krmivo	
– analýza krmiv; kapilární elektroforéza; metody; využití	277
Krmná hodnota	
– bezpluchý oves; jarní ječmen; bilanční pokusy; korelace	169
Krmné směsi	
– komerční k. s.; kuřecí brojler; výkrm; maso; celkové lipidy; cholesterol; mastné kyseliny; vliv složení směsi	179
– produkční účinnost k. s.; prase; výkrmnost; jatečná hodnota; kvalita masa; bílé masné plemeno; SR	219
– různá hladina N-látek; probiotika; kuřecí brojler; výkrm; užitkovost	73
– směsi pro časný dostav selat; různá hladina N-látek; enzymový preparát; růst; stravitelnost živin	409
Kryokonzervace	
– přenos embryí; zabřezávání	
– bahnice	19
– koza	61
– kráva	207
Kříženec (hybrid)	
– býček; jalovice; české strakaté plemeno x limousin; růst; tělesné rozměry	241
– býk; slovenské strakaté plemeno x simentalizovaná plemena; výkrmnost; jatečná hodnota	201
– jatečný býk; český strakatý skot x masná plemena; jatečné tělo; skladba a kvalita	39
– jehně; kříženec chorvatských mléčných plemen ovcí; kosterní svaly; histometabolické vlastnosti	463
– hybrid	
– hybrid <i>Carassius gibelio</i> x <i>Cyprinus carpio</i> ; meristické znaky; výskyt; SR	515
– hybrid vyza velká x jeseter malý; F ₃ generace; bakteriální antigeny; imunitní reakce; vliv antigenů	255
– hybridní prasnice; heterospermní inseminace; počet narozených selat	13
– jeseterovití; odchov plůdku; morfometrické studie	97
Křížení	
– užitková křížení; ovce; šlechtění výchozích otcovských a mateřských plemen; dopad v užitkovém křížení	523
Kůň	
– mechanika pohybu; lokomoce; objektivní měření; ČR	295
– norik; charakterizace populace; mikrosatelity; proteinový polymorfismus; krevní skupiny	457
Kuře	
– retence Zn; vliv pohlaví a věku; alometrie růstu	269
Kuřecí brojler	
– jatečně opracované tělo; způsoby chlazení; absorpce vody	93
– vitamín E; zvýšené dávky; užitkovost; hematologické ukazatele; vliv	397
Kvalita masa	
– vepřové m.	
– asociace genů RYR I; GH; LEP; TF; kvalita masa	481
– bílé masné plemeno; výživná hodnota krmných směsí; porážková hmotnost; vliv	219
– pH ₄₅ ; genotyp; intenzita růstu; vliv	49
– změny pH; elektrická vodivost; korelace; PSE maso; identifikace	551
Kyselina linolová	
– pankreas; krevní plazma; lipidy; časný postnatální růst; vliv kyseliny linolové; jehně	497
Kyselina P-aminobenzoová (PABA)	
– krevní plazma; inhibitory proteáz; sója; chymotrypsin; pankreas; hospodářská zvířata	151
Kyselost masa	
– vepřové m.	
– pH ₄₅ ; genotyp; intenzita růstu; vliv	49
– vývoj hodnot pH; měření v pěti časových intervalech post mortem	551
Laktace	
– bahnice; vlastnosti vlny; vliv laktace; plemeno merino	475
Laktobacily	
– mléčný fermentovaný produkt; zkrmování; tele; spotřeba živin	113
Laparoskopie	
– přenos embryí; dárkyně; příjemkyně	
– bahnice; zabřezávání	19
– koza; zabřezávání	61
Ledviny	
– koncentrace Cu a Fe; bentonit; S; Mo; přídavek; palmojádrové výlisky; ovce	125
Leukogram	
– prase; včk; plemenná příslušnost; vliv	337
Líhivost	
– pštrosí vejce; relativní vlhkost; vliv vlhkosti	303
Lokomoce	
– kůň; objektivní měření; elektronické přístrojové vybavení; ČR	295
Masná užitkovost	
– ovce	
– jehně	
– polointenzivní výkrm; přídavek Se a Zn; vliv na masnou užitkovost	415
– prase	
– genotyp; intenzita růstu; vliv	49
– výživná hodnota krmných směsí; porážková hmotnost; vliv; bílé masné plemeno; SR	219
– skot	
– býk	
– kříženci český strakatý skot x masná plemena	39
– kříženci slovenské strakaté plemeno x simentalizovaná plemena	201
Maso	
– drůbeží	
– kuřecí brojler	
– celkové lipidy; cholesterol; mastné kyseliny; komerční krmná směs; složení; vliv	179
– vepřové	
– kvalita masa	49, 219, 481, 551
– stabilita tukové složky; vitamín E; vliv	361

Mastné kyseliny	
– Ca-soli mastných kyselin; kuřecí brojler; výživa; účinek solí	351
– maso; kuřecí brojler; komerční krmná směs; vliv složení směsi	179
– pankreas; krevní plazma; časný postnatální růst; jehně	497
Maternální efekty	
– animal model; užitkové vlastnosti; hospodářská zvířata	329
Měď	
– intoxikace Cu; průmyslové emise; distribuce minerálů;	
parenchymatozní orgány; jehně	487
– otrava Cu; bentonit; S; Mo; přídavek; palmojádrové výlisky;	
ovce	125
Mechanika pohybu	
– kůň; objektivní měření; elektronické přístrojové vybavení; ČR	295
Mikronizace	
– obilniny; kuřecí brojler; výkrm; jatečná hodnota; vliv	
mikronizovaných o.	225
Mikrosatelity	
– kůň; norik; charakterizace populace	457
Mléčná užitkovost	
– holštýnsko-fríské plemeno; dcery importované a otelené v ČR;	
genetické parametry býků; Francie; vliv na užitkovost	433
– mléčný skot; srovnání matka–dcera	385
– období otelení; vliv; české strakaté plemeno	343
– l. normovaná laktace; lineární popis; exteriér; genetické	
korelace; prvotelky; české strakaté plemeno	289
Mléčný fermentovaný produkt	
– zkrmování; tele; věk do 90 dnů; spotřeba; krmivo; sušina; NL;	
vláknina; NEL	113
Mlézivo	
– koza; aminokyselinové složení; změny; prvních 72 hodin po	
porodu	541
Molybden	
– přídavek; palmojádrové výlisky; chronická toxicita Cu; ledviny;	
játra; ovce	125
Morfologická anomálie	
– sumec velký; larvální růst a vývoj; experimentální granulované	
krmivo	29
Morfometrie	
– jeseterovití; hybridí; odchov plůdku	97
Moučky z mušic larev a kukel	
– krmení; náhrada rybí moučky; tilapia nilská	81
<i>Neogobius kessleri</i> (Günter 1861)	
– absolutní plodnost; relativní plodnost; velikost jikry; slovenský	
úsek Dunaje	215
Netto energie laktace (NEL)	
– mléčné fermentované produkty; zkrmování; tele; věk do 90 dnů;	
spotřeba	113
Období otelení	
– mléčná užitkovost; vliv; české strakaté plemeno	343
Obilniny	
– mikronizace; kuřecí brojler; výkrm; jatečná hodnota; vliv	
mikronizovaných o.	225
Okoun říční (<i>Perca fluviatilis</i> L.)	
– hormonální indukce ovulace; poloumělý výtěr; umělý výtěr;	
analog GnRH; kapří hypofýza; plodnost	309
Oligosacharidy mannanů	
– krmné směsi; různá hladina N-látek; kuřecí brojler; výkrm;	
užitkovost	73
Ovce	
– bahnice	19, 25, 475
– březost	19, 475
– enzymy	103
– histometabolické vlastnosti	463
– intoxikace Cu; průmyslové emise	487
– jehně	103, 249, 415, 463, 497, 535
– kosterní svaly	463
– krevní sérum	25, 103, 497
– křížení	523
– laktace	475
– masná užitkovost	415
– mikroskopické a makroskopické vlastnosti	475
– minerální prvky	25, 125, 487
– pankreas	497
– parenchymatozní orgány	487
– pastva; prostředí	509
– plemena	475, 509, 523
– přenos embryí	19
– puerperium	25
– růst	497
– růstový hormon	535
– srst; šednutí	249
– stopové prvky	509
– superovulace	19
– šlechtění	523
– toxicita	125
– vlna	475, 509
– výkrm	415
– výživa	125, 535
Ovulace	
– hormonální indukce ovulace; analog GnRH; okoun říční	309
– indukovaný výtěr; hypofýza; piskoř pruhovaný	403
PAAGE	
– genotypové frekvence; polymorfismus; detekce	
– plemena prasat	481
Palmojádrové výlisky	
– bentonit; síra; molybden; přídavek; ledviny; játra; koncentrace	
Cu a Fe; ovce	125
Pankreas	
– aktivita chymotrypsinu; PABA; HPLC; inhibitory proteáz; sója;	
hospodářská zvířata	151
– lipidy; časný postnatální růst; vliv věku a kyseliny linolové;	
jehně	497
Parenchymatozní orgány	
– ovce; intoxikace Cu; rizikové prvky; průmyslové emise	487
Pasáž	
– plastické částice; trávící takt; zaprahlá dojnice	263
Pastva	
– ovce; polské merino; znečištěné prostředí; neznečištěné	
prostředí; vlna; stopové prvky; rizikové prvky; koncentrace	509
Peroxidové číslo	
– stabilita tukové složky; vepřové maso; vitamin E; vliv	361
Piskoř pruhovaný (<i>Misgurnus fossilis</i>)	
– indukovaný výtěr; hypofýza; ovulace; jikry; pracovní	
plodnost	403
Pitná voda	
– chlorace; izoenzymy LDH; aktivita; krevní plazma; jehně	103
Plastické částice	
– pasáž a zdržení; trávící trakt; zaprahlá dojnice	263
Plemena	
– koza	
– mohérové; přenos embryí; zabřezávání	61
– sánské bílé krátkosrsté; přenos embryí; zabřezávání	61
– kůň	
– česky chladnokrevný kůň slezský norik; charakterizace;	
mikrosatelity; proteinový polymorfismus; krevní skupiny	457
– ovce	
– merino	
– bahnice; březost; laktace; vlastnosti vlny; vliv	475

– vlna; stopové prvky; pasta; prostředí	509	– plemena prasat	441; 481
– otcovská a mateřská plemena; šlechtění; křížení	523	Poměr n6/n3 polynenasycených mastných kyselin (PUFA)	
– wrzosówka		– komerční krmná směs; složení; kuřecí brojler; výkrm;	
– jehně; šednutí srsti; histologická studie	249	cholesterol; celkové lipidy; maso	179
– prase		Porážková hmotnost	
– bílé masné		– prase; výkrmnost; jatečná hodnota; kvalita masa; bílé masné	
– test vlastní užitkovosti; test výkrmnosti a jatečné hodnoty;		plemeno; vliv p. h.	219
genetické parametry; SR	145	Porod	
– výkrmnost; jatečná hodnota; kvalita masa; výživná hodnota		– období prvních 72 hodin po porodu; mlezivo; aminokyselinové	
krmných směsí; porážková hmotnost; vlivy	219	složení; změny; koza	541
– landrase		– období před porodem, den porodu, po porodu; izoenzymy	
– velikost vrhu; genetické parametry; ČR	193	LDH; poruchy energetického metabolismu; poškození jater;	
– bílé ušlechtilé		dojnice	5
– test vlastní užitkovosti; selekční index	55	Prase	
– test vlastní užitkovosti; test výkrmnosti a jatečné hodnoty;		– březost	13
genetické parametry; SR	145	– enzymový preparát	409
– velikost vrhu; genetické parametry; ČR	193	– fyziologie	151
– mateřská plemena; otcovská plemena; výkrmnost; jatečná		– gen <i>GH (HaeII, MSP1)</i>	441
hodnota	49	– genetické hodnocení	193, 377, 447, 555
– přeštické strakaté		– genetické parametry	145, 193
– velikost vrhu; genetické parametry; ČR	193	– geny <i>RYRI, GH, LEP, TF</i>	481
– různá plemena; hematologický a imunologický profil; vliv		– hematologické a imunologické parametry	337
věku a plemenné příslušnosti	337	– inseminace	13
– skot		– jatečná hodnota	49, 219
– české strakaté (C)		– kaneč	55
– býci; kříženci s masnými plemeny; jatečné tělo; skladba		– kvalita masa	219, 361, 481, 551
a kvalita	39	– metoda HPLC	151
– býčci; jalovice; růst; tělesné rozměry; intenzita růstu	241	– plemena	49, 55, 145, 193, 219, 337
– mléčná užitkovost; období otelení; vliv	343	– polymorfismus	441
– prvotelky; znaky lineárního popisu; exteriér; genetické		– prasnice	13, 193
parametry	289	– produkční znaky	377, 441, 447, 481
– holštýnsko-fríské		– růst	49, 409
– klinická mastitida; produkční znaky; reprodukční znaky; vliv;		– sele	13, 119, 193, 409
Egypt	529	– stravitelnost živin	409
– mléčná užitkovost; reprodukce; import do ČR; dcery býků;		– test vlastní užitkovosti	55, 145
genetické parametry býků; Francie; vliv parametrů	433	– test výkrmnosti a jatečné hodnoty	145
– charolais		– trendy prostředí	447
– zušlechťování; výsledky; ČR; 1991–1997	389	– věk	337
– limousin		– víceznakový animal model	193, 377, 447, 555
– býčci; jalovice; růst; tělesné rozměry; intenzita růstu	241	– výkrm; výkrmnost	49, 55, 219
– masná plemena		– výživa	119, 361, 409
– býci; kříženci; český strakatý skot x masná plemena; jatečné		Prasnice	
tělo; skladba a kvalita	39	– hybridní prasnice; heterospermní inseminace; zabřezávání;	
– slovenské strakaté		počet narozených selat; vliv inseminace	13
– býci; kříženci slovenské strakaté x simentalizovaná		– velikost vrhu; genetické parametry; plemena prasat; ČR	193
plemena; masná užitkovost	201	Prestartér	
Plemenná hodnota		– kombinace aditiv; sele; nutriční ukazatele; užitkovost	119
– mléčný skot; mléčná užitkovost; srovnání matka–dcera	385	Probiotika	
Plodnost		– <i>Enterococcus faecium</i> ; enzymy; prestartér; sele; nutriční	
– absolutní p. ; relativní p. ; <i>Neogobius kessleri</i> ; slovenský úsek		ukazatele; užitkovost	119
Dunaje	215	– Lactiferm; BIO-MOS; krmné směsi; různá hladina N-látek;	
– indukce ovulace; umělý výtěr; okoun říční	309	kuřecí brojler; výkrm; užitkovost	73
– pracovní plodnost; indukovaný výtěr; ovulace; pískoř		– probioticko-enzymatická aditiva; fermentace vojtěšky; vliv	87
pruhovaný	403	Produktce živin a energie	
Plůdek		– bezpluchý oves; jarní ječmen; korelace	169
– hybrid vyza velká x jeseter malý; F ₃ generace; bakteriální		Produkční znaky	
antigeny; imunitní reakce; vliv antigenů	255	– genetické hodnocení; víceznakový animal model; prase	377
Pohlaví		– geny <i>RYRI, GH, LEP, TF</i> ; asociace s produkčními znaky; prase	481
– retence Zn; alometrie růstu; vliv pohlaví; kuře	269	– holštýnsko-fríské plemeno; kráva; klinická mastitida; vliv	
Polární liška		infekce na produkční znaky; Egypt	529
– růst; granulované krmivo; kožka; zdraví	503	– polymorfismus genu růstového hormonu; vztah k produkčním	
Polymerázová řetězová reakce (PCR)		znakům; prase	441
– genotypové frekvence; polymorfismus; detekce		Protein	
– plemena prasat	441; 481	– degradace proteinu; bachor; střední stravitelnost; proteolytické	
Polymorfismus		enzymy	323
– gen růstového hormonu; vztah k produkčním znakům; prase	441	– příjem proteinu; bilanční pokusy; výkrm býků	317
Polymorfismus délky restrikčních fragmentů (RFLP)		– restrikce proteinu; dlouhodobý vliv; koncentrace GH a IGF-I;	
– genotypové frekvence; polymorfismus; detekce		krevní plazma; jehně	535

Proteinový polymorfismus	
– kůň; norik; charakterizace populace	457
Přenos embryí	
– agregovaná embrya; blastoméra; různý genetický původ; <i>in vitro</i> ; chiméra; skot	1
– superovulace; dárkyně; příjemkyně; laparoskopie; kryokonzervace; zabřezávání	
– bahnice; přežívání embryí; zisk; kvalita	19
– koza; mohérová; sánská	61
– kráva; vliv dárkyně a otců	207
Přezývavci	
– degradace proteinu; bachor; stěvná stravitelnost; <i>in vitro</i> metody; proteolytické enzymy	323
Příjemkyně	
– přenos embryí; laparoskopie; kryokonzervace; březost	
– bahnice; přežívání embryí	19
– koza; zabřezávání; sezonnost	61
– kráva; zabřezávání příjemkyň; vliv dárkyň a otců	207
Pšenice	
– příkrmování zrnem pšenice; roasterový kohout; výkrm; optimální délka výkrmu	229
Pštroš (<i>Struthio camelus</i>)	
– pštrosí vejce; relativní vlhkost; líhivost; vliv vlhkosti	303
– svaly	
– chladové zkracování; délka sarkomer	273
– kvalita svalů; věk zvířete; vliv	365
Puerperium	
– bahnice; Depotocin; Dirigestran; krevní sérum; Na; K; Ca; P	25
Relativní vlhkost	
– líhivost; pštrosí vejce; vliv vlhkosti	303
Reprodukce	
– holštýnsko-fríské plemeno	
– genetické parametry býků; Francie; dcery importované a otelené v ČR; vliv parametrů na reprodukci	433
– klinická mastitida; reprodukční znaky; vliv infekce; Egypt	529
Restringovaná metoda maximální věrohodnosti (REML)	
– kovarianční matice; genetické parametry; produkční znaky; test vlastní užítkovosti; test výkrmnosti a jatečné hodnoty; prase; SR	145
Rizikové prvky	
– intoxikace Cu; průmyslové emise; kumulace a distribuce rizikových prvků; ovce	487
– vlna; polské merino; koncentrace rizikových prvků; pastva; prostředí	509
Roasterový kohout	
– výkrm; příkrmování zrnem pšenice; optimální délka výkrmu	229
Rouno	
– vláčno; šednutí; histologická studie; jehně; plemeno wrzosówka	249
Růst	
– alometrie růstu; retence Zn; vliv pohlaví a věku; kuře	269
– asymetrická S-funkce; alometrická rovnice; kuřecí brojler; kvalita jatečného trupu	233
– charolaiské plemeno; slechtitelský pokrok; výsledky; období 1991–1997; ČR	89
– jehně; časný postnatální růst; pankreas; krevní plazma; metabolismy; lipidy; vliv věku a kyseliny linolové	497
– larvální r.; koeficient kondice; délko-hmotnostní vztah; experimentální granulované krmivo; morfologické anomálie; sumec velký	29
– tělesné rozměry; býček; jalovice; české strakaté plemeno; limousin; kříženci	241
Růstový hormon	
– koncentrace; krevní plazma; restrikce bílkovin; dlouhodobý vliv; jehně	535
Ryby	
– analog GnRH	309
– anguillikolóza	423
– hybridy	97, 255, 515
– hypofýza	309, 403
– imunitní reakce	255
– jeseterovití	97, 255
– kapr	309
– morfologie	29
– morfometrie	97
– <i>Neogobius kessleri</i> (Günter 1861)	215
– okoun říční	309
– pískoř pruhovaný	403
– plodnost	215
– růst; vývoj	29
– sumec velký	29
– tilapie nilská	81
– úhoř říční	423
– umělý výěr	309
– vyza velká	255
– výživa	29, 81
Řepkový olej	
– kuřecí brojler; výživa; růst; konverze	351
Sarkomera	
– délka s.; svaly; chladové zkracování; pštroš	273
Sele	
– počet narozených selat; hybridní prasnice; heterospermní inseminace; vliv inseminace	13
– velikost vrhu; genetické parametry; odhad; víceznakový animal model; plemena prasat; ČR	193
– výživa	119; 409
Selekční index	
– kanec; bílé ušlechtilé plemeno; vlastní užítkovost; hodnocení	55
Selen	
– přídatek Se; jehně; polointenzivní výkrm; masná užítkovost; vliv přídatku	415
Siláž	
– vojtěška; probiotika; vliv na fermentaci	87
Síra	
– přídatek; palmojadřové výlisky; chronická toxicita Cu; ledviny; játra; ovce	125
Skot	
– býk	1, 39, 201, 207, 241, 317, 433
– exteriér	289
– fyziologie	151, 263
– genetické parametry	289, 433
– chiméra	1
– jalovice	241
– jatečné tělo	39
– jaterní izoenzym	5
– klinická mastitida	529
– kráva	5, 131, 207, 263, 289, 343, 385, 389, 433, 529
– krevní sérum	5
– krevní skupiny	1
– křížení	39, 241
– masná užítkovost	201
– měšíc otelení	343
– metabolismus	5
– metoda HPLC	151
– mléčná užítkovost	289, 343, 385, 433
– plemena	39, 201, 241, 289, 343, 389, 433, 529
– porod	5
– produkční znaky	529
– přenos embryí	1, 207
– příjem Ca, P, energie, proteinu	317
– reprodukční znaky	529
– růst	241, 389
– srovnání matka–dcera	385

- strojní dojení	131
- tele	113, 151, 389
- tělesné rozměry	241, 389
- termografie	131
- výkrm	201, 317
- výživa	113
Slepé střevo	
- fermentace <i>in vitro</i> ; králík; vliv věku	157
Slepice	
- krevní plazma; cholesterol; snáškové období	109
- tenké střevo; aktivita chymotrypsinu; inhibitory proteáz; vliv inhibitorů	151
- vejce	135; 187; 369
Slovenská republika (SR)	
- hybrid <i>Carassius gibelio</i> x <i>Cyprinus carpio</i> ; meristické znaky; výskyt	515
- <i>Neogobius kessleri</i> ; plodnost; velikost jikry; slovenský úsek Dunaje	215
- produkční ukazatele; genetické trendy; trendy prostředí; plemena prasat	447
- produkční znaky; genetické parametry; test vlastní užítkovosti; test výkrmnosti a jatečné hodnoty; prase; bílé ušlechtilé plemeno; bílé masné plemeno	145
Snáška	
- snáškové období; slepice; krevní plazma; cholesterol	109
Sodík	
- koncentrace; krevní sérum; puerperium; Depotocin; Dirigestran; bahnice	25
Sója	
- inhibitory proteáz; aktivita chymotrypsinu; tenké střevo; slepice; tele; prase; vliv inhibitorů	151
Stravitelnost	
- střevní stravitelnost; degradace proteinu; bachor; <i>in vitro</i> metody; proteolytické enzymy	323
- živiny	
- enzymový preparát; proteolytická aktivita; směsi pro časný odstav selat; různá hladina N-látek	409
- prestartér; probiotikum; enzymy; aditiva; sele	119
Strojní dojení	
- kráva; podtlak; strukové návlečky; teplota struku; termografie	131
Struk	
- teplota struku; strojní dojení; podtlak; strukové návlečky; termografie; kráva	131
Strukové návlečky	
- různý tvar; teplota struku; termografie; strojní dojení; kráva	131
Sumec velký (<i>Silurus glanis</i>)	
- larvální růst a vývoj; experimentální granulované krmivo; délko-hmotnostní vztah; koeficient kondice; morfologické anomálie	29
Superovulace	
- králík; zygoty; prvojádro; mikroinjekce; vliv superovulace	471
- přenos embryí; dárkyně	
- bahnice; režim superovulace	19
- koza; sezonnost	61
- kráva; vliv dárkyň a otců	207
Sušina	
- mléčné fermentované produkty; zkrmování; tele; věk do 90 dnů; spotřeba sušiny	113
Svaly	
- jehně	
- kříženci; kosterní svaly; histometabolické vlastnosti	463
- pštos	
- chladové zkracování; délka sarkomer	273
- kvalita svalů; věk zvířete; vliv	365
Syntetická barviva	
- Carophyll; přísádek do krmiva; slepičí vejce; barva žlutouku	187

Slechtění	
- ovce; selekční efekt; výchozí otcovská a mateřská plemena; užítkové křížení; ekonomické hodnoty vlastností	523
Tele	
- charolaiské plemeno; slechtitelský pokrok; výsledky; hmotnost při narození a v různém věku; ČR	389
- tenké střevo; aktivita chymotrypsinu; inhibitory proteáz; vliv inhibitorů	151
- věk do 90 dnů; mléčné fermentované produkty; zkrmování; spotřeba; krmivo; sušina; NL; vláknina; sušina; NEL	113
Telení	
- charolaiské plemeno; slechtitelský pokrok; výsledky; období 1991-1997; ČR	389
Tělesná hmotnost	
- charolaiské plemeno; slechtitelský pokrok; výsledky; období 1991-1997; ČR	389
Tělesné rozměry	
- charolaiské plemeno; slechtitelský pokrok; výsledky; období 1991-1997; ČR	389
- růst; býčci; jalovice; české strakaté plemeno; limousin; kříženci	241
Tenké střevo	
- aktivita chymotrypsinu; inhibitory proteáz; sója; vliv inhibitorů; slepice; tele; prase	151
Termografie	
- teplota struku; strojní dojení; podtlak; strukové návlečky; kráva	131
Test vlastní užítkovosti (Polní test)	
- kaneč; bílé ušlechtilé plemeno; selekční index; hodnocení	55
- prase; bílé ušlechtilé plemeno; bílé masné plemeno; genetické parametry; SR	145
Test výkrmnosti a jateční hodnoty (staniční test)	
- prase; bílé ušlechtilé plemeno; bílé masné plemeno; genetické parametry; SR	145
Tilapia nilská (<i>Oreochromis niloticus</i>)	
- krmení; moučky z mušičích larev a kukel; náhrada rybií moučky	81
Tiobarbiturové číslo	
- stabilita tukové složky; vepřové maso; vitamin E; vliv	361
Trávicí trakt	
- plastikové částice; pasáž a zdržení; zaprahá dojnice	263
Trend prostředí	
- produkční ukazatele; plemena prasat; SR	447
Tuk	
- stabilita tukové složky; vepřové maso; vitamin E; vliv	361
Úhoř říční (<i>Anguilla anguilla</i>)	
- krevnatka úhořů; infekce; biologie; mortalita; ČR	423
Vakcína	
- Furovac; celulární a humorální obranný mechanismus; plůdek; hybrid vyza velká x jeseter malý; F ₃ generace; antigen	255
Vanad	
- homeostaze glukózy; diabetes; BB potkan; vliv vanadu na homeostazi	47
Vápenaté soli mastných kyselin	
- kuřecí brojler; výživa; růst; konverze	351
Vejce	
- slepice	
- barva žlutouku; krmivo; přísádek syntetických barviv; vliv	187
- kvalita skořápky; nutriční faktory; vliv	135
- vaječný žlutek; obsah J; nadměrný příjem J; vliv	369
- pštos	
- lihnivost; relativní vlhkost; vliv vlhkosti	303
Věk	
- vliv věku	
- hematologický a imunologický profil; prase	337

– kvalita svalů; pštos	365	– skot	
– pankreas; krevní plazma; metabolity; lipidy; časný postnatální růst; jehně	497	– býk	
– retence Zn; alometrie růstu; kuře	269	– příjem Ca, P, energie, proteinu; hodnocení	317
– slepé střevo; fermentace; králík	157	– slovenské strakaté plemeno x simentalizovaná plemena; masná užitkovost; vliv plemeniků	201
Velikost vrhu		Výtěr	
– hybridní prasnice; heterospermní inseminace; vliv inseminace	13	– indukovaný výtěr; hypofyzace; ovulace; jikry; piskoř pruhovaný	403
– prasnice; genetické parametry; víceznakový animal model; plemena prasat; ČR	193	– poloumělý výtěr; umělý výtěr; analog GnRH; kapří hypofýza; okoun říční	309
Vitamin E		Vyza velká (<i>Husio huso</i> L.)	
– kuřecí brojler; zvýšené dávky vitamínu; užitkovost; hematologické ukazatele; vliv	397	– hybrid vyza velká x jeseter malý; F ₃ generace; bakteriální antigen; imunitní reakce; vliv antigenů	255
– vepřové maso; stabilita tukové složky; vliv vitamínu	361	Výživa	
Vláknina		– drůbež	
– mléčné fermentované produkty; zkrmování; tele; věk do 90 dnů; spotřeba vlákniny	113	– kuřecí brojler	
Vlna		– vápenaté soli mastných kyselin; řepkový olej; účinek	351
– ovce; polské merino; stopové prvky; rizikové prvky; koncentrace; pastva ve znečištěném a neznečištěném prostředí	509	– slepice	
Vojtěška		– Carophyll; přísádek do krmiva; zbarvení žlutku; vliv přísádku	187
– siláž; probiotika; vliv na fermentaci	87	– nadměrný příjem J; vaječný žlutek; obsah J	369
Výkrmnost		– nutriční faktory; kvalita skořápky	135
– drůbež	73, 225	– ovce	
– prase	49, 55, 219	– palmojádrové výlisky; přísádky bentonitu, S, Mb; toxicita mědi	125
– skot	39, 201	– polární liška	
Vysocúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)		– granulované krmivo; růst; kožka; zdraví	503
– PABA; krevní plazma; inhibitory proteáz; sója; chymotrypsin; tenké střevo; pankreas; hospodářská zvířata	151	– prase; vitamin E; vepřové maso; stabilita tukové složky; vliv vitamínu	361
Výkrm		– sele	
– drůbež		– prestartér; kombinace aditiv; nutriční ukazatele; užitkovost; vliv	119
– kuřecí brojler		– směsí pro časný odstav; enzymový preparát; růst; stravitelnost živin	409
– <i>Cryptosporidium meleagridis</i> ; užitkovost; vliv	69	– ryby	
– komerční krmná směs; maso; celkové lipidy; cholesterol; mastné kyseliny; vliv směsi	179	– sumec velký; granulované startérové krmivo; larvální růst a vývoj; koeficient kondice	29
– mikronizované obilniny; jatečná hodnota; vliv obilnin	225	– tilapie nilská; muší larvy; muší kukly; náhrada rybí moučky	81
– probiotika; krmné směsi; různý obsah N-látek; užitkovost; vliv probiotik	73	– skot	
– růst; asymetrická S-funkce; jatečná hodnota	233	– tele	
– vitamin E; zvýšené dávky; užitkovost; hematologické ukazatele	397	– mléčné fermentované produkty; spotřeba živin	113
– roasterový kohout		Zinek	
– optimální délka výkrmu; příkrmování zrnem pšenice	229	– přísádek Zn; jehně; polointenzivní výkrm; masná užitkovost; vliv přísádku	415
– ovce		– retence Zn; vliv pohlaví a věku; alometrie růstu; kuře	269
– jehně		Zygota	
– polointenzivní a pastevní výkrm; přísádek Se a Zn; masná užitkovost	415	– králík; superovulace; mikroinjekce	471
– prase			
– mateřská plemena; otcovská plemena; výkrmnost; jatečná hodnota	49		

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

POKYNY PRO AUTORY

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

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

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

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

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezí 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 zadávají jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

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

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

CONTENTS

Physiology and Reproduction

Kishk W. H., Awad M. M., El-Gohary A., Osman A. A., Amin A. A.: The effect of clinical mastitis infection on productive and reproductive traits in Holstein-Friesian cows under Egyptian conditions (in English)	529
Gładysz A., Krejčí P., Šimůnek J., Tománek M., Polkowska J.: The long-term effect of protein malnutrition on concentrations of growth hormone and insulin-like growth factor-I in female lambs (in English)	535
Kráčmar S., Gajdůšek S., Jelínek P., Zeman L., Kozel V., Kozlová M., Kráčmarová E.: Changes in amino acid composition of goat's colostrum during the first 72 hours after birth (in English)	541

Animal Products

Ništiar F., Kováč G., Rác O., Seidel H., Ništiarová A.: Effects of vanadium on glucose homeostasis in diabetic and non-diabetic BB rats (in English)	547
Kleinová I., Ingr I.: Dynamics of pH and electric conductivity values in <i>longissimus</i> and <i>semimembranosus</i> muscles of pigs (in Czech)	551

INFORMATION – STUDIES – REPORTS

Wolfová M., Wolf J.: Recent state of breeding value estimation in pig (in Czech)	555
NAME INDEX	I
SUBJECT INDEX	VII

OBSAH

Fyziologie a reprodukce

Kishk W. H., Awad M. M., El-Gohary A., Osman A. A., Amin A. A.: Vliv infekce klinické mastitidy na produkční a reprodukční znaky holštýnsko-fríských dojnic v podmínkách Egypta	529
Gładysz A., Krejčí P., Šimůnek J., Tománek M., Polkowska J.: Dlouhodobý vliv nízkoproteinové diety na hladinu růstového hormonu u jehnic	535
Kráčmar S., Gajdůšek S., Jelínek P., Zeman L., Kozel V., Kozlová M., Kráčmarová E.: Změny aminokyselinového složení mleziva koz v průběhu prvních 72 hodin po porodu	541

Živočišné produkty

Ništiar F., Kováč G., Rác O., Seidel H., Ništiarová A.: Vplyv vanádu na homeostázu glukózy u diabetických a nediabetických BB potkanov	547
Kleinová I., Ingr I.: Vývoj hodnot pH a elektrické vodivosti ve vepřovém mase v průběhu zrání	551

INFORMACE – STUDIE – ZPRÁVY

Wolfová M., Wolf J.: Současný mezinárodní stav odhadu plemenné hodnoty prasat	555
---	-----

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Süvegová K., Mertin D.: Mezinárodní vědecká konference v Polsku	546
---	-----

REJSTRÍK JMENNÝ	I
REJSTRÍK VĚCNÝ	XVI

Vědecký časopis Czech Journal of Animal Science ● Vydává Česká akademie zemědělských věd – Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: černa@uzpi.cz ● Sazba: Studio DOMINO – Ing. Jakub Černý, Plzeňská 145, 266 01 Beroun, tel.: 0311/62 29 59 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1999