

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Czech Journal of
ANIMAL SCIENCE

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

10

VOLUME 44
PRAGUE
OCTOBER 1999
ISSN 1212-1819

CZECH JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

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

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

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

Chairman – Předseda

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

Members – Členové

Prof. Ing. Jozef Bulla, DrSc. (Výzkumný ústav živočišné výroby, Nitra, SR)

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

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

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

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

Ing. Július Chudý, CSc. (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 živočišné výroby, Nitra, SR)

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

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

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

Editor-in-Chief – Vedoucí redaktorka

Ing. Marie Černá, CSc.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VLIV GENETICKÝCH PARAMETRŮ BÝKŮ ZJIŠŤOVANÝCH VE FRANCII NA UŽITKOVOST A REPRODUKCI DCER DOVEZENÝCH A OTELENÝCH V ČESKÉ REPUBLICĚ*

THE EFFECT OF GENETIC PARAMETERS OF SIRE IN FRANCE
ON THE PERFORMANCE AND REPRODUCTION OF DAUGHTERS
IMPORTED TO THE CZECH REPUBLIC AND CALVING HERE

L. Stádník, F. Louda

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

ABSTRACT: The study included 395 1st lactation cows of the Holstein-Friesian breed imported from France to the Czech Republic. The animals were imported in three groups within two months. The first heifers calved in two months after import. Production of kg milk, kg proteins and kg fat was evaluated with relation to the breeding values of sires for kg milk, kg proteins and kg fat and production indexes INEL and ISU (INEL expresses the content and percentage of proteins in milk, ISU expresses protein production, animal exterior and milkability) as determined in the country of origin while the effects of calving month, age at first calving and service period were taken into account. Reproductive parameters – service period, insemination interval and insemination index were evaluated with relation to the group of daughters divided according to the breeding values and indexes of sires while calving month, age at first calving and production of kg proteins were considered. The least-squares method was used for the analyses (PROC GLM/SAS). Breeding cows were divided into five groups in agreement with the sires breeding value. Daughters of bulls with calculated breeding values were included in groups 1–3, group 4 comprised daughters of bulls in which the tests did not terminate in the country of origin (France), therefore their breeding values and indexes were not determined, and group 5 consisted of daughters of bulls coming from the USA, Canada, Netherlands and Italy. Milk performance (7730 kg milk, 344 kg fat and 243 kg proteins) of the studied set is above average in comparison with the population of Black-Pied cattle in the Czech Republic. The effect of the season (calving month) on milk production and/or on reproductive capacity of dairy cows was demonstrated. The effect of calving month was statistically significant in kg milk and kg fat over 305 days of lactation ($P \leq 0.01$ or $P \leq 0.001$). The highest performance was recorded in dairy cows that calved in November and December, the lowest in dairy cows that calved in February and March ($P \leq 0.05$). The correlation between calving month and reproductive parameters is statistically significant ($P \leq 0.001$) for the length of insemination interval and for insemination index ($P \leq 0.05$). The shortest service period and insemination interval were determined in dairy cows that calved in April and the longest in dairy cows that calved in October ($P \leq 0.05$ and $P \leq 0.001$, respectively). The differences in performance and reproduction parameters can be explained by the individuality of animals underlying their adaptation to a new environment after import, and by the level of tending and appropriate quality of nutrition and management methods. High numbers of dairy cows calving in January to March indicate the breeders share in the worse results of performance in these dairy cows. The effect of sires breeding values for the performance concerned on the production daughters was confirmed while in the breeding value of 1997 newly determined in France after the heifers were imported to the Czech Republic, higher statistical significances were determined than in the 1992 values determined before the heifers were imported. The performance of daughters is related to sires breeding value for the performance concerned. Daughters of bulls with the highest breeding value for kg milk had by 597.65 kg significantly higher production of kg milk ($P \leq 0.001$) in comparison with the daughters of bulls with the lowest breeding value for kg milk. Evaluation of the production of kg proteins revealed a difference of 14.29 kg over 305 days of lactation in favor of the best group ($P \leq 0.01$) between the group of daughters after sires conferring to the progeny the best genetic constitution for the production of kg proteins and the group of daughters after sires with the lowest breeding value for kg proteins. The same trend was observed in the production of kg fat – the difference between the best and the worst group was 13.77 kg fat over 305 days of lactation ($P \leq 0.05$). Reproductive parameters were also evaluated with relation to sires breeding value for kg milk. Higher breeding value of the sire implied longer service period and insemination interval and higher insemination index of daughters, but the differences between the groups were not statistically significant. The longest service period of all groups was recorded in daughters of young bulls under testing in which the breeding value was not determined yet. This fact can be explained by

* Výzkum byl podporován Ministerstvem zemědělství České republiky (projekt NAZV č. EP-7158).

the use of unproved young bulls for repeated inseminations of nonpregnant heifers. The difference from the group of daughters with the highest breeding value of the sires was 86.59 days ($P \leq 0.01$). Reproductive parameters were also evaluated with respect to the production of kg proteins. Dairy cows with the production higher than 230 kg proteins had longer service period by 51.33 days or by 54.58 days, at statistical significance 0.001 or 0.01, and higher insemination index by 0.54 or 0.71 ($P \leq 0.05$).

Keywords: cattle; milk performance; reproduction; INEL; ISU; breeding value; performance of daughters; import

ABSTRAKT: Bylo sledováno 395 krav holštýnsko-fríského plemene na první laktaci, importovaných do České republiky z Francie. Byly hodnoceny ukazatele produkce kg mléka, kg bílkovin a kg tuku za 305 dní ve vztahu k plemenným hodnotám otců pro kg mléka, kg bílkovin, kg tuku a produkčních indexů INEL a ISU stanovených v zemi původu jalovic v letech 1992 a 1997, při zohlednění vlivu měsíce otelení, věku při 1. otelení a servis periody. Reprodukční ukazatele – servis perioda, inseminační interval a inseminační index – byly hodnoceny v závislosti na plemenných hodnotách a indexech otců při zohlednění měsíce otelení, věku při 1. otelení a vlastní produkce kg bílkovin. Vlastní analýza byla provedena metodou nejmenších čtverců (PROC GLM SAS). Měsíc otelení byl statisticky významný pro produkci kg mléka a kg tuku. Vztah mezi měsícem otelení a reprodukčními ukazateli byl statisticky významný pro délku inseminačního intervalu a pro inseminační index. Byl potvrzen vliv plemenných hodnot otců pro sledovanou užitkovost na vlastní produkci dcer – vyšší užitkovost dcer souvisí s vyšší plemennou hodnotou otce pro sledovanou užitkovost ($P \leq 0,05$ pro kg tuku až $P \leq 0,001$ pro kg mléka). Při hodnocení reprodukčních ukazatelů byla zjištěna delší servis perioda i inseminační interval a vyšší inseminační index u skupin dcer s vyšší plemennou hodnotou, ale rozdíl mezi skupinami nebyly statisticky průkazné. Reprodukční ukazatele byly také hodnoceny vzhledem k vlastní produkci kg bílkovin. U dojnic s vyšší produkcí kg bílkovin byla zjištěna delší servis perioda a vyšší inseminační index.

Klíčová slova: skot; mléčná užitkovost; reprodukce; INEL; ISU; plemenná hodnota; užitkovost dcer; import

ÚVOD

Pozornost šlechtitelů skotu je průběžně zaměřena na zvyšování mléčné užitkovosti. Plemenný materiál dovezený v posledních letech vyžaduje sledování genetického přínosu a interakcí v našich podmínkách. V posledních 20 letech došlo v evropských zemích u holštýnské skotu ke zvýšení hodnot ukazatelů genetického pokroku pro mléčnou produkci o 0,6 % za rok. V minulých 10 letech se ukazatele genetického pokroku zvyšují o 1,2 % za rok a během posledních 5 let došlo u těchto ukazatelů vlivem importu spermatu a embryí ze zámoří ke zvýšení o 2,2 % za rok (Lindberg *et al.*, 1998). Při větších rozdílech v produkčním prostředí je nezbytné genetické přizpůsobení hospodářských zvířat k místním podmínkám (Jakubec *et al.*, 1998). Zvyšující se mléčná užitkovost skotu je ovlivněna nejen podstatnou změnou ve výživě dojnic, ale i zvyšující se úrovní plemenářské práce. Nově zaváděné postupy ve šlechtění, především zpřesňování odhadu plemenné hodnoty býků a krav, dávají předpoklady k produkci zvířat s vysokým genetickým základem pro požadovanou užitkovost. Záměrnému připarování je dnes v předních chovech věnována již odpovídající péče. Větší rezervy při budování stáda jsou na úseku selekce ve stádě. Hlavním ukazatelem pro selekci na mléčnou užitkovost se stávají kg bílkovin (Mikšík, 1998). V posledních letech je středem zájmu chovatelů obsah bílkovin v mléce vzhledem k lepšímu ekonomickému zhodnocení mléka s vyšším obsahem bílkovin ze strany mlékárny. Na množství vyprodukovaných pevných složek v mléce během laktace se podílí celá řada faktorů svým komplexním působením na organismy sledovaných dojnic. Proto je vždy obtížné

odhadnout co nejpřesněji vliv každého faktoru na hodnocenou produkci. Plemenná hodnota otce pro námi preferovanou produkci je jedním ze selekčních ukazatelů působících na výběr býka do inseminace ve stádě. Vyhovuje-li předpokládaný genetický přínos plemenné hodnoty otce, mohou být jeho inseminační dávky využívány v reprodukčním cyklu stáda. Zda budoucí užitkovost dcer plemeníka bude odpovídat předpokladům, závisí na mnoha dalších faktorech odchovu telete, jalovice a následně chovu dojnice během jejího laktačního období (Kvapilík, 1995). Porovnáváním očekávaného genetického zisku a skutečně dosaženého zisku v produkci dcer se zabývali McGuirk *et al.* (1997). V jejich pokusu pouze 22 % potomků dosáhlo ve své produkci hodnot očekávaných v závislosti na plemenných hodnotách rodičů. Ray *et al.* (1992a, b), Ryan *et al.* (1992) a Thompson *et al.* (1996) studovali vliv sezony a mikroklimatu na mléčnou užitkovost i na reprodukční ukazatele. Howell *et al.* (1994), kteří sledovali vliv sezony na produkci progesteronu, dospěli k závěru, že vyšší teploty během letního období způsobují nejen zvýšení rektální teploty, ale i snížení produkce a koncentrace progesteronu, což má za následek snížení fertility. Hofmann a Funk (cit. Vacek, 1995) tvrdí, že jalovice otelené ve věku 23 až 24 měsíců dosahují nižší mléčné užitkovosti na I. laktaci i v dalších jednotlivých laktačních oproti jalovicím později oteleným, avšak v celoživotní užitkovosti a relativní produkci mléka na jeden den věku dosahují lepších výsledků a tím vyšší ziskovosti za celé produkční období. Říha *et al.* (1995) zjistili se zvyšujícím se věkem při 1. otelení vyšší užitkovost, ale zároveň podstatně se zhoršující plodnost u plemenic v šesti šlechtitelských chovech českého

strakatého plemene. Další autoři se zabývali působením mléčné produkce na reprodukční ukazatele. Ve většině případů je uváděn negativní vztah mezi výší užitkovosti a výslednými reprodukčními ukazateli (Říha *et al.*, 1995; Kúbek *et al.*, 1998).

Reprodukce je základem všech směrů užitkovosti. Po porodu u dojnic však dochází k tzv. laktační dominanci, kdy řídicí mechanismy zabezpečují produkci mléka pro přežití mláďat (Stubbings, 1998).

Cílem práce bylo porovnat mléčnou užitkovost a ukazatele reprodukce dosažené importovanými vysokobřezími jalovicemi v České republice v letech 1996–1997 s plemennými hodnotami a produkčními indexy jejich otců stanovenými ve Francii v letech 1992 a 1997.

MATERIÁL A METODA

Do sledování bylo zařazeno 395 krav holštýnsko-fríského plemene na první laktaci, importovaných do České republiky na podzim roku 1995. Byly sledovány vyprodukované kg mléka, kg bílkovin a kg tuku za 305 dní laktace ve vztahu k plemenným hodnotám (PH) otců pro kg mléka, kg bílkovin a kg tuku a k produkčním indexům INEL a ISU při zohlednění vlivu měsíce otelení, věku při 1. otelení a servis periody. Index INEL je francouzský ekonomický mléčný index, který zohledňuje množství a procentuální podíl bílkovin v mléce; index ISU je francouzský celkový index zohledňující produkci bílkovin, exteriér zvířete a výsledky dojitelnosti. Reprodukční ukazatele – servis perioda (SP), inseminační interval a inseminační index – byly hodnoceny v závislosti na skupině dcer rozdělených podle plemenných hodnot a indexů otců (skupina dcer) při zohlednění měsíce otelení, věku při 1. otelení a vlastní produkce kg bílkovin. Vlastní analýza byla provedena metodou nejmenších čtverců (PROC GLM SAS/STAT 6.03) s využitím těchto:

1) pro produkční ukazatele

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + \beta_1(c_{ij} - c) + \beta_2(d_{ij} - d) + e_{ijkl}$$

kde: Y_{ijk} – naměřená užitkovost
 μ – společná konstanta
 a_i – efekt měsíce otelení
 b_j – efekt skupiny dcer (podle PH otce pro kg mléka, kg bílkovin, kg tuku a indexů INEL a ISU; podle každého kritéria vytvořeno 5 skupin dcer)

$\beta_1(c_{ij} - c)$ – regrese na věk při 1. otelení
 $\beta_2(d_{ij} - d)$ – regrese na délku servis periody
 e_{ijkl} – zbytková chyba

2) pro reprodukční ukazatele

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + \beta(d_{ijk} - d) + e_{ijklm}$$

kde: Y_{ijk} – naměřená užitkovost
 μ – společná konstanta
 a_i – efekt měsíce otelení
 b_j – efekt skupiny dcer (podle PH otce pro kg mléka, kg bílkovin, kg tuku a indexů INEL a ISU; podle každého kritéria vytvořeno 5 skupin dcer)
 c_k – efekt vlastní produkce kg bílkovin
 $\beta(d_{ijk} - d)$ – regrese na věk při 1. otelení
 e_{ijklm} – zbytková chyba

Třídění plemenic v závislosti na měsíci otelení ukazuje tab. III. Rozdělení plemenic v závislosti na plemenné hodnotě nebo indexu otce bylo provedeno do 5 skupin a je znázorněno v tab. IV až VI. První tři skupiny byly určeny v závislosti na výšce plemenné hodnoty nebo indexu otce. Mezní hodnoty plemenných hodnot a indexů pro rozdělení dcer do skupin byly stanoveny tak, aby počet dcer v těchto skupinách byl porovnatelný. Skupina 4 je sestavena z dcer mladých francouzských býků, kteří ještě nedokončili testaci, a proto ještě neměli stanovenou plemennou hodnotu ani index. Tyto býky bylo v roce 1992 celkem 31, ale v roce 1997 jich bylo již pouze 5, protože během uplynulé doby byla u 26 z původních býků dokončena testace a stanoveny plemenné hodnoty a indexy. Skupina 5 představuje dcery býků pocházejících z USA, Kanady, Nizozemí a Itálie, tedy zahraničních vůči zemi původu jalovic. Jejich počet byl v stejný v roce 1992 i v roce 1997 – bylo hodnoceno 17 zahraničních býků. Rozdělení dojnic v závislosti na vlastní produkci kg bílkovin je znázorněno v tab. VII.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základní hodnoty souboru jsou uvedeny v tab. I. Průměrná produkce byla 7 730,8 kg mléka za 305 dní laktace při minimální hodnotě produkce 3 650,0 kg a maximální produkci 10 728,0 kg mléka. Za stejný úsek laktace bylo v průměru vyprodukováno dojnicemi 243,18 kg bílkovin a 344,33 kg tuku při minimálních

I. Základní hodnoty souboru – Basic data on the set

Užitkovost ¹	n	Minimum	Maximum	Průměr ⁹	s
kg mléka ²	395	3 650,00	10 728,00	7 730,88	1 284,83
kg bílkovin ³	395	112,00	329,00	243,18	37,35
kg tuku ⁴	395	152,00	479,00	344,33	55,20
Věk při 1. otelení ⁵	395	636,00	1 206,00	824,08	86,69
Servis perioda ⁶	395	40,00	415,00	161,09	79,65
Inseminační interval ⁷	395	39,00	415,00	117,95	63,44
Inseminační index ⁸	395	1,00	7,00	1,97	1,21

¹performance, ²kg milk, ³kg proteins, ⁴kg fat, ⁵age at 1st calving, ⁶service period, ⁷insemination interval, ⁸insemination index, ⁹average

a maximálních hodnotách 112,00 kg a 329,00 kg bílkovin, resp. 152,00 kg a 479,00 kg tuku. Ze zjištěných výsledků produkčních ukazatelů sledovaného stáda vyplývá, že se pohybují nad průměrem při porovnání s výsledky kontroly užitkovosti celé populace dojeného skotu v České republice (Kvapilík 1998) i při porovnání s výsledky kontroly užitkovosti černostrakatého skotu (Vacek, Motyčka, 1998). Průměrný věk při I. otelení byl 824 dní, tzn. 27 měsíců, při nejnižším věku při I. otelení v 636 dnech, tedy v 21 měsících, a nejvyšší věk při I. otelení byl 1 206 dní, tedy necelých 40 měsíců. Inseminační interval byl v průměru 117,95 dní, přičemž jeho hodnota se pohybovala v rozmezí 39 až 415 dní. Délka servis periody se pohybovala u jednotlivých dojnic mezi 40 až 415 dny a průměrná hodnota servis periody činila 161,09 dní. Při porovnání dosažených reprodukčních ukazatelů s průměrnými ukazateli reprodukce celé populace dojnic, které jsou považovány za neuspokojivé, je nutné konstatovat, že absolutní hodnoty inseminačního indexu a servis periody jsou podprůměrné (Kvapilík, 1998).

Statistické významnosti jednotlivých faktorů v modelu při třídění v závislosti na plemenné hodnotě otce pro kg mléka, pro kg bílkovin a pro kg tuku z let 1992 a 1997 jsou uvedeny v tab. II, stejně jako hodnoty determinance (r^2), vysvětlené biologické variability pomocí výše zmíněných a použitých modelů výpočtů. Z údajů uvedených v tab. II je zřejmé, že efekt měsíce otelení je statisticky významný při všech typech třídění souboru dcer pro sledovanou produkci za normovanou laktaci, kromě vlivu na produkci kg bílkovin. Z tab. III vyplývá, že nejvyšší užitkovost měly dojnice ve skupině 3, tzn. zvířata otelená v prosinci, tedy otelená dva až tři měsíce po importu, kterých bylo 20,2 % z celového sledovaného počtu zvířat. Druhou skupinou prvotek, která měla téměř stejnou užitkovost jako skupi-

II. Statistické významnosti jednotlivých faktorů v modelu – Statistical significance of the model factors

	Třídění podle PH otce z roku 1992 ⁷					Třídění podle PH otce z roku 1997 ⁸				
	měsíc otelení ⁹	skupina dcer ¹⁰	servis perioda ⁴	produkce bílkovin ¹¹	r^2	měsíc otelení	skupina dcer	servis perioda	produkce bílkovin	r^2
kg mléka ¹	**	*	**	–	0,1326	**	**	**	–	0,1427
kg bílkovin ²	–	–	***	–	0,1127	*	*	***	–	0,1199
kg tuku ³	***	–	**	–	0,1361	***	*	***	–	0,1424
Servis perioda ⁴	*	–	–	*	0,1215	*	**	–	*	0,1416
Inseminační interval ⁵	***	–	–	–	0,1050	***	–	–	–	0,1099
Inseminační index ⁶	*	–	–	*	0,1021	**	–	–	*	0,1032

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$

¹kg milk, ²kg proteins, ³kg fat, ⁴service period, ⁵insemination interval, ⁶insemination index, ⁷classification according to sires BV of 1992, ⁸classification according to sires BV of 1997, ⁹calving month, ¹⁰group of daughters, ¹¹protein production

III. Vliv měsíce otelení na sledované znaky užitkovosti a ukazatele reprodukce – The effect of calving month on performance traits and reproductive parameters

Skupina ¹	Měsíc ²	n	Znaky užitkovosti ³			Ukazatele reprodukce ⁷		
			kg mléka ⁴	kg bílkovin ⁵	kg tuku ⁶	servis perioda ⁸	inseminační interval ⁹	inseminační index ¹⁰
1.	X	16	7 644,38	239,56	335,66	224,64	205,67	1,27
2.	XI	82	7 948,67	247,15	353,34	177,52	128,92	1,91
3.	XII	78	7 992,46	250,93	363,00	198,27	128,47	2,51
4.	I	89	7 797,16	243,67	343,33	174,89	127,84	1,97
5.	II	69	7 272,49	232,34	323,27	168,55	115,02	1,99
6.	III	49	7 374,98	235,02	325,29	203,97	160,61	2,01
7.	IV	12	7 152,84	230,24	316,99	139,03	110,69	1,58
$P \leq 0,05$				2 a 5, 3 a 6	3 a 4, 3 a 7, 4 a 5	1 a 5, 1 a 7, 3 a 5, 3 a 7, 5 a 6, 6 a 7	1 a 6, 6 a 7	3 a 5, 3 a 6, 3 a 7
$P \leq 0,01$			2 a 5, 2 a 6, 3 a 6, 4 a 5	3 a 5	2 a 5, 2 a 6		2 a 6, 3 a 6, 4 a 6	1 a 3, 2 a 3, 3 a 4
$P \leq 0,001$					3 a 5, 3 a 6		1 a 2, 1 a 3, 1 a 4, 1 a 5, 1 a 7, 5 a 6	

¹group, ²month, ³performance traits, ⁴kg milk, ⁵kg proteins, ⁶kg milk, ⁷reproductive parameters, ⁸service period, ⁹insemination interval, ¹⁰insemination index

na 3, jsou prvotelky otelené v listopadu (skupina 2). Nejhorší ukazatele produkce byly zjištěny u dojnic otelených v únoru, březnu a dubnu. Farin *et al.* (1994) zjistili u krav holštýnského plemene otelených v zimě a na jaře horší ukazatele produkce než u krav otelených v létě a na podzim. Odlišné výsledky zjistili Ray *et al.* (1992a). Při jejich sledování produkce v závislosti na sezoně měly nižší užitkovost dojnice otelené v létě a na podzim.

Vliv plemenné hodnoty otce pro kg mléka z roku 1992, resp. z roku 1997 je statisticky významný na hladině $P \leq 0,05$, resp. $P \leq 0,01$ pro produkci kg mléka za 305 dní. Novější plemenná hodnota otce má těsnější vztah ke sledované produkci než plemenná hodnota otce z roku 1992 (tab. II). Z výsledků uvedených tab. IV je patrné, že vyšší plemenná hodnota otce souvisí s vyšší mléčnou užitkovostí dcery. U třídění v závislosti na plemenné hodnotě z roku 1997 byla zjištěna průkaznost rozdílů v užitkovosti jednotlivých skupin na vyšší statistické hladině ($P \leq 0,001$), i když pouze mezi skupinou dcer s nejnižší plemennou hodnotou otce a ostat-

ními dcerami, jejichž otcové měli stanovenou plemennou hodnotu. Rozdíly mezi skupinami dcer testantů a zahraničních býků vůči ostatním skupinám dcer nejsou statisticky průkazné. Počet býků v těchto dvou skupinách byl nižší.

Plemenná hodnota otce pro kg bílkovin z roku 1992 není statisticky významná pro produkci kg bílkovin, ale plemenná hodnota otce z roku 1997 je významná ($P \leq 0,05$) pro produkci kg bílkovin za normovanou laktaci (tab. II). Vyšší statistická významnost aktuální plemenné hodnoty je umožněna nově zaváděnými postupy ve šlechtění a především zpřesňováním odhadu plemenných hodnot býků a krav (Mikšík, 1998). Také z tab. V je zřejmý trend závislosti produkce kg bílkovin na plemenné hodnotě otce. Závislost je prokázána na hladině významnosti $P \leq 0,05$ a $P \leq 0,01$. I v tomto případě byla statisticky prokázána odlišnost rozdílů mezi 1. skupinou dcer s nejnižší plemennou hodnotou otce a skupinami 2 a 3 s vyššími plemennými hodnotami otců. Rozdíly mezi skupinami dcer otců se stanovou plemennou hodnotou a skupinami dcer testantů

IV. Vliv plemenné hodnoty (PH) otce pro kg mléka na produkci kg mléka a ukazatele reprodukce – The effect of sires breeding value for kg milk on the production of kg milk and reproductive parameters

Skupina ¹	Produkce kg mléka ²						Reprodukční ukazatele ³		
	podle PH otce ⁴ 1992			podle PH otce 1997			podle PH otce 1997		
	PH	n	kg mléka	PH	n	kg mléka	SP	inseminační interval	inseminační index
1.	≤ 650	117	7 279,6	≤ 10	99	7 204,4	144,49	122,26	1,77
2.	651–1 010	111	7 756,4	11–400	132	7 816,8	157,05	124,03	1,77
3.	1011 ≥	119	7 877,2	401 ≥	142	7 763,1	165,34	126,54	1,86
4.	–	31	7 577,3	–	5	6 752,7	251,93	173,59	2,34
5.	–	17	7 580,3	–	17	7 554,2	186,94	151,58	1,72
$P \leq 0,05$									
$P \leq 0,01$			1 a 2				1–3 a 4		
$P \leq 0,001$			1 a 3			1 a 2, 1 a 3			

¹group, ²production of kg milk, ³reproductive parameters, ⁴according to sires BV of

V. Vliv plemenné hodnoty (PH) otce pro kg bílkovin na produkci kg bílkovin a ukazatele reprodukce – The effect of sires breeding value for kg proteins on the production of kg proteins and reproductive parameters

Skupina ¹	Produkce kg bílkovin ²						Reprodukční ukazatele ³		
	podle PH otce ⁴ 1992			podle PH otce 1997			podle PH otce 1997		
	PH	n	kg bílkovin	PH	n	kg bílkovin	SP	inseminační interval	inseminační index
1.	≤ 30	105	232,94	≤ 9	124	232,31	155,60	123,32	1,96
2.	31–37	123	241,78	10–20	121	245,10	156,20	122,49	1,64
3.	38 ≥	119	247,23	21 ≥	128	243,95	165,47	127,25	1,79
4.	–	31	240,22	–	5	219,99	254,66	173,47	2,36
5.	–	17	237,06	–	17	236,17	186,64	151,46	1,73
$P \leq 0,05$						1 a 3			
$P \leq 0,01$			1 a 3			1 a 2	1–3 a 4		
$P \leq 0,001$									

¹group, ²production of kg protein, ³reproductive parameters, ⁴according to sires BV of

a zahraničních býků nebyly průkazné, což lze vysvětlit nízkým počtem sledovaných býků v testaci a zahraničních býků.

Plemenná hodnota otce pro kg tuku z roku 1992 nebyla statisticky významná pro sledovanou I. laktaci, ale plemenná hodnota otce z roku 1997 se projevila jako významný faktor ($P \leq 0,05$) pro produkci kg tuku za 305 dní laktace (tab. II). I při třídění podle této plemenné hodnoty se potvrdil výše zmíněný vztah mezi produkcí a plemennou hodnotou – v tomto případě průkazně pouze mezi skupinami dcer s nejvyšší a nejnižší plemennou hodnotou otců – $P \leq 0,01$ (tab. VI). Rozdíly mezi skupinami dcer, jejichž otcové měli stanovenou plemennou hodnotu, a skupinami dcer testantů a zahraničních býků nebyly průkazné, stejně jako při hodnocení rozdílů v produkci kg mléka a bílkovin. Servis perioda se projevila jako vysoce významný faktor ($P \leq 0,001$) pro produkci kg bílkovin a významný ($P \leq 0,01$) pro kg tuku a pro kg mléka (tab. II). Věk při prvním otelení nebyl u sledovaného souboru statisticky významný ani pro jednu hodnocenou užitkovost. Naproti tomuto Moore *et al.* (1992) zjistili, že věk při I. otelení ovlivňuje nejen produkci mléka a tuku ve střední a pozdní fázi laktace, ale také inseminační interval.

Na reprodukční ukazatele měl průkazný vliv měsíc otelení, a to na všechny tři sledované ukazatele na různých hladinách průkaznosti (tab. II). Nejkratší servis

perioda a inseminační interval měly dojnice ze skupiny 7, otelené v dubnu, ovšem stejně dojnice neměly nejnižší inseminační index. Nejdelší servis perioda a inseminační interval a nejnižší inseminační index měly dojnice ve skupině 1, tedy otelené v říjnu. Podle autorů Ray *et al.* (1992b) měly nejkratší mezidobí krávy otelené na jaře a nejdelší krávy otelené v létě. Opačné vztahy publikovali Moore *et al.* (1992). Delší servis perioda než dojnice otelené v červenci a srpnu měly dojnice otelené v červnu. Podle autorů Thompson *et al.* (1996) lze vyrovnání rozdílů a odlišností v reprodukci dosáhnout změnami v řízení reprodukčního procesu. Při porovnání reprodukčních ukazatelů ve vztahu k mléčné produkci měla skupina 7 nejlepší reprodukční ukazatele a nejnižší mléčnou produkci, což potvrzuje antagonismus těchto dvou užitkových vlastností plemenic (Říha *et al.*, 1995). Při opačném porovnání měla skupina 3 nejvyšší mléčnou užitkovost a při hodnocení reprodukčních ukazatelů patřila mezi nejhorší skupiny. Rozdíly mezi skupinami v délce servis periody jsou průkazné na hladině významnosti $P \leq 0,05$, v délce inseminačního intervalu $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ a $P \leq 0,001$ mezi jednotlivými skupinami dcer a v hodnotě inseminačního indexu na hladinách $P \leq 0,05$ a $P \leq 0,01$. Produkce na krávu a den souvisí s mezidobím a snižuje se s jeho prodloužováním. Rozdíly v produkci byly nižší při porovnání délky mezidobí 12 a 15 měsíců než při délce mezidobí 12 a 18 mě-

VI. Vliv plemenné hodnoty (PH) otce pro kg tuku na produkci kg tuku a ukazatele reprodukce – The effect of sires breeding value for kg fat on the production of kg fat and reproductive parameters

Skupina ¹	Produkce kg tuku ²						Reprodukční ukazatele ³		
	podle PH otce ⁴ 1992			podle PH otce 1997			podle PH otce 1997		
	PH	n	kg tuku	PH	n	kg tuku	SP	inseminační interval	inseminační index
1.	≤ 37	116	334,08	≤ 4	124	330,43	167,65	125,36	1,91
2.	38–52	117	337,05	5–27	128	339,82	158,48	129,01	1,67
3.	53 ≥	114	347,85	28 ≥	119	347,98	166,65	124,74	1,77
4.	–	31	340,44	–	5	342,11	162,38	130,32	1,68
5.	–	17	332,10	–	17	328,35	174,33	135,61	1,95
$P \leq 0,05$			1 a 3						
$P \leq 0,01$						1 a 3			
$P \leq 0,001$									

¹group, ²production of kg fat, ³reproductive parameters, ⁴according to sires BV of

VII. Vliv vlastní produkce bílkovin na reprodukční ukazatele – The effect of protein production on reproductive parameters

Skupina ¹	kg bílkovin ²	n	Servis perioda ³	Inseminační interval ⁴	Inseminační index ⁵
1.	≤ 232	134	148,41	131,54	1,48
2.	233–262	136	199,74	147,38	2,02
3.	≥ 263	125	202,99	139,87	2,19
$P \leq 0,05$					1 a 2, 1 a 3
$P \leq 0,01$			1 a 3		
$P \leq 0,001$			1 a 2		

¹group, ²kg proteins, ³service period, ⁴insemination interval, ⁵insemination index

síci. Délka mezidobí může být vyrovnána kombinací nižších krmných nákladů, lepší fertilitou, nižšími proměnlivými náklady a lepším zdravím zvířat (Bertilsson *et al.*, 1998). Statistická významnost vztahu plemenných hodnot otců pro mléčnou užitkovost na reprodukční ukazatele je uvedena v tab. II. Jako významná byla zjištěna pouze plemenná hodnota otce z roku 1997. Byl prokázán pouze vztah sledované plemenné hodnoty otců z roku 1997 k délce servis periody, a to na hladině významnosti $P \leq 0,01$. Nejdelší servis periodu měly dcery býků v testaci, kteří v době sledování ještě neměli stanovenou plemennou hodnotu (tab. IV). Rozdíly v délce servis periody mezi touto skupinou a skupinami dcer rozdělených v závislosti na výši plemenné hodnoty byly průkazné ($P \leq 0,01$), zatímco rozdíly v odlišné délce inseminačního intervalu a ve výši inseminačního indexu nikoliv. Stejně tendence byly zjištěny při hodnocení rozdílů reprodukčních ukazatelů skupin dcer v závislosti na plemenné hodnotě otce pro kg bílkovin z roku 1997. Při hodnocení reprodukčních ukazatelů v závislosti na plemenné hodnotě otce pro kg tuku z roku 1997 nebyly zjištěny rozdíly statisticky průkazné.

V tab. II je dále uvedena statistická významnost vztahu vlastní produkce bílkovin a délky servis periody a inseminačního indexu na hladině $P \leq 0,05$. Bylo zjištěno, že zvyšující se množství vyprodukovaných bílkovin zhoršuje ukazatele reprodukce, tedy servis perioda a inseminační index. Průkazné rozdíly mezi skupinami dcer ($P \leq 0,05$ a $P \leq 0,01$) v délce servis periody (tab. VII) dokumentují vztah mezi množstvím vyprodukovaných bílkovin a délkou servis periody. Shodný je i výsledek hodnocení inseminačního indexu, u kterého byly rozdíly mezi skupinami dcer průkazné na hladině $P \leq 0,05$. U vysokoužitkových krav byly ve shodě s autory Říha *et al.* (1995) zjištěny problémy v reprodukci i při dobré úrovni výživy.

LITERATURA

Bertilsson J., Berglund B., Osterman S., Rehn H., Tengroth G. (1998): Extended calving intervals – a way to optimise future milk production? In: 49th Ann. Meet. of the EAAP, Warsaw, 24th–27th August 1998, Commission on Cattle Production. 10 p.

Farin, P. W., Slenning B. D., Correa M. T., Britt J. H. (1994): Effects of calving season and milk yield on pregnancy risk and income in North California Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 77: 1848–1855.

Howell J. L., Fuquay J. W., Smith A. E. (1994): *Corpus luteum* growth and function in lactating Holstein cows during spring and summer. *J. Dairy Sci.*, 77: 735–739.

Jakubec V., Golda J., Říha J. (1998): Šlechtění masných plemen skotu. Asociace chovatelů masných plemen Rapotín, Výzkumný ústav chovu skotu Rapotín. 176 p.

Kúbek A., Rybanská M., Rerich J. (1998): Hodnotenie reprodukčných ukazovateľov podľa produkčnej úrovne mlieka dojníc. In: XVIII. Genetické dny, České Budějovice: 91.

Kvapilík J. (1995): Ekonomické aspekty chovu skotu. Svaz chovatelů českého strakatého skotu: 11–20.

Kvapilík, J. (1998): Mléko, mléčné výrobky a vstup České republiky do Evropské unie. Svaz chovatelů českého strakatého skotu, Svaz chovatelů černostrakatého skotu, Českomoravská společnost chovatelů, Praha. 102 p.

Lindberg, C.M., Swanson, G.J.T., Mrode, R.A. (1998): Genetic and phenotypic trends in production traits in the United Kingdom dairy herd. In: Proc. of the British Society of Animal Science. Annual Meeting: 191.

McGuirk B. J., Smith J., Mrode R. (1997): The use of pedigree estimates of genetic merits to predict progeny performance of Holstein Friesian bulls tested in the UK. Proc. of the British Society of Animal Science. Annual Meeting: 26.

Mikšík, J. (1998): Selekcce ve stádě krav. In: Sbor. Ref. Chov a šlechtění masných a kombinovaných plemen skotu a ovcí v systémech trendu udržitelného zemědělství, Rapotín, 26. 11. 1998: 15–17.

Moore R. B., Fuquay J. W., Drapala W. J. (1992): Effects of late gestation heat stress on postpartum milk production and reproduction in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 75: 1877–1882.

Ray D. E., Halbach T. J., Armstrong D. V. (1992a): Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. *J. Dairy Sci.*, 75: 2976–2983.

Ray D. E., Jassim A. H., Armstrong D. V., Wiersma F., Schuch J. D. (1992b): Influence of season and microclimate on fertility of dairy cows in hot-arid environment. *Int. J. Biometeorol.*, 36: 141–145.

Ryan D. P., Boland M. P., Kopel E., Armstrong D., Munyakazi L., Godke R. A., Ingraham R. H. (1992): Evaluating two different evaporative cooling management systems for dairy cows in hot, dry climate. *J. Dairy Sci.*, 75: 1052–1059.

Říha J., Soutor J., Havlíček Z. (1995): Úroveň mléčné užitkovosti a plodnosti ve vybraných šlechtitelských chovech českého strakatého skotu. *Živoč. Vyr.*, 40: 41–47.

Stubbings B. (1998): Miracle of pregnancy. *Canad. Jersey Breeder*, (2): 12.

Thompson J. A., Magee D. D., Tomaszewski M. A., Wilks D. L., Fourdraine R. H. (1996): Management of summer infertility in Texas Holstein dairy cattle. *Theriogenology*, 46: 547–558.

Vacek M. (1995): Optimalizace plemenářské práce a techniky chovu ve stádech dojeného skotu. VÚŽV Praha-Uhřetěves. 81 p.

Vacek M., Motyčka J. (1998): Realizace šlechtitelského programu černostrakatého skotu v ČR. In: XVIII. Genetické dny, České Budějovice: 79

Došlo 21. 1. 1999

Přijato k publikování 22. 6. 1999

Kontaktní adresa:

Ing. Luděk Stádník, Česká zemědělská univerzita, katedra chovu skotu a mlékařství, Kamýčká 297, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 30 71, fax: 02/24 38 30 67, e-mail: stadnik@af.czu.cz

Oznamujeme čtenářům a autorům našeho časopisu,

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

Česká zemědělská univerzita v Praze

časopis

SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA

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

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

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

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

*Hae*II and *Msp*I POLYMORPHISM OF GROWTH HORMONE GENE IN PIGS AND ITS ASSOCIATION WITH PRODUCTION TRAITS

POLYMORFISMUS *Hae*II A *Msp*I GENU RŮSTOVÉHO HORMONU U PRASAT A JEHO VZTAH K PRODUKČNÍM ZNAKŮM

M. Pierzchała, A. Korwin-Kossakowska, L. Zwierzchowski, M. Łukaszewicz, G. Zięba, J. Kurył

Polish Academy of Sciences, Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzebiec, Mroków, Poland

ABSTRACT: Genotypes of porcine growth hormone gene (*GH*) were analysed with PCR-RFLP technique in 266 castrated F₂ males obtained from crossing F₁ [Zlotnicka Spotted (ZS) boars x Polish Large White (PLW) sows] with F₁ (ZS x PLW). Two restriction endonucleases, *Hae*II and *Msp*I, were used in order to identify the polymorphism of *GH* gene. The mating programme according to which generation F₂ was obtained aimed at excluding the birth of *RYRI*^T*RYRI*^T animals. Differences between CC and CT (*RYRI* genotype) porkers in the carcass and growth rate traits appeared to be insignificant. The *Hae*II and *Msp*I genotypes as well as *Hae*II-*Msp*I haplotypes differed significantly for lean meat content and several traits related to carcass fatness. We did not find any differences in growth rate traits between the pigs differing in *GH* genotypes.

Keywords: growth hormone; polymorphism; production traits

ABSTRAKT: U 266 kastrovaných prasat samčího pohlaví generace F₂ pocházejících z křížení F₁ (kanci plemene zlotnické strakaté – ZS x prasnice plemene polské bílé ušlechtilé – PBU) s F₁ (ZS x PBU) jsme provedli pomocí metody PCR-RFLP analýzu genotypů genu prasečího růstového hormonu (*GH*). K identifikaci polymorfismu genu *GH* jsme použili dvě restriční endonukleázy *Hae*II a *Msp*I. Cílem přípravného programu, v jehož rámci jsme získali generaci F₂, bylo vyloučit narození prasat *RYRI*^T*RYRI*^T. Rozdíly ve znacích jatečného trupu a intenzity růstu mezi vepři CC a CT (genotyp *RYRI*) nebyly významné. Genotypy *Hae*II a *Msp*I i haplotypy *Hae*II-*Msp*I se významně lišily v podílu libových částí a v několika znacích vztahujících se k protučnosti jatečného trupu. Mezi prasaty s různými genotypy *GH* jsme nezjistili žádné rozdíly ve znacích intenzity růstu.

Klíčová slova: růstový hormon; polymorfismus; produkční znaky

INTRODUCTION

Identification of quantitative traits loci (QTLs) for economically important traits in livestock is essential for genetic modeling of those traits. Candidate genes selected on the basis of known relationships between physiology and a production trait are tested as putative QTLs. Results from selection experiments indicate that genes in the somatotropic axis, such as the growth-hormone (*GH*) gene may be QTL. Pituitary growth hormone, in conjunction with insulin-like growth factors (IGFs), is essential for postnatal growth in animals. Numerous studies have shown that treatment with exogenous GH affects many growth-related traits such as rate of gain, feed efficiency and lean meat deposition (reviewed by Kopchick and Cioffi, 1991).

Intensive investigation onto the effect of exogenous porcine somatotropin (pST) on pig performance and carcass composition have been reported. As reviewed

by Etherton *et al.* (1986), exogenous pST has been found to increase average daily gains (ADG) from 10 to 33%, to reduce feed conversion efficiency (FCE) from 4 to 33% and to reduce carcass fat from 18 to 68%.

The effects of *GH* gene variants on performance traits have been described for cattle (Rocha *et al.*, 1992; Schlee *et al.*, 1994; Zwierzchowski *et al.*, 1998) and mice (Winkelman, Hodgetts, 1992). Nielsen and Larsen (1991) identified variation in the pig *GH* gene structure using restriction fragment length polymorphism (RFLP). An association between variants at the *GH* locus in pig and quantitative traits has been analysed in several studies (Nielsen *et al.*, 1995; Knorr *et al.*, 1997; Křenková *et al.*, 1998). However, conflicting data indicated that the relationship between *GH* and carcass traits has not been fully resolved.

The purpose of this study was to analyse the effect of *GH* gene polymorphism on performance and carcass traits in F₂ generation [Zlotnicka Spotted boars (ZS)

and Polish Large White sows (PLW) as parental breeds] arranged for QTLs mapping project (Zurkowski *et al.*, 1995).

MATERIAL AND METHODS

The study covered 266 castrated F_2 males obtained from crossing F_1 with F_1 , i.e. (PLW x ZS) x (PLW x ZS), fattened from the age of 90–100 days (initial mean live body weight was approximate to 25 kg) up to more or less 100 kg live body weight at the experimental farm according to feeding standards for meat-type pigs. Right carcass side was dissected after 24h cooling. Carcass quality evaluation was performed according to the procedure used at Pig Progeny Testing Stations. Seven growth rate traits and 28 carcass quality characteristics were documented (Kuryl *et al.*, 1998).

The ryanodine receptor gene (*RYRI*) mutation was identified by PCR/RFLP method (Fujii *et al.*, 1991).

Polymorphism of growth hormone (pGH) gene was identified following Kirkpatrick (1992) primers and procedure. Two restriction endonucleases, *HaeII* and *MspI*, were used in order to identify the polymorphism of pGH gene in the second exon and second intron, respectively.

Data analysis was performed using the GLM procedure of the statistical package SAS with the following statistical model:

$$Y_{ijklm} = \mu + g_i + f_j + s_k + y_l + \beta (m_{ijklm} - m) + e_{ijklm}$$

where: Y_{ijklm} – $ijklm$ -th observation of a given trait

μ – mean value of a trait

g_i – effect of i -th GH genotype on a trait

f_j – effect of j -th father

s_k – effect of k -th season

y_l – effect of l -th year

β – regression coefficient of covariate trait (cold right carcass side)

e_{ijklm} – random error

RESULTS AND DISCUSSION

The mating programme according to which generation F_2 was obtained aimed at excluding the birth of stress-susceptible progeny ($RYRI^T RYRI^T$). All heterozygous F_1 animals were mated with F_1 partners of $RYRI^C RYRI^C$ genotype. Differences between CC and CT porkers in the carcass and performance traits were not significant (Kuryl *et al.*, 1998). Thus, one may suggest that the significant effect on carcass quality of GH gene variants considered in the analysis presented was not modified by the *RYRI* genotype.

Altogether F_2 266 porkers were included in this study. The GH genotypes identified by PCR/RFLP method were characterized by the occurrence of restriction DNA fragments consistent with the results of Kirkpatrick (1992). Distribution of *HaeII* and *MspI* genotypes as well as of *HaeII-MspI* haplotypes constructed by combining alleles of *HaeII* and *MspI* RFLPs within tested animals is included in Tables I, II and III, respectively.

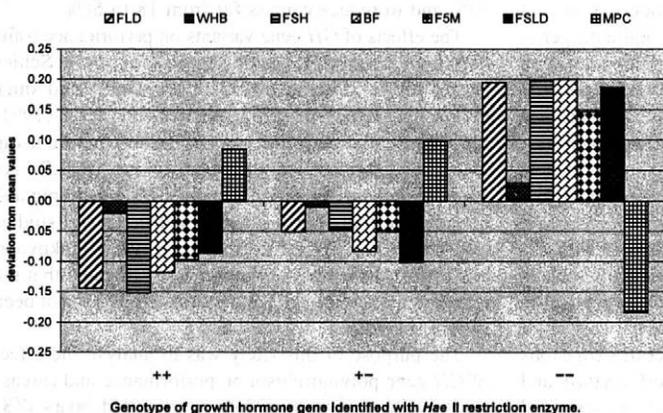
Associations between GH gene variants and performance traits and carcass traits were analysed. Only sig-

I. Relationship between growth hormone genotypes identified using the *HaeII* restriction enzyme and carcass compositions traits

Traits	Growth hormone <i>HaeII</i> genotype		
	++	+ -	--
	<i>n</i> = 132	<i>n</i> = 77	<i>n</i> = 11
FLD	3.893 ^B ± 0.67	3.987 ^b ± 0.70	4.231 ^{Aa} ± 0.75
WHB	0.639 ^b ± 0.09	0.650 ^b ± 0.08	0.689 ^a ± 0.07
FSH	4.150 ^b ± 0.61	4.255 ± 0.65	4.500 ^a ± 0.63
BF	2.746 ^b ± 0.52	2.781 ^b ± 0.49	3.063 ^a ± 0.59
F5M	3.126 ^b ± 0.48	3.173 ± 0.53	3.370 ^b ± 0.48
FSLD	2.554 ^b ± 0.59	2.539 ^b ± 0.64	2.827 ^a ± 0.46
MPC	41.034 ^a ± 2.64	41.102 ^a ± 2.86	39.692 ^a ± 3.17

Means with the different letter are significantly different: small letter – $P < 0.05$, capital letter – $P < 0.01$

Abbreviation see Fig. 1



1. Influence of genotype in *HaeII* restriction site in GH gene on carcass quality traits

Abbreviations: FLD – weight of loin fat (kg); WHB – weight of ham bones (kg); FSH – fat thickness over the shoulder (cm); BF – back-fat thickness (cm); F5M – average fat thickness from 5 measurements (cm); FSLD – fat thickness over the loin (cm); MPC – lean meat content (%) in carcass (value of deviation from mean value was divided by five)

II. Relationship between growth hormone genotypes identified using the *MspI* restriction enzyme and carcass compositions traits

Traits	Growth hormone <i>MspI</i> genotype		
	++	+-	--
	n = 113	n = 111	n = 29
WFL	7.584 ^a ± 0.91	7.630 ^a ± 0.87	7.385 ^b ± 0.76
WL	3.689 ^a ± 0.51	3.675 ± 0.40	3.538 ^b ± 0.44
WBR	6.207 ^a ± 0.75	6.179 ± 0.78	5.988 ^b ± 0.65
WH	8.751 ^b ± 0.78	8.828 ± 0.74	8.950 ^a ± 0.63
WHB	0.637 ^b ± 0.08	0.647 ^b ± 0.09	0.675 ^{Aa} ± 0.09
FSH	4.219 ^A ± 0.62	4.200 ^A ± 0.68	3.931 ^B ± 0.58
FS1	2.954 ^a ± 0.59	3.071 ^A ± 0.65	2.744 ^{Bb} ± 0.56
FS3	2.950 ± 0.58	3.037 ^A ± 0.66	2.755 ^B ± 0.48
F5M	3.125 ^a ± 0.46	3.196 ^A ± 0.54	2.954 ^{Bb} ± 0.46
LEH	4.128 ^b ± 0.45	4.102 ^b ± 0.60	4.351 ^a ± 0.62
LEA	23.999 ^b ± 4.04	23.383 ^B ± 4.34	25.416 ^{Aa} ± 4.63

Means with the different letter are significantly different: small letter – $P < 0.05$, capital letter – $P < 0.01$

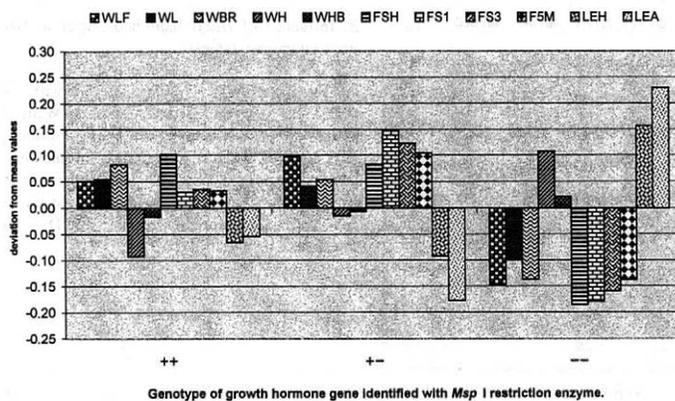
Abbreviation see Fig. 2

loin with and without fat, eye muscle height, eye muscle area) were significantly associated with *GH* variants identified by use of *MspI* restriction endonuclease (Table II). Genotypes "++" and "+-" increased fatness of the carcass whereas genotype "--" decreased that trait. Genotype "--" had a positive effect on loin height and loin-eye area but negative on the weight of loin without fat. Genotype "--" increased also weight of ham and ham bones comparing to other *GH* genotypes (Fig. 2).

A significant associations between *GH* haplotypes identified using both *HaeII* and *MspI* enzymes and carcass traits are shown in Table III. Porkers carrying "--/++" (*HaeII/MspI*) haplotype were fattest and carriers of "++/-" haplotype were the least fat (Fig. 3). Haplotype "++/-" was associated with positive effect on loin-eye area, whereas haplotypes "+-/-" and "--/++" had a negative effect on this trait. Porkers carrying "--/++" haplotype had a lowest meat content in carcass as compared to other haplotypes (Fig. 4).

No effect of *GH* gene polymorphism on growth rate traits was observed in presented investigations.

The results of Nielsen *et al.* (1995) suggested differ-



2. Influence of genotype in *MspI* restriction site in *GH* gene on carcass quality traits

Abbreviations: WFL – weight of loin with fat (kg); WL – weight of loin without fat (kg); WBR – weight of bacon with ribs (kg); WH – weight of whole ham (kg); WHB – weight of ham bones (kg); FSH – fat thickness over the shoulder (cm); FS1 – fat thickness at *sacrum*, point 1 (cm); FS3 – fat thickness at *sacrum*, point 3 (cm); F5M – average fat thickness from 5 measurements (cm); LEH – eye muscle height (cm); LEA – eye muscle area (cm²) (value of deviation from mean value was divided by five)

nificant associations are presented in Tables I–III. Significant associations between *GH* genotype identified with *HaeII* RFLPs and carcass traits are shown in Table I. Five traits related to fatness (weight of loin fat, fat thickness over the shoulder, backfat thickness, average fat thickness from 5 measurements, fat thickness over the loin), weight of ham bones and lean meat content in the carcass were associated with *GH* variants. Porkers carrying genotypes "++" and "+-" showed decreased fatness of the carcass and weight of ham bones and increased meat content in carcass comparing to "--" genotype (Fig. 1).

Five traits related to fatness (weight of bacon with ribs, fat thickness over the shoulder, fat thickness at *sacrum* – points 1 and 3 –, average fat thickness from 5 measurements), weight of both whole ham and ham bones as well as four traits of loin quality (weight of

ences in the transcriptional activity between *GH* gene variants (TATA-box alleles) which may eventually cause higher plasma GH concentrations and higher growth rates. However, their study has not established a direct cause and effect relationship. Knorr *et al.* (1997) analysed an association between *GH* gene variants (*HinPI* and *Apal*) and quantitative traits within Wild Boar x Pietrain and Meishan x Pietrain families. In the Meishan x Pietrain family eight traits related to fatness were significantly associated with *GH* genotypes, while in the Wild Boar x Pietrain family no significant associations were found. They concluded that *GH* locus should be further investigated in commercial breeds to determine its suitability for use in marker-assisted selection programmes.

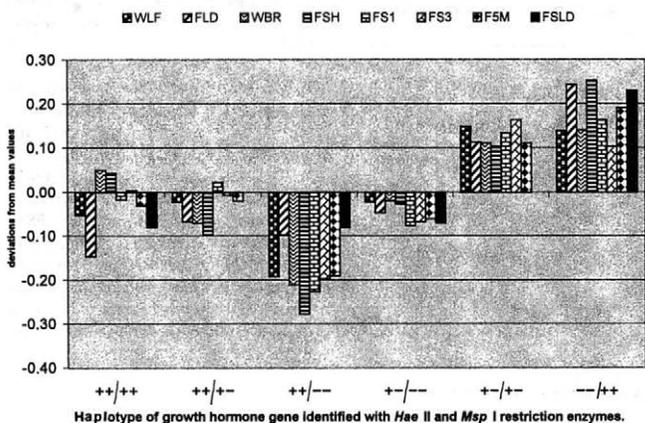
It is well known that treating pigs daily with pituitary growth hormone markedly enhances growth rate,

III. Relationship between growth hormone haplotypes identified using the *MspI* and *HaeII* restriction enzymes and carcass compositions traits

Traits	Growth hormone <i>HaeII/MspI</i> haplotype					
	+/+/+	+/+/-	+/-/-	+ -/+/+	+/-+ -	-/-+/+
	n = 35	n = 69	n = 27	n = 48	n = 28	n = 11
WLF	7.55 ± 1.03	7.58 ± 0.84	7.41 ^b ± 0.75	7.58 ± 0.83	7.75 ^a ± 0.90	7.74 ^a ± 1.03
FLD	3.84 ^B ± 0.70	3.92 ^b ± 0.70	3.89 ^b ± 0.56	3.94 ^b ± 0.62	4.10 ± 0.72	4.23 ^{Aa} ± 0.76
WBR	6.25 ± 0.70	6.13 ± 0.79	5.99 ^b ± 0.67	6.18 ± 0.89	6.31 ^a ± 0.75	6.34 ^a ± 0.57
WH	8.62 ^b ± 0.77	8.79 ± 0.72	8.92 ^a ± 0.64	8.84 ± 0.87	8.88 ± 0.78	8.69 ± 0.78
WHB	0.605 ^{Bc} ± 0.08	0.643 ^b ± 0.09	0.670 ^A ± 0.08	0.653 ^{ab} ± 0.08	0.639 ^{bc} ± 0.08	0.689 ^{Aa} ± 0.07
FSH	4.29 ^{ab} ± 0.57	4.15 ^{bc} ± 0.63	3.97 ^{Bc} ± 0.57	4.22 ± 0.65	4.35 ^{Aab} ± 0.64	4.50 ^{Aa} ± 0.63
BF	2.67 ^B ± 0.48	2.81 ^b ± 0.57	2.67 ^B ± 0.46	2.72 ^B ± 0.48	2.90 ± 0.48	3.06 ^{Aa} ± 0.59
FS1	2.99 ± 0.60	3.03 ± 0.61	2.78 ^b ± 0.55	2.93 ± 0.65	3.14 ^a ± 0.70	3.17 ^a ± 0.49
FS3	3.00 ± 0.59	2.99 ± 0.58	2.80 ^b ± 0.45	2.93 ± 0.61	3.16 ^a ± 0.78	3.10 ± 0.61
FSM	3.15 ± 0.42	3.16 ± 0.51	2.99 ^{Bc} ± 0.45	3.12 ^{bc} ± 0.50	3.29 ^{ab} ± 0.54	3.37 ^{Aa} ± 0.48
LEW	7.27 ^a ± 0.64	7.24 ^a ± 0.63	7.23 ^a ± 0.55	7.23 ^a ± 0.78	6.86 ^b ± 1.04	7.04 ± 0.91
LEH	4.13 ± 0.38	4.17 ± 0.62	4.34 ^a ± 0.61	4.10 ± 0.53	3.98 ^b ± 0.58	4.05 ± 0.39
LEA	24.09 ± 3.48	23.95 ± 3.73	25.21 ^A ± 4.59	23.90 ± 4.60	22.12 ^B ± 5.33	23.07 ± 5.08
FSLD	2.51 ^b ± 0.47	2.59 ± 0.70	2.51 ^b ± 0.44	2.52 ^b ± 0.64	2.59 ± 0.62	2.82 ^a ± 0.46
MPC	41.03 ± 2.66	41.05 ± 2.77	40.98 ± 2.37	41.30 ^a ± 3.06	40.69 ± 2.54	39.69 ^b ± 3.17

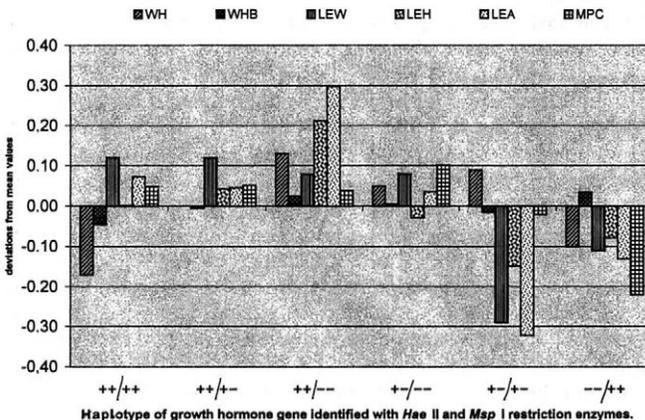
Means with the different letter are significantly different: small letter – $P < 0.05$, capital letter – $P < 0.01$

Abbreviation see Figs. 3 and 4



3. Influence of *HaeII/MspI* haplotypes in *GH* gene on carcass fatness

Abbreviations: WFL – weight of loin with fat (kg); FLD – weight of loin fat (kg); WBR – weight of bacon with ribs (kg); FSH – fat thickness over the shoulder (cm); FS1 – fat thickness at *sacrum*, point 1 (cm); FS3 – fat thickness at *sacrum*, point 3 (cm); FSM – average fat thickness from 5 measurements (cm); FSLD – fat thickness over the loin (cm)



4. Influence of *HaeII/MspI* haplotypes in *GH* gene on carcass meatiness traits

Abbreviations: WH – weight of whole ham (kg); WHB – weight of ham bones (kg); LEW – eye muscle width (cm); LEH – eye muscle height (cm); LEA – eye muscle area (cm²); MPC – lean meat content (%) in carcass (value of deviation from mean value for LEA and MPC was divided by 5)

improves feed efficiency, decrease adipose tissue growth and increase muscle growth. The mechanisms by which pGH influences adipose tissue growth differ from those affecting muscle. The effects that pGH has on muscle growth likely are the results of pGH directly and indirectly via IGF-I. The direct effects of pGH are probably associated with an increase in protein synthesis. However, there is no information available that indicates whether porcine GH receptors differ among target tissues. The effects of GH on adipose tissue growth in the pig are direct, not mediated by IGF-I (Evock *et al.*, 1988).

Our results showed that polymorphism (both *HaeII* and *MspI*) of porcine growth hormone gene differentially affects meat and fat production traits. GH locus may be useful for marker-assisted selection programmes leading to decreasing of carcass fatness. Piglets carrying "++/-" (*HaeII/MspI*) haplotype should be recommended as a most useful material for fattening.

REFERENCES

- Etherton T. D., Wiggins J. P., Chung C. S., Evock C. M., Rebbun J. F., Walton P. E. (1986): Stimulation of pig growth performance by porcine growth hormone and growth-releasing factor. *J. Anim. Sci.*, *63*: 1389-1399.
- Evock C. M., Etherton T. D., Chung C. S., Ivy R. E. (1988): Pituitary porcine growth hormone (pGH) and a recombinant pGH analog stimulate pig growth performance in a similar manner. *J. Anim. Sci.*, *66*: 1928-1941.
- Fujii J., Otsu K., Zorzato F., DeLeon S., Khanna V. K., Weiler J. E., O'Brien P. J., MacLennan D. H. (1991): Identification of mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*, *253*: 448-451.
- Kirkpatrick B. W. (1992): *HaeII* and *MspI* polymorphisms are detected in the second intron of the porcine growth hormone gene. *Anim. Genet.*, *23*: 180-181.
- Knorr C., Moser G., Muller E., Geldermann H. (1997): Associations of *GH* gene variants with performance traits in F2 generations of European wild boar, Pietrain and Meishan pigs. *Anim. Genet.*, *28*: 124-128.
- Kopchick J. J., Cioffi J. A. (1991): Exogenous and endogenous effects of growth hormone in animals. *Livest. Prod. Sci.*, *27*: 61-75.
- Křenková L., Urban T., Kuciel J. (1998): Analysis of the distribution of growth hormone gene polymorphism (*HaeII*; *MspI*) in *RYR1* genotyped pigs and association with production traits. *Czech J. Anim. Sci.*, *43*: 245-249.
- Kuryl J., Żurkowski M., Różycki M., Duniec M., Pierzchała M., Korwin-Kossakowska A., Janik A., Kamyczek M., Czerwiński S. (1998): The Polish "Pig genome mapping" project. V. Identification of genes affecting growth rate and carcass quality in generation F₂ using blood proteins as genetic markers of QTLs. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, *16*: 163-173.
- Nielsen V. H., Larsen N. J. (1991): Reaction fragment length polymorphism at the growth hormone in pigs. *Anim. Genet.*, *22*: 291-294.
- Nielsen V. H., Larsen N. J., Agergaard N. (1995): Association of DNA-polymorphism in the growth-hormone gene with basal-plasma growth-hormone concentration and production traits in pigs. *J. Anim. Breed. Genet.*, *112*: 205-212.
- Rocha J. L., Baker J. F., Womack J. E., Sanders J. O., Taylor J. F. (1992): Statistical associations between restriction fragment length polymorphisms and quantitative traits in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, *70*: 3360-3370.
- Schlee P., Graml R., Rottmann O., Pirchner F. (1994): Influence of growth-hormone genotypes on breeding values of Simmental bulls. *J. Anim. Breed. Genet.*, *111*: 253-256.
- Winkelman D. C., Hodgetts R. B. (1992): RFLPs for somatotrophic genes identify quantitative trait loci for growth in mice. *Genetics*, *131*: 929-937.
- Żwierchowski L., Lukaszewicz M., Dymnicki E., Oprzadek J. (1998): Polymorphism of growth hormone, κ-casein (CASK) and β-lactoglobulin (BLG) genes in growing Friesian cattle. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, *16*: 61-68.
- Żurkowski M., Kuryl J., Różycki M., Kamyczek M., Janik A., Duniec M., Korwin-Kossakowska A., Niemczewski C., Czerwiński S., Buczyński J. T. (1995): The Polish "Pig genome mapping" project. I. Characterization of the genetic structure of resource breeds and F₁ generation on the basis of genetic markers. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, *13*, 1995: 105-114.

Received for publication on March 1, 1999

Accepted for publication on June 22, 1999

Contact Address:

Prof. Dr. hab. Jolanta Kuryl, Polish Academy of Sciences, Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzebiec, 05-551 Mrozków, Poland, tel.: +48 22 756 17 11, fax: +48 22 756 16 99, e-mail: panighz@atos.warman.com.pl

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

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

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

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

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

GENETICKÉ TRENDY A TRENDY PROSTREDIA PRODUKČNÝCH UKAZOVATELOV OŠÍPANÝCH NA SLOVENSKU

GENETIC AND ENVIRONMENTAL TRENDS FOR PRODUCTION TRAITS IN THE SLOVAKIAN PIG POPULATION

D. Peškovičová¹, E. Groeneveld², M. Kumičik³, L. Hetényi¹, P. Demo¹

¹Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

²Institut für Tierzucht und Tierverhalten der FAL, Mariensee, Germany

³State Breeding Institute of SR, Bratislava, workplace Žilina, Slovak Republic

ABSTRACT: The data from field and station test of pigs were used to analyse the genetic trend of Large White (BU) and White Meaty (BM) breed in Slovakia. The data records since 1992 ($n = 10\ 8370$ and $n = 54\ 961$ for BU and BM breed) were available from a computing centre of the State Breeding Institute. The field test traits (measured in boars and gilts on farms) – ultrasonic backfat (SLANPT), average daily gain (PRÍRPT) and station test carcass traits - average daily gain at station (PRÍRST), percentage of valuable cuts (CMČST) and backfat thickness (SLANST) were analysed. The five trait animal model was used to predict breeding values simultaneously with different models for different traits. Genetic trends for both breeds were computed as changes in average estimated breeding values over the years. Cumulative genetic trends in the period 1992–1997 for BU breed were -0.08 cm (SLANPT), 11.1 g (PRÍRPT), 23.7 g (PRÍRST), 1.02% (CMČST) and -0.13 cm (SLANST) for traits studied. Similar values of cumulative genetic trend (-0.09 cm, 11.9 g, 25.9 g, 0.97% , -0.10 cm for SLANPT, PRÍRPT, PRÍRST, CMČST, SLANST) were found for BM breed. While the percentage of valuable cuts improved, low genetic improvement was achieved in other traits. Comparison with other countries was discussed. The environmental trends for field test traits (PRÍRPT, SLANPT) were calculated as averages of herd \times year \times season effects across the herds. The positive improvements in environmental conditions were found especially from 1995. The environmental trends for station test traits (estimations of station \times year \times season effects) were analysed for each station individually. There were found quite large differences in environmental conditions at different stations especially during the first three years of the studied period.

Keywords: pigs; production traits; multitrait animal model; genetic trend; environmental trend

ABSTRAKT: Práca sa zaoberá odhadom genetického trendu a trendov prostredia od roku 1992 do roku 1997 v populáciách ošípaných plemien biele ušľachtilé (BU) a biele mäsové (BM) v SR pre päť produkčných znakov meraných v poľnom teste (tzv. test vlastnej úžitkovosti) a na staniách výkrmnosti a jatočnej hodnoty (SVJH). Výpočty genetického trendu a trendov prostredia boli založené na riešeníach systému rovníc viacznakového animal modelu. Genetické trendy pre obe plemená sme vypočítali ako priemerné hodnoty BLUP odhadov plemenných hodnôt v rámci rokov narodenia zvierat. Kumulatívny genetický trend v období rokov 1992–1997 pre plemeno BU a jednotlivé znaky bol -0.08 cm (hrúbka chrbtovej slaniny v poľnom teste), $11,1$ g (priemerný denný prírastok v poľnom teste), $23,7$ g (priemerný denný prírastok na SVJH), $1,02\%$ (percento cenných mäsových častí na SVJH) a $-0,13$ cm (hrúbka chrbtovej slaniny na SVJH). Podobné hodnoty ($-0,09$ cm, $11,9$ g, $25,9$ g, $0,97\%$, $-0,10$ cm) sme zistili pri plemene BM. Výraznejšie genetické zlepšenie sme zaznamenali v percente cenných mäsových častí, pre ostatné znaky boli hodnoty genetického trendu veľmi nízke. V práci sú porovnané výsledky dosiahnuté v iných krajinách. Pozitívny vývoj v trendoch prostredia sme zistili po roku 1995. Zistili sme pomerne veľké rozdiely v podmienkach prostredia na jednotlivých staniách (odhady efektov stanica \times rok \times sezóna) najmä v prvých troch rokoch sledovaného obdobia.

Kľúčové slová: ošípané; produkčné znaky; viacznakový animal model; genetický trend; trend prostredia

ÚVOD

Standardom genetického hodnotenia ošípaných v chovateľsky vyspelých krajinách sa stal viacznakový animal model a metóda BLUP, ktorej základom je rie-

šenie viacrozmerných lineárnych zmiešaných modelov. Táto metóda umožňuje presnejšie rozdeliť fenotypové hodnoty sledovaných ukazovateľov na časť genetickú (plemenná hodnota) a negenetickú (efekty prostredia). Okrem presnejších predpovedí plemenných hodnôt

(BLUP odhady aditívnej genetickej hodnoty) dostaneme pri riešení lineárnych rovníc zmiešaného modelu odhady ostatných negenetickejch efektov prostredia (efekt chovu, roku a sezóny testu, efekt testovacej stanice a obdobia testu, efekt vrhu, z ktorého zvieria pochádza, atď.). Tieto odhady môžeme využiť pri vyhodnocovaní genetického trendu a trendov prostredia. Odhady genetického trendu a trendov prostredia v populácii umožňujú zhodnotiť efektívnosť selekčného programu a monitorovať vývoj podmienok prostredia, pod ktorými rozumieme napríklad manažment, výživu, zdravotný stav zvierat v chove a podmienky prostredia na staniaciach výkrmnosti a jatočnej hodnoty (Kovac, Groeneveld, 1990).

Hodnotením fenotypového trendu ukazovateľov výkrmnosti a jatočnej hodnoty ošípaných plemien biele ušľachtilé a biele mäsové na Slovensku v rokoch 1991–1995 sa zaoberali Bobček *et al.* (1997). Wolf *et al.* (1998) hodnotili genetický trend a trendy prostredia produkčných ukazovateľov ošípaných v ČR s použitím viacznakového animal modelu.

Cieľom tejto práce bolo vyhodnotenie genetických trendov a trendov prostredia od roku 1992 do roku 1997 v populáciách ošípaných plemien biele ušľachtilé (BU) a biele mäsové (BM) v SR pre päť produkčných ukazovateľov meraných v poľnom teste (tzv. test vlastnej úžitkovosti) a na staniaciach výkrmnosti a jatočnej hodnoty (SVJH). Výpočty genetického trendu a trendov prostredia sú založené na riešeníach systému rovníc viacznakového animal modelu. Táto metóda genetického hodnotenia sa začala na Slovensku skúšobne používať v auguste 1998.

MATERIÁL A METÓDY

Údaje z poľných testov ošípaných a staníc výkrmnosti a jatočnej hodnoty pochádzali z databázy kontroly úžitkovosti ošípaných Štátneho plemenárskeho ústavu

SR ($n = 108\,370$, resp. $n = 54\,961$ záznamov plemena biele ušľachtilé (BU), resp. biele mäsové (BM) od roku 1992 do marca 1998. Analyzovali sme päť produkčných ukazovateľov: priemerný denný prírastok v poľnom teste od 30 do 100 kg (PRÍRPT), hrúbku chrbtovej slaniny (SLANPT) meranú ultrazvukom na kancoch a prasničkách v chovoch, priemerný denný prírastok v teste SVJH (PRÍRST), percento cenných mäsových častí (CMČST) a hrúbku chrbtovej slaniny (SLANST) meranú na testovaných bravčekoch a prasničkám na SVJH. Počty zvierat v analyzovanom súbore testovaných v poľnom teste a teste SVJH sú uvedené v tab. I.

Na simultánny odhad plemenných hodnôt bol použitý päťznakový animal model s rôznymi modelmi pre rôzne ukazovatele (Peškovičová, Groeneveld, 1997; Peškovičová *et al.*, 1997; Groeneveld, Peškovičová, 1999). Štatistický model zohľadňuje najdôležitejšie genetické i negenetickej faktory, ktoré majú vplyv na premenlivosť sledovaných ukazovateľov. Modelové rovnice pre sledované ukazovatele môžeme písať v nasledovnom tvare:

$$SLANPT_{iklm} = hysft_i + SEX_k + litter_l + b \cdot wft_{iklm} + animal_{iklm} + e_{iklm}$$

$$PRÍRPT_{iklm} = hysft_i + SEX_k + litter_l + animal_{iklm} + e_{iklm}$$

$$PRÍRST_{jklm} = stys_j + SEX_k + litter_l + animal_{jklm} + e_{jklm}$$

$$CMČST_{jklm} = stys_j + SEX_k + litter_l + animal_{jklm} + e_{jklm}$$

$$SLANST_{jklm} = stys_j + SEX_k + litter_l + c \cdot wst_{jklm} + animal_{jklm} + e_{jklm}$$

kde: $SLANPT_{iklm}$, $PRÍRPT_{iklm}$ – hrúbka chrbtovej slaniny, resp. priemerný denný prírastok m -tého zvierata meraného v poľnom teste

$PRÍRST_{jklm}$, $CMČST_{jklm}$, $SLANST_{jklm}$ – priemerný denný prírastok, podiel cenných mäsových častí, resp. hrúbka chrbtovej slaniny m -tého zvierata na SVJH

I. Počty testovaných zvierat podľa rokov – Numbers of tested animals over the years

	BM			BU		
	SLANPT	PRÍRPT	PRÍRST CMČST SLANST	SLANPT	PRÍRPT	PRÍRST CMČST SLANST
1992	6 449	7 035	282	13 170	13 731	568
1993	7 480	7 605	477	11 266	13 677	620
1994	8 582	8 846	502	14 839	15 839	788
1995	8 938	9 203	703	19 115	19 473	1 117
1996	8 625	8 705	741	18 737	18 823	1 058
1997	6 611	6 611	373	15 925	15 925	745

Pre tab. I, II, III, V a VI – For Tables I, II, III, V and VI:

SLANPT – hrúbka chrbtovej slaniny v poľnom teste – backfat thickness in field test
 PRÍRPT – priemerný denný prírastok v poľnom teste – average daily gain in field test
 PRÍRST – priemerný denný prírastok na SVJH – average daily gain at station
 CMČST – percento cenných mäsových častí na SVJH – percentage of valuable cuts
 SLANST – hrúbka chrbtovej slaniny na SVJH – backfat thickness at station
 BU – plemeno biele ušľachtilé – Large White breed
 BM – plemeno biele mäsové – White Meaty breed

$hysf_i$	– náhodný združený efekt i -teho stáda x roku x obdobia testu, použitý pre ukazovatele merané v poľnom teste
SEX_k	– pevný efekt k -teho pohlavia zvierata
$stys_j$	– náhodný združený efekt stanica x rok testu x sezóna testu použitý v modelových rovniciach pre znaky merané na SVJH
$litter_l$	– permanentný náhodný efekt l -tého vrhu, z ktorého zviera pochádza
wf_{iklm}	– hmotnosť m -tého zvierata na konci poľného testu
wst_{jklm}	– hmotnosť m -tého zvierata na konci testu v SVJH
b, c	– lineárne regresné koeficienty použité ako korekčné faktory zohľadňujúce rôznu hmotnosť pri meraní v poľnom teste (wf_{iklm}), resp. v teste SVJH (wst_{jklm})
$animal_{iklm}, animal_{jklm}$	– aditívna genetická hodnota m -tého zvierata (plemenná hodnota) v poľnom teste, resp. teste SVJH, náhodný efekt
e_{iklm}, e_{jklm}	– reziduálne efekty

Sezóny v združených efektoch prostredia $hysf$, resp. $stys$ tvorili dvojmesačné obdobia (január–február = sezóna 1, marec–apríl = 2, atď.). Predpovede plemenných hodnôt a odhady ostatných efektov v modeli boli počítané pomocou programu PEST (Groeneveld *et al.*, 1993). Kovariančné matice pre sledované ukazovatele a jednotlivé náhodné efekty použité ako vstupné parametre boli odhadnuté v práci autorov Groeneveld a Peškovičová (1999).

Genetické trendy pre obe plemená sme vypočítali ako priemerné hodnoty BLUP odhadov plemenných hodnôt

v rámci rokov narodenia zvierat. Genetické trendy sú vyjadrené ako odchýlka od tzv. genetickej bázy, za ktorú sme zvolili zvieratá narodené v roku 1992 v rámci každého plemena.

Na hodnotenie trendov prostredia boli použité riešenia systému rovníc animal modelu pre efekty chov x rok x sezóna testu (efekt $hysf$ v modelových rovniciach) a efekty stanica x rok x sezóna testu (efekt $stys$). Trendy prostredia pre znaky merané v poľnom teste (PRÍRPT, SLANPT) sme vypočítali ako priemery odhadov efektov $hysf$ cez chovy v danom roku a sezóne. Pri ukazovateľoch meraných na SVJH (PRÍRST, CMČST, SLANST) sme hodnotili trendy prostredia ako odhady efektov $stys$ osobitne pre každú stanicu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Fenotypové hodnoty sledovaných znakov podľa rokov pre obe skúmané plemená sú uvedené v tab. II a III. U oboch plemien sme počas sledovaného obdobia zaznamenali mierne zlepšenie sledovaných ukazovateľov od roku 1992 do roku 1997. Fenotypové zmeny pri hrúbke chrptovej slaniny meranej ultrazvukom v poľnom teste (SLANPT) boli menšie ako 1 mm, môžeme teda hovoriť o stagnácii v tomto ukazovateli. Kumulatívna zmena fenotypového priemeru pri obdobnom ukazovateli meranom na zabitých potomkoch testovaných zvierat na SVJH (SLANST) bola približne –4 mm pri oboch sledovaných plemenách. Postupné zlepšovanie sme za-

II. Fenotypové hodnoty (priemery a smerodajné odchýlky) sledovaných ukazovateľov podľa rokov (plemeno BU) – Fenotype means and standard deviations of studied traits over the years (BU breed)

Rok narodenia ¹	SLANPT (cm)		PRÍRPT (g.deň ⁻¹)		PRÍRST (g.deň ⁻¹)		CMČST (%)		SLANST (cm)	
	1992	1,41	0,25	484	61	845	105	49,34	3,15	2,38
1993	1,37	0,25	487	62	830	117	49,37	3,00	2,35	0,43
1994	1,36	0,26	500	61	848	108	49,32	3,16	2,32	0,42
1995	1,33	0,27	505	61	834	111	49,98	3,15	2,23	0,42
1996	1,40	0,29	522	57	837	105	50,82	3,00	2,14	0,37
1997	1,36	0,30	529	57	858	107	51,26	2,94	2,03	0,33

¹year of birth

III. Fenotypové hodnoty (priemery a smerodajné odchýlky) sledovaných ukazovateľov podľa rokov (plemeno BM) – Fenotype means and standard deviations of studied traits over the years (BM breed)

Rok narodenia ¹	SLANPT (cm)		PRÍRPT (g.deň ⁻¹)		PRÍRST (g.deň ⁻¹)		CMČST (%)		SLANST (cm)	
	1992	1,48	0,27	494	66	840	115	48,89	2,96	2,32
1993	1,44	0,28	494	66	823	120	49,08	3,18	2,38	0,44
1994	1,43	0,30	506	65	843	115	48,92	3,19	2,34	0,43
1995	1,39	0,28	513	67	827	102	49,56	3,07	2,27	0,39
1996	1,49	0,34	524	66	821	118	51,05	3,26	2,11	0,41
1997	1,42	0,32	534	61	850	106	51,63	2,86	1,97	0,36

¹year of birth

IV. Počty importovaných kancov podľa rokov zaradenia (všetky plemená) – Numbers of imported boars according to the years of their inclusion in tests (all breeds)

Rok	n
1990	47
1991	38
1992	97
1993	87
1994	92
1995	223
1996	194
1997	192
1998	306

znamenali i v priemernom dennom prírastku v oboch prostrediach (PRÍRPT, PRÍRST), pričom na staniách VJH došlo v roku 1995 k dočasnému poklesu a potom opäť k nárastu priemerného denného prírastku (PRÍRST). Výraznejšie zmeny sme zistili iba pri percente cenných mäsových častí. Priemerná hodnota tohto ukazovateľa vzrástla v roku 1996 o 1,49 % (plemeno BM), resp. o 0,89 % (plemeno BU) oproti roku 1995, pričom kumulatívne zlepšenie za obdobie 1992–1997 predstavovalo 2,74 % (plemeno BM), resp. 1,92 % (plemeno BU). Tento nárast si vysvetľujeme zvýšeným selekčným tlakom na tento ukazovateľ ako i pôsobením imigrovaných génov v populácii. Podľa údajov zo Štátneho plemenárskeho ústavu bolo na Slovensko po roku 1995 importovaných dvojnásobný počet plemenných kancov než v rokoch 1992–1994 (tab. IV). V roku 1994 začalo na Slovensku pôsobiť napríklad 26 nových importovaných kancov plemena BU (importované plemeno large white), o rok neskôr to už bolo 73 nových importovaných kancov, a v rokoch 1996, resp. 1997 to bolo 50, resp. 51 kancov, takže podiel importovaných kancov pôsobiacich v populácii BU je dosť významný (celkový počet aktívnych kancov v populácii BU na Slovensku je okolo 700).

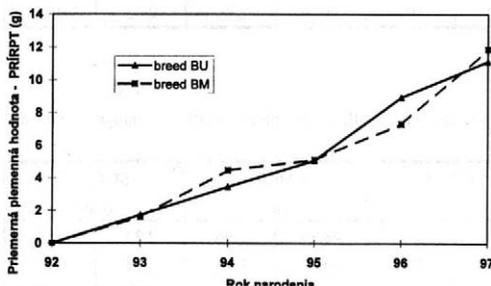
Genetické trendy

Genetické trendy v oboch populáciách pre jednotlivé ukazovatele sú znázornené na grafoch genetického trendu (obr. 1, 2, 3, 4, 5). Kumulatívny genetický zisk za celé sledované obdobie 1992–1997 a hodnoty kumulatívneho genetického zisku za obdobie 1995–1997 sú uvedené v prvej časti tab. V (plemeno BU) a VI (plemeno BM). V genetickom trende oboch plemien neboli zaznamenané podstatné rozdiely. Zatiaľ čo genetický zisk v oboch trojročných obdobiach bol približne rovnaký, s náznakom mierneho zlepšovania od roku 1995, kumulatívny fenotypový trend oboch plemien, uvedený v druhej časti tab. V a VI, hovorí o výraznejšom zvýšení priemerného denného prírastku na SVJH (PRÍRST) a podielu cenných mäsových častí (CMČST) v rokoch 1995–1997, čo súvisí s už spomínaným pôsobením väčšieho počtu importovaných kancov v populácii od roku 1995.

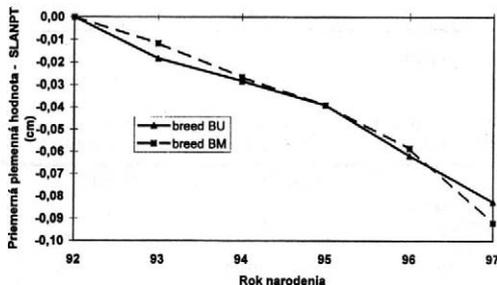
Hodnoty priemerného ročného genetického zisku pre plemeno BU boli $-0,01$ cm za rok (SLANPT), $1,85$ g.deň⁻¹ za rok (PRÍRPT), $3,95$ g.deň⁻¹ za rok (PRÍRST), $0,17$ % za rok (CMČST) a $-0,02$ cm za rok (SLANST). Pri plemene BM dosiahol priemerný ročný genetický zisk $-0,02$ cm za rok (SLANPT), $1,99$ g.deň⁻¹ za rok (PRÍRPT), $4,32$ g.deň⁻¹ za rok (PRÍRST), $0,16$ % za rok (CMČST), a $-0,02$ cm za rok (SLANST).

Podobné hodnoty ročného genetického zisku v rokoch 1986–1993 pre ukazovatele priemerný denný prírastok a podiel cenných mäsových častí merané na SVJH (3,36 g, 0,12 %) vypočítali pre populáciu plemena large white v Maďarsku Groeneveld *et al.* (1996). Vyšší ročný genetický zisk (7,9 g a 0,27 %) zistili v populácii large white. Pre znaky merané v poľných testoch (PRÍRPT a SLANPT) vypočítali nízke hodnoty genetického zisku, podobné výsledkom v SR.

Wolf *et al.* (1998) vypočítali priemerný ročný genetický zisk v období 1992–1996 $+2,95$ g.deň⁻¹ (PRÍRPT), $9,29$ g.deň⁻¹ (PRÍRST) a $0,29$ % (podiel cenných mäsových častí meraných prístrojom piglog) pre populáciu landrase. Plemeno large white dosiahlo v ČR v uvede-

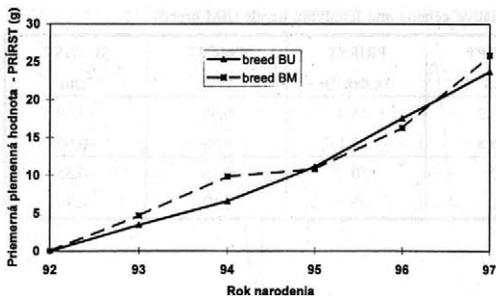


1. Genetický trend pre priemerný denný prírastok v poľnom teste – Genetic trend of average daily gain in field test

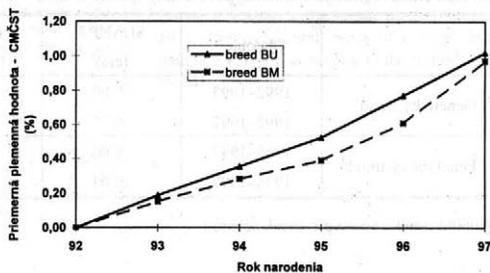


2. Genetický trend pre hrúbku chrbtovej slaniny v poľnom teste – Genetic trend of backfat thickness in field test

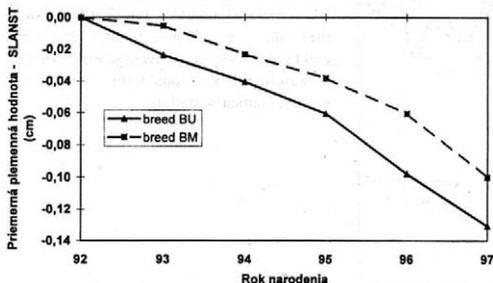
Pre obr. 1 až 5 – For. Figs 1 to 5: BU – biele ušľachtilé – Large White, BM – biele mäsové – White Meaty; priemerná plemenná hodnota = average breeding value; rok narodenia = year of birth



3. Genetický trend pre priemerný denný prírastok v teste SVJH – Genetic trend of average daily gain in SVJH test



4. Genetický trend pre podiel cenných mäsových častí – Genetic trend of the percentage of valuable cuts



5. Genetický trend pre hrúbku chrbtovej slaniny v teste SVJH – Genetic trend of backfat thickness in SVJH test

nom období priemerný ročný genetický zisk $1,42 \text{ g.deň}^{-1}$, $5,54 \text{ g.deň}^{-1}$ a $0,39 \%$. Priemerný ročný genetický zisk, ktorý vypočítal Hofer (1990) pre podiel cenných mäsových častí plemien landrase a yorkshire, bol $0,11 \%$, resp. $0,17 \%$.

V chovateľsky vyspelých krajinách dosahujú hodnoty ročného genetického zisku úroveň, ktorú možno porovnať s hodnotami kumulatívneho genetického zisku dosiahnutého u nás za obdobie niekoľkých rokov. Napr. v Dánsku (podľa informácií internetovej stránky www.danbred.dk) dosiahol ročný genetický zisk v priemernom dennom prírastku za obdobie posledných troch rokov 28 g pri plemenách duroc a landrase a 17 g , resp. 12 g pri plemenách hampshire a yorkshire.

Kennedy *et al.* (1996) zistili rýchlejšie genetické zlepšovanie populácie v súvislosti so zavedením gene-

tického hodnotenia metódou BLUP. Tento efekt bol výraznejší v ukazovateli vek pri dosiahnutí hmotnosti 100 kg , čo je znak s nižšou dedivosťou a väčším pevným efektom prostredia (farmy), než pri hrúbke chrbtovej slaniny s vyšším koeficientom dedivosti.

Trendy prostredia

Poľné testy: Obr. 6 a 7 zobrazujú vývoj efektov prostredia (priemerné hodnoty odhadov efektov chov x rok x sezóna testu cez chovy v rámci jednotlivých rokov a sezón) pre ukazovatele merané v poľných testoch. Z obr. 6 je zrejmy pozitívny vplyv podmienok prostredia od roku 1994 na priemerný denný prírastok. Tento trend sa však neprejavil pri hrúbke chrbtovej slaniny (obr. 7), kde hodnoty efektov prostredia oscilovali okolo nuly – maximálne rozdiely v boli menšie ako $0,1 \text{ cm}$. Na obr. 6 možno pozorovať periodický vplyv sezónnosti – negatívny vplyv na denný prírastok kumuloval u zvierat, ktoré ukončili poľný test v máji a júni (sezóna 3), t.j. začiatok testu pripadá na zimné mesiace, a pozitívny vplyv na zvieratá, ktoré boli testované v letných mesiacoch a ukončili test v zime. Tento trend je viditeľný v rokoch 1993–1997 pri plemene BU. Pri druhom sledovanom plemene periodicitu vplyvov prostredia nie je taká jednoznačná.

K rovnakým zisteniam o sezónnosti vplyvov prostredia na produkčné ukazovatele dospeli Kovac a Groeneveld (1990), ktorí analyzovali trendy prostredia u plemien landrase a pietrain v Nemecku.

Testy SVJH: Trendy prostredia ukazovateľov meraných na SVJH (odhady efektov *stys* pre jednotlivé sta-

V. Kumulatívne genetické a fenotypové trendy (plemeno BU) – Cumulative genetic and phenotypic trends (BU breed)

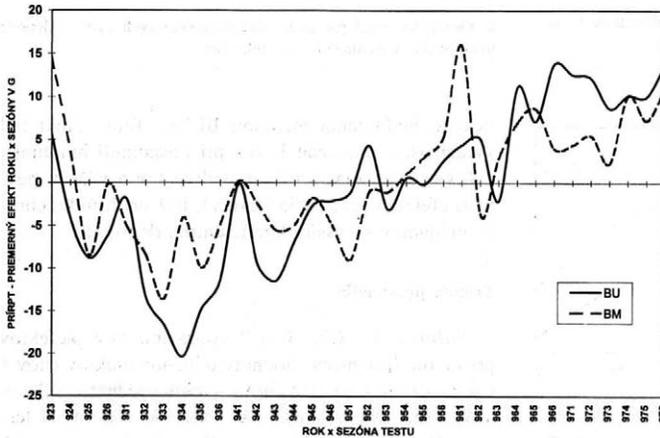
	Obdobie ³	SLANPT (cm)	PRÍRPT (g.deň ⁻¹)	PRÍRST (g.deň ⁻¹)	CMČST (%)	SLANST (cm)
Genetický trend ¹	1992–1997	-0,08	11,1	23,7	1,02	-0,13
	1995–1997	-0,04	6,1	12,7	0,50	-0,07
Fenotypový trend ²	1992–1997	-0,05	45	13	1,92	-0,35
	1995–1997	-0,03	24	24	1,28	-0,20

¹genetic trend, ²fenotypic trend, ³season

VI. Kumulatívne genetické a fenotypové trendy (plemeno BM) – Cumulative genetic and fenotypic trends (BM breed)

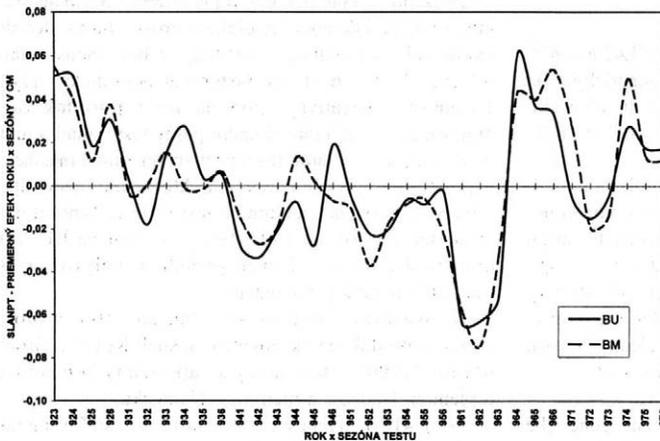
	Obdobie ³	SLANPT (cm)	PRÍRPT (g.deň ⁻¹)	PRÍRST (g.deň ⁻¹)	CMČST (%)	SLANST (cm)
Genetický trend ¹	1992–1997	-0,09	11,9	25,8	0,97	-0,10
	1995–1997	-0,05	6,8	15,1	0,58	-0,06
Fenotypový trend ²	1992–1997	-0,06	40	10	2,74	-0,35
	1995–1997	-0,03	21	23	2,07	-0,30

¹genetic trend, ²fenotypic trend, ³season



6. Trendy prostredia pre priemerný denný prírastok v poľnom teste – Environmental trends of average dialy gain in field test

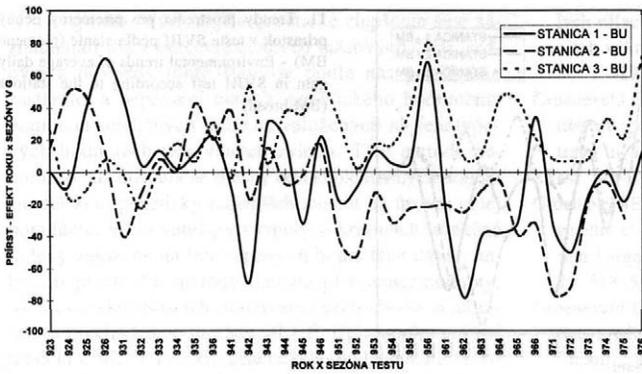
Pre obr. 6 až 13 – For Figs. 6 to 13:
BU – biele ušľachtilé – Large White, BM – biele mäsové – White Meaty; priemerný efekt roku x sezóna = average effect of year x season; rok x sezóna testu = year x test season; stanica = station



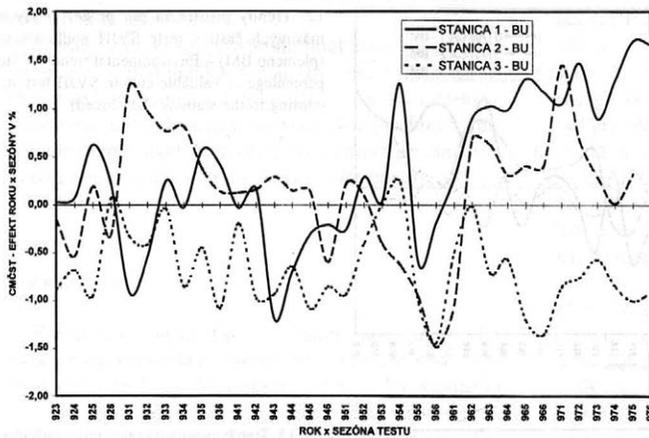
7. Trendy prostredia pre hrúbku chrbtovej slaniny v poľnom teste – Environmental trends of backfat thickness in field test

nice), ktoré sú zobrazené na obr. 8, 9 a 10 (plemeno BU), resp. na obr. 11, 12 a 13 (plemeno BM), poukazujú na rozdiely medzi jednotlivými stanicami. Najvýraznejšie boli rozdiely v pôsobení prostredia na sledované ukazovatele. Napríklad v rokoch 1993–1994 bol maximálny rozdiel medzi efektmi prostredia medzi stanicami pri hrúbke chrbtovej slaniny 0,5 cm a pri percente cenných mäsových častí približne 4 %. Tieto výsledky názorne dokumentujú nevýhody genetického

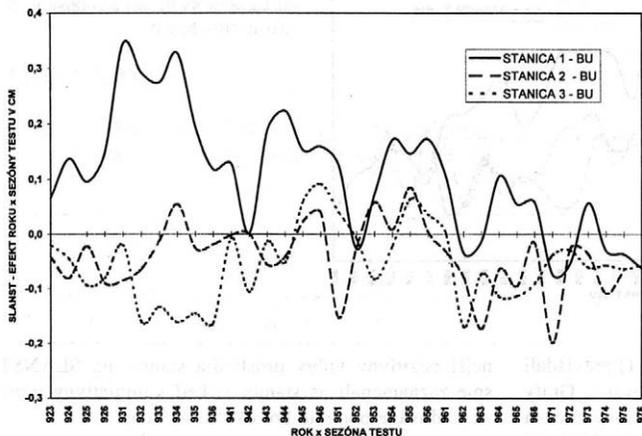
hodnotenia metódou selekčných indexov založených na fenotypových hodnotách testovaných potomkov. Napríklad kanec testovaný na stanici 1 dosahoval horšie výsledky (väčšia hrúbka slaniny a menší podiel cenných mäsových častí), než by bol dosiahol, keby jeho potomstvo bolo testované na stanici 2. Tento handicap nedokázal selekčný index založený na fenotypových hodnotách odstraňovať. V indexe sa totiž vážili fenotypové hodnoty potomstva testovaného kanca nekorigované



8. Trendy prostredia pre priemerný denný prírastok v teste SVJH podľa staníc (plemeno BU) – Environmental trends of average daily gain in SVJH test according to the stations (BU breed)



9. Trendy prostredia pre podiel cenných mäsových častí v teste SVJH podľa staníc (plemeno BU) – Environmental trends of the percentage of valuable cuts in SVJH test according to the stations (BU breed)

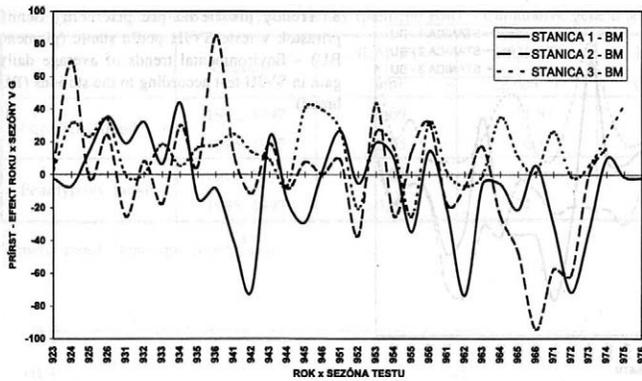


10. Trendy prostredia pre hrúbku chrbtovej slaniny teste SVJH podľa staníc (plemeno BU) – Environmental trends of backfat thickness in SVJH test according to the stations (BU breed)

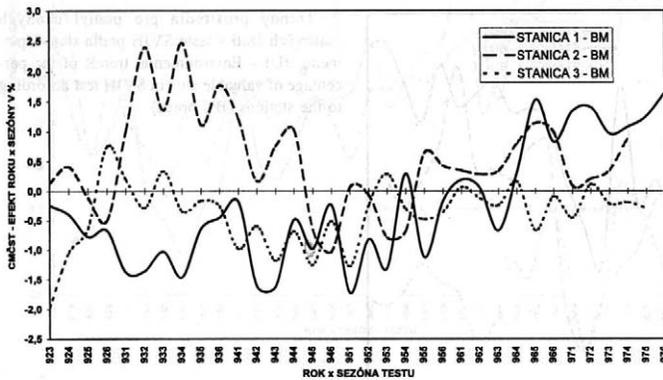
na efekty prostredia. Použitie animal modelu a metódy BLUP dokáže tento faktor v modeli zohľadniť a odhadnúť genetický potenciál jedinca presnejšie. Aj napriek tomu by bolo potrebné spresniť a štandardizovať testáciu na SVJH, pretože jej prednosťou by malo byť testovanie

síce na malom počte jedincov v porovnaní s veľkosťou populácie, ale v presne definovaných podmienkach.

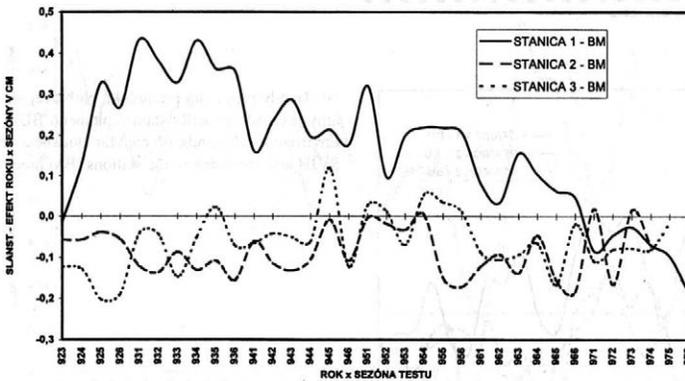
Na základe grafického znázornenia trendov prostredia na SVJH (obr. 8 až 13) nemožno hovoriť o systematickom zlepšovaní podmienok na SVJH. V prípade



11. Trendy prostredia pre priemerný denný prírastok v teste SVJH podľa staníc (plemeno BM) – Environmental trends of average daily gain in SVJH test according to the stations (BM breed)



12. Trendy prostredia pre podiel cenných mäsových častí v teste SVJH podľa staníc (plemeno BM) – Environmental trends of the percentage of valuable cuts in SVJH test according to the stations (BM breed)



13. Trendy prostredia pre hrúbku chrbtovej slaniny teste SVJH podľa staníc (plemeno BM) – Environmental trends of backfat thickness in SVJH test according to the stations (BM breed)

priemerného denného prírastku (obr. 8 a 11) prevládali sezónne vplyvy prostredia na tento ukazovateľ. Grafy efektov prostredia pre podiel cenných mäsových častí naznačujú pozitívny trend od roku 1995 na všetkých troch staniciach pri plemene BM (obr. 12). Pri plemene BU je zlepšovanie podmienok prostredia viditeľné najmä na stanici 1 a 2 od roku 1996 (obr. 9). V prípade hrúbky chrbtovej slaniny (SLANST) krivky trendov prostredia pre jednotlivé SVJH konvergujú (obr. 10 a 13), čo svedčí o šandardizácii prostredia na jednotlivých SVJH hlavne v rokoch 1996 a 1997. Výraz-

nejší pozitívny vplyv prostredia stanice na SLANST sme zaznamenali na stanici 1, keď kumulatívny trend za sledované obdobie bol okolo $-0,5$ cm.

ZÁVER

Napriek tomu, že sme zistili pozitívny genetický trend u oboch skúmaných plemien, musíme konštatovať, že dynamika genetického zlepšovania populácie ošípaných na Slovensku zatiaľ nezodpovedá chovateľsky vyspe-

lým krajinám. Výraznejšie genetické zlepšenie sme zaznamenali iba v percente cenných mäsových častí. Jedným z dôvodov tohto stavu je podľa nás používanie zastaralej a nepresnej metódy genetického hodnotenia pomocou selekčných indexov založených na fenotypových hodnotách testovaných zvierat. Táto metóda neumožňovala dostatočne presný odhad plemenných hodnôt ani selekciu geneticky najlepších zvierat na úrovni celej populácie. V chovateľsky vyspelých krajinách selekčné indexy založené na fenotypových hodnotách dávno nahradili presnejšie metódy odhadu plemennej hodnoty, na Slovensku však ich používanie pretrvávalo, a až teraz sa prechádza na metódu BLUP. Uplatnením animal modelu a BLUP metódy genetického hodnotenia a skvalitňovaním podmienok chovu by sa mal selekčný pokrok v populácii ošípaných v SR zvýšiť a priniesť tak i väčší ekonomický prínos.

Trendy v efektoch prostredia poukazujú na pozitívne zmeny v podmienkach manažmentu, výživy a odchovu zvierat najmä od roku 1995. Analýza efektov prostredia, ktorých odhady sú vedľajším produktom pri odhade plemenných hodnôt, môže pomôcť pri stanovení opatrení smerujúcich do oblasti manažmentu, výživy a odchovu zvierat.

Podakovanie

Publikované výsledky sú súčasťou medzinárodného výskumného projektu Institut für Tierzucht und Tierverhalten der FAL, Mariensee, SRN, a Výskumného ústavu živočíšnej výroby v Nitre. Dana Peškovičová ďakuje Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten v Bonne za financovanie študijných pobytov v Mariensee.

LITERATÚRA

Bobček R., Fľak P., Bobček B., Podolanová E. (1997): Hodnotenie ukazovateľov výkrmnosti a jatočnej hodnoty bie-

lych ušľachtilých a bielych mäsových ošípaných na staniaciach výkrmnosti a jatočnej hodnoty. *J. Farm. Anim. Sci.*, 30: 23–29.

Groeneveld E., Peškovičová D. (1999): Simultaneous estimation of the covariance structure of field and station test traits in Slovakian pig population. *Czech J. Anim. Sci.*, 44: 145–150.

Groeneveld E., Csato L., Farkas J., Radnóczi L. (1996): Joint genetic evaluation of field and station test in the Hungarian Large White and Landrace population. *Arch. Tierz.*, 39: 513–531.

Groeneveld E., Kovac M., Wang T. (1993): PEST, multivariate prediction and estimation. Version 3.1. University of Illinois, Department of Animal Science.

Hofer A. (1990): Schätzung von Zuchtwerten feldgeprüfter Schweine mit einem Mehrmerkmals-Tiermodell. [Dissertation.] Eidgenössische technische Hochschule Zürich. 130 s.

Kennedy B. W., Quinton V. M., Smith C. (1996): Genetic changes in Canadian performance-tested pigs for fat depth and growth rate. *Can. J. Anim. Sci.*, 76: 41–48.

Kovac M., Groeneveld E. (1990): Genetic and environmental trends in German swine herdbook population. *J. Anim. Sci.*, 68: 3523–3535.

Peškovičová D., Groeneveld E. (1997): Simultaneous genetic parameter estimations of carcass traits in White Meaty and White Improved Pigs in Slovakia. In: Proc. 48th Ann. Meet. EAAP, Vienna: 337.

Peškovičová D., Groeneveld E., Kumičik M. (1997): Genetické hodnotenie produkčných ukazovateľov ošípaných v SR metódou multivariantného animal modelu (Genetic evaluation of production traits of pigs in SR using multi-trait animal model). In: Zbor. Ref. Konf. k 50. výročiu VÚŽV Nitra, 8.–9. október 1997: 192, 195.

Wolf J., Wolfová M., Groeneveld E., Jelinková V. (1998): Estimation of genetic and environmental trends for production traits in Czech Landrace and Large White Pigs. *Czech J. Anim. Sci.*, 43: 545–550.

Došlo 2. 3. 1999

Prijaté k publikovaniu 22. 6. 1999

Kontaktná adresa:

Mgr. Dana Peškovičová, Výskumný ústav živočíšnej výroby, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovenská republika, tel.: 00421 (0)87/54 63 78, e-mail: peskovic@vuzv.sk

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

Current Contents

na disketách

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

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

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojnásobem:

- 1) **Zakázkový přístup** – po vyplnění příslušného zakázkového listu (objednávky) je vhodný především pro mimopražské zájemce.
Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu
– odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce
– vytištění rešerše – 1,50 Kč za 1 stranu A4
– žadanky o separát – 1 Kč za 1 kus
– poštovné + režijní poplatek 15 %
- 2) **„Self-service“** – samoobslužná práce na osobním počítači v ÚZLK.
Finanční podmínky jsou obdobné. Vzhledem k tomu, že si uživatel zpracovává rešerši sám, je to maximálně úsporné. (Do kalkulace cen nezapočítáváme cenu programu a databáze **Current Contents**.)

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

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna

Dr. Bartošová

Slezská 7

120 56 Praha 2

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

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

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

K. Hamanová¹, V. Glasnák², D. Schröffelová², I. Majzlík¹

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

²Czech-Moravian Breeders Corporation, Ltd., Hradištko pod Medníkem, Czech Republic

ABSTRACT: A population of the Czech Cold Blood Horse Silesian Noriker was characterised by microsatellites, protein polymorphisms and blood groups. This population was also compared to a group of very similar animals of Láňy Noriker using the same microsatellites. Allelic and genotype frequencies, average heterozygosity (H) and Nei's standard genetic distance (D) between these two groups of animals were analysed. The parameter estimates for the breed Silesian Noriker were $H = 63.3\%$ with standard deviation $s_H = 7.7\%$ for the microsatellites and $H = 44.3\%$ with $s_H = 6.5\%$ for the blood groups and protein polymorphisms. The weighted average of heterozygosity was $H = 48.5\%$ with $s_H = 10.9\%$ and the genetic distance to the Láňy Noriker was estimated to be $D = 0.266$. The average value of heterozygosity proved that the population has not been exposed to serious inbreeding.

Keywords: horse; Noriker; microsatellites; protein polymorphism; blood groups

ABSTRAKT: Populace genové rezervy českého chladnokrevného koně slezský norik byla charakterizována pomocí mikrosatelitů, polymorfismu proteinů a krevních skupin. Tato populace byla také s použitím stejných mikrosatelitů porovnávána s velmi podobnou skupinou zvířat – s plemenem láňský norik. Byly analyzovány alelické a genotypové frekvence, průměrná heterozygotnost (H) a genetická distance (D) mezi těmito dvěma skupinami zvířat. Parametry odhadu plemene slezský norik byly $H = 63,7\%$ se standardní odchylkou $s_H = 7,7\%$ pro mikrosatelity a $H = 44,3\%$, $s_H = 6,5\%$ pro krevní skupiny a polymorfismus proteinů. Vážený průměr heterozygotnosti byl $H = 48,5\%$ a $s_H = 10,9\%$. Hodnota standardní genetické distance podle Neie mezi slezským a láňským norikem byla odhadnuta jako $D = 0,266$. Průměrná hodnota heterozygotnosti ukazuje, že populace nebyla vystavena výraznému vlivu inbridingu.

Klíčová slova: kůň; norik; mikrosatelity; proteinový polymorfismus; krevní skupiny

INTRODUCTION

The Noric horse, also known as Noriker, has been bred for approximately 2000 years in the alpine piedmont of Austria. It is one of the oldest breeds in Austria and has been maintained and bred in the Hohe Tauern National Park.

After the province "Noricum" was founded by the Romans in the territory of modern-day Austria, Bavaria and Switzerland, heavy breed Roman draught horses were introduced to Central Europe at the time of Christ's birth, giving rise to a new breed of horse. This breed owes its name to the former Roman province Noricum (www1, www2). The recent status and census of this rare domestic animal shows the serious position in conservational breeding.

The Noriker horse has its origins in the group of occidental horses (a mixture of the warhorses of the Roman legions with indigenous breeds) (www2). It is taken for the purest descendant of the original western wild horse (*Equus robustus* Steg.). The Noriker cold blood horse is regarded as the founder population of the cold blood horse population in Bohemia. In the last century most of the breeders have tried to improve the breed by crossing to other cold blood breeds, for example to Belgian horse. But later these attempts were discontinued and the Noriker was kept in pure breeding.

The population of the Noriker, at present existing in the Czech Republic, is called Silesian Noriker referring to the region of concentration. It is bred mainly in the north of Moravia, the main breeding centre being Klokočov farm. There is also a subpopulation called Láňy

* The study was supported by the Ministry of Agriculture of CR (Project No. 5084/95 of the National Agency for Agricultural Research).

Noriker, which had been separated from the Silesian Noriker more than the fifty years ago. This subpopulation is bred on the farm Lány of the Czech University of Agriculture in Prague. Since 1997, the breed Silesian Noriker has been recognized to be a genetic resource on the basis of a recommendation of the Council of Animal Genetic Resources of the Czech Republic.

Microsatellites are short repetitive sequences of DNA in which a specific motif of 1–6 bases is repeated. The usual number of repeats is in the range between 10 and 60. Microsatellites are generally considered to be the most powerful genetic markers because of their extraordinary variability and relatively easy analysis. It is typical to observe loci with more than ten alleles, and heterozygosity estimates higher than 0.60 even in relatively small groups of animals (Bowcock *et al.*, 1994; Deka *et al.*, 1995). In addition to their high variability, they are also densely distributed throughout eukaryotic genomes (Dib *et al.*, 1996; Dietrich *et al.*, 1996).

The genetic variability of a population is usually measured by the average heterozygosity per locus, while the gene differences between two populations may be measured by the genetic distance (Nei, Roychoudhury, 1974). Most values of genetic distance between the local populations appear to be sufficiently small (Nei, 1972). The optimal sample size of animals for general evaluation of the variability should be in the range between 25 and 35 of not related individuals (MacHugh, 1996).

The objective of this study was to estimate genetic variability of the Silesian Noriker and the Lány Noriker and to measure genetic distance between these populations using microsatellites, protein polymorphisms and blood groups.

MATERIAL AND METHODS

Two populations of the cold blood horse were analysed, the Silesian Noriker from Klokočov farm ($n = 39$) and the Lány Noriker ($n = 16$). In both populations all available animals encompassing individuals without known relationship as well as mares and their descendants were included.

I. Description of horse microsatellite markers

Locus	Size (bp)	Labelling	Sequence of primers
<i>VHL</i> ₂₀	85–105	FAM	5'-[FAM]-CAA GTC CTC TTA CTT GAA GAC TAG-3' 5'-AAC TCA GGG AGA ATC TTC CTC AG-3'
<i>HTG</i> ₄	120–140	FAM	5'-[FAM]-CTA TCT CAG TCT TGA TTG CAG GAC-3' 5'-CTC CCT CCC TCC CTC TGT TCT C-3'
<i>AHT</i> ₄	146–170	FAM	5'-[FAM]-AAC CGC CTG AGC AAG GAA GT-3' 5'-GCT CCC AGA GAG TTT ACC CT-3'
<i>HMS</i> ₇	170–188	FAM	5'-[FAM]-CAG GAA ACT CAT GTT GAT ACC ATC -3' 5'-TGT TGT TGA AAC ATA CCT TGA CTG T -3'
<i>HTG</i> ₆	80–107	FAM	5'-[FAM]-CCT GCT TGG AGG CTG TGA TAA GAT-3' 5'-GTT CAC TGA ATG TCA AAT TCT GCT-3'

DNA was isolated from blood samples. Fluorescently labelled primers (labelling with pure molecules of isomer 6-carboxyfluorescein (6-FAM) on 5' end) were used for the loci *VHL*₂₀, *HTG*₄, *AHT*₄, *HMS*₇ and *HTG*₆ (Table I) in single and multiplex polymerase chain reactions. They were selected in agreement with the proposal of international standard protocol for paternity testing (Ketchum *et al.*, 1996). The polymerase chain reaction consisted of a hot start for 10 min at a temperature of 95 °C and 30 cycles, for each step 1 minute: denaturation at a temperature of 93 °C, annealing at 55 °C and extension at 72 °C. In the last cycle extension step was prolonged to 5 minutes. The genotyping of microsatellites was performed by means of an automatic capillary sequencer ABI-PRISM 310 and the programme GeneScan Analysis (Bozzini *et al.*, 1996).

In the Silesian Noriker a total of 18 classical polymorphic systems was used. This encompassed five polymorphic blood serum proteins (albumin – ALB, transferrin – TF, haemoglobin – HB, vitamin D binding protein – GC, α 1 β glycoprotein A1B), six polymorphic enzymes (carbonic anhydrase – CA, carboxylesterase – ES, glucose phosphate isomerase – GPI, 6-phosphogluconate dehydrogenase – PGD, phosphoglucomutase – PGM, protease inhibitor – PI) (Glasnák, 1978) and seven blood groups (A, C, D, K, P, Q, U) (Schmid, Buschmann, 1985). Typing of these polymorphisms was in agreement with international standard methods (Ketchum *et al.*, 1996).

From the results of analyses of allelic frequencies, heterozygosity for individual loci (h), average heterozygosity (H), standard deviation of the average heterozygosity (s_H) (Nei, Roychoudhury, 1974) and Nei's standard genetic distance (D) (1972) were calculated.

RESULTS AND DISCUSSION

The allelic frequencies, heterozygosity at individual loci (h) and average heterozygosity (H) are presented in Table II. The gene frequencies of unidentified alleles of blood groups ranged from 0.0128 to 0.3864.

When gene frequency data for microsatellites loci were considered, then estimates of H for Silesian Noriker

II. Gene frequency and heterozygosity for microsatellites and for protein polymorphisms and blood groups in the Noriker

Silesian Noriker			Lány Noriker		Silesian Noriker					
Locus	gene frequency	<i>h</i>	gene frequency	<i>h</i>	locus	gene frequency	<i>h</i>	locus	gene frequency	<i>h</i>
VHL20-91	0.0897		0.1563		AL-A	0.4872		A-af	0.3974	
VHL20-93	0.0128		0.0313		AL-B	0.5128	0.500	A-ag	0.0256	
VHL20-95	0		0.0313		TF-D	0.0256		A-c	0.0641	
VHL20-101	0.4487		0.4375		TF-D2	0.1026		A-+++	0.1795	
VHL20-103	0.1667		0.0313		TF-F2	0.5128		A-++	0.3333	0.694
VHL20-105	0.0897		0.0938		TF-H	0.2821		C-a	0.4103	
VHL20-107	0.0769		0		TF-O	0.0128		C-+++	0.2051	
VHL20-109	0.0256		0.1563		TF-R	0.0641	0.642	C-++	0.3846	0.642
VHL20-111	0.0897	0.740	0.0625	0.744	HB-All	0.0256		D-bcm	0.0641	
HTG4-127	0.0256		0.2188		HB-BI	0.6410		D-cefgm	0.1026	
HTG4-129	0.2564		0.3438		HB-BII	0.3333	0.477	D-cegim	0.0513	
HTG4-131	0.6026		0.4063		CA-F	0.0897		D-cgm	0.1538	
HTG4-135	0.1154	0.557	0.0313	0.668	CA-I	0.7564		D-delo	0.0897	
AHT4-140	0.0256		0		CA-L	0.1026		D-del	0.0897	
AHT4-142	0.0641		0		CA-+++	0.0513	0.407	D-dfkl	0.0769	
AHT4-144	0.1026		0.0313		ES-F	0.6410		D-dghm	0.2051	
AHT4-146	0.2436		0.2188		ES-I	0.3590	0.460	D-dkl	0.1154	
AHT4-148	0.0641		0		GPI-F	0.2821		D-dl	0.0385	
AHT4-156	0.1154		0.1250		GPI-I	0.7179	0.405	D-++	0.0128	0.880
AHT4-158	0.2692		0.1250		PGD-F	1		K-+++	1	
AHT4-160	0.1154	0.822	0.5000	0.670	GC-F	0.8590		P-a	0.1538	
HMS7-159	0.0128		0		GC-S	0.1410	0.242	P-b	0.0513	
HMS7-169	0.0128		0		XK-S	0.0128		P-ac	0.2179	
HMS7-175	0.0128		0		XK-K	0.9872	0.025	P-+++	0.2308	
HMS7-177	0.4103		0.1563		PGM-F	0.1282		P-++	0.3462	0.753
HMS7-179	0.0256		0		PGM-S	0.8718	0.224	Q-c	0.0513	
HMS7-181	0.0897		0.3125		PI-G	0.0897		Q-abc	0.0128	
HMS7-183	0		0.1563		PI-H	0.0513		Q-+++	0.8718	
HMS7-185	0.3974		0.2188		PI-I	0.1795		Q-++	0.0641	0.233
HMS7-187	0.0385		0.0938		PI-L	0.4231		U-a	0.2949	
HMS7-197	0	0.663	0.0625	0.793	PI-N	0.0513		U-+++	0.4744	
HTG6-81	0		0.0938		PI-P	0.0641		U-++	0.2308	0.635
HTG6-87	0.1154		0.0625		PI-S	0.0897				
HTG6-89	0.1154		0.2500		PI-T	0.0385				
HTG6-101	0.7692	0.382	0.5938	0.572	PI- +	0.0128	0.762			
H		0.633		0.689						0.443

h – heterozygosity at individual locus, *H* – average heterozygosity, + genotype was derived, ++ not classified – homozygous or heterozygous, +++ the second allele is different from the first – heterozygous

and Lány Noriker were 63.3% ($s_H = 7.7\%$) and 68.9% ($s_H = 3.8\%$), respectively. These results correspond to the heterozygosity values presented by Bowcock *et al.* (1994) and Deka *et al.* (1995), who also concluded that even small populations can show a considerable degree of heterozygosity. The estimates of the standard deviations acquire quite normal values. Nei's standard genetic distance estimated on the basis of five microsatellite loci equals $D = 0.2657$. This relatively low genetic distance indicates that Silesian Noriker and Lány Noriker had the common origin and history of these populations does not differ considerably.

In Silesian Noriker average heterozygosity estimated on the basis of protein polymorphisms and blood groups was $H = 44.3\%$ ($s_H = 6.5\%$) while the average heterozygosity calculated on the basis of both microsatellites and protein polymorphisms and blood groups was $H = 48.5\%$ ($s_H = 6.6\%$).

The number of alleles for microsatellite loci of different breeds is shown in Table III. Comparison to the other breeds shows the values for the Silesian and the Lány Noriker to be at a medium level, with a range from 6 to 9 alleles per locus. Only markers *HTG4* and *HTG6* are less variable. The average values of heterozy-

III. Number of alleles for microsatellite loci

Locus	SN	LN	QH ¹	MI ²	ST ²	TB ²	SwT ³	ECA ⁴	MIX ⁴	EPR ⁴
VHL20	8	8	10	9	9	4		7	10	4
HTG4	4	4					6			
AHT4	8	5								
HMS7	8	6						6	6	7
HTG6	3	4					4	4	3	5

SN – Silesian Noriker, LN – Lány Noriker, QH – Quarter horse, MI – Miniature horse, ST – Standardbred, TB – Thoroughbred, SwT – Swedish Trotters, ECA – *E. caballus* (Australian thoroughbred), MIX – a mixed breed population of horse *E. caballus*, EPR – Przewalski horse

¹ – Bowling *et al.*, 1997, ² – Van Haeringen *et al.*, 1994, ³ – Ellegren *et al.*, 1992, ⁴ – Breen *et al.*, 1994

IV. Heterozygosity for microsatellite loci

Locus	SN	LN	QH ¹	MI ²	ST ²	TB ²	SwT ³	ECA ⁴	MIX ⁴	EPR ⁴
VHL20	0.739	0.744	0.777	0.800	0.810	0.730		0.900	0.625	0.786
HTG4	0.557	0.668	0.646				0.760			
AHT4	0.822	0.670	0.740							
HMS7	0.663	0.793	0.799					0.900	0.625	0.571
HTG6	0.382	0.572	0.709				0.670	0.475	0.525	0.875

The legend see Table III

gosity for the microsatellite markers were at and above medium levels (Table IV). Only the value for locus HTG6 ($H = 0.382$) in the Silesian Noriker is below average in contrast to the others (Ellegren *et al.*, 1992; Breen *et al.*, 1994; Van Haeringen *et al.*, 1994; Bowling *et al.*, 1997).

The observed populations were not ideal for measurement of genetic variability. Number of assessed animals of Silesian Noriker appeared adequate unlike Lány Noriker. But kind of any animals both populations were not suitable with regard to relationship, like claims MacHugh (1996). Nevertheless, the objective was to characterise all available animals because the population Silesian Noriker is recognized to be a genetic resource and both populations are endangered.

It can be concluded that both populations under study still possess a sufficient degree of genetic variability indicating that they have not been exposed to serious inbreeding. Populations of Silesian Noriker and Lány Noriker are genetically quite similar. Their resemblance is high and populations are very small, so these are good reasons for recombining them again, thus broadening the basis for the conservation of the Noriker in the Czech Republic.

REFERENCES

Bowcock A. M., Linares A. R., Tomforde J., Minch E., Kidd J. R., Cavaili-Sforza L. L. (1994): High resolution of human evolutionary trees with polymorphic microsatellites. *Nature*, 398: 455–457.
 Bowling A. T., Eggleston-Stott M. L., Byrns G., Clark R. S., Dileanis S., Wictum E. (1997): Validation of microsatel-

lite markers for routine horse parentage testing. *Anim. Genet.*, 28: 247–252.
 Bozzini M., Fantin D., Ziegler J., Van Haeringen H., Jacobs W., Ketchum M., Spencer M., Bates S. (1996): Automated equine paternity testing. In: 25th Conf. of ISAG. *Anim. Genet.*, 27 (Suppl. 2): 17–42.
 Breen M., Downs P., Irvin Z., Bell K. (1994): Intragenetic amplification of horse microsatellite markers with emphasis on Przewalski's horse (*E. przewalskii*). *Anim. Genet.*, 25: 401–405.
 Deka R., Jin L., Shriver M. D., Yu L. M., Decroo S., Hundrieser J., Bunker C. H., Ferrel R. E., Chakraborty R. (1995): Population genetics of dinucleotide (dC-dA)_n(dG-dT) polymorphisms in world populations. *Am. J. Hum. Genet.*, 56: 461–474.
 Dib C., Faure S., Fizames C., Samson D., Drouot N., Vignal A., Millasseau P., Marc S., Hazan J., Seboun E., Lathrop M., Gyapay G., Motissette J., Weissenbach J. (1996): A comprehensive genetic map of the human genome based on 5,264 microsatellites. *Nature*, 380: 152–154.
 Dietrich W. F., Miller J., Steen R., Merchant M. A., Darnonboles D., Husain Z., Dredge R., Daly M. J., Ingalls K. A., O'Connor T. J., Evans C. A., Deangelis M. M., Levinson D. M., Krugliak L., Goodman N., Copeland N. G., Jenkins N. A., Hawkins T. L., Stein L., Page D. C., Lander E. S. (1996): A comprehensive genetic map of the mouse genome. *Nature*, 380: 149–152.
 Ellegren H., Johansson M., Sandberg K., Andersson L. (1992): Cloning of highly polymorphic microsatellites in the horse. *Anim. Genet.*, 23: 133–142.
 Glasnák J. (1978): Pokusné ověřování původu koní hlavních plemen v ČSSR na základě biochemických polymorfních znaků. [Final Report.] SPP – GR Praha.

- Ketchum M., Cristofalo C., Colling D., Flynn J., Andres D., Caras (1996): Result on the 1996 ISBC/ISAG Thoroughbred Standardisation Test. In: Troville Workshop, July.
- MacHugh D. E. (1996): Molecular biogeography and genetic structure of domesticated cattle. [PhD Thesis.] University of Dublin.
- Nei M. (1972): Genetic distance between populations. *Am. Nat.*, 106: 283–291.
- Nei M., Roychoudhury A. K. (1974): Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*, 76: 379–390.
- Schmid D. O., Buschmann H. G. (1985): Blutgruppen bei Tieren. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag: 30–45.
- Van Haeringen H., Bowling A. T., Stott M. L., Lenstra J. A., Zwaagstra K. A. (1994): A highly polymorphic horse microsatellite locus: *VHL20*. *Anim. Genet.*, 25, 1994: 207.
- www1: <http://www.ansi.okstate.edu/breeds/horses/noric>
www2: <http://www.npht.sbg.ac.at/n6enorENG.htm>

Received for publication on February 3, 1999

Accepted for publication on June 22, 1999

Contact Address:

Ing. Kateřina Hamanová, Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, katedra genetiky a obecné zootechniky, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 30 44, fax: 02/20 92 03 12, e-mail: hamanova@af.czu.cz

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna (ÚZLK)

Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38

Máte zájem o pravidelné sledování nejčerstvějších informací ze zahraničních odborných časopisů?

Tento požadavek Vám rádi splníme, objednáte-li si naši informační reprografickou službu „Obsahy zahraničních časopisů a články“ typu „Current Contents“.

Vyberete-li si z každoročně aktualizovaného **Seznamu časopisů objednaných do fondu ÚZLK** sledování nejzajímavějších časopisů z Vašeho oboru, zašleme Vám nejprve kopie obsahů nejčerstvějších čísel časopisů a na základě výběru kopie požadovaných článků.

Chtěli bychom Vás také upozornit na další reprografickou službu ÚZLK, a to na poskytování kopií článků z knih a časopisů, které jsou ve fondu ÚZLK. Požadavky na tyto kopie můžete uplatňovat v průběhu celého roku na formulářích „Objednávka reprografické práce“, které si můžete objednat v Technickém ústředí knihoven, Solniční 12, 601 74 Brno, pod katalog. č. TÚK 138-0.

Veškeré další informace a objednávky na reprografické služby včetně Vašich připomínek Vám poskytneme na adrese:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna – ÚZPI

Odd. reproslužeb

Slezská 7, 120 56 Praha 2

Poštovní schránka 39

Telefonické dotazy: 02/24 25 79 39, linka 329, 421 nebo 306

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

V. Gjurčević-Kantura¹, K. Mikulec², M. Zobundžija¹, V. Sušić², D. Mihelić¹,
Ž. Mikulec³, M. Vučemilo⁴

University of Zagreb, Veterinary Faculty, ¹Department of Anatomy, Histology and Embryology, ²Department of Animal Husbandry, ³Department of Animal Nutrition, ⁴Department of Animal Hygiene Environment and Ethology, Zagreb, Croatia

ABSTRACT: Diameters and types of muscle fibers were studied on the basis of histochemical activity of lactic (LD) and succinic (SD) dehydrogenase and myosin adenosine triphosphatase (ATP-ase) at pH 4.3 in *m. gluteobiceps*, *m. longissimus lumborum*, *m. psoas major*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, *m. quadriceps femoris (m. rectus femoris)* and *m. triceps brachii (caput longum)* of 9 male lambs originating from the crossbred F₂ between the Istrian Pramenka and Sardinian (S), Domestic Merino-Würtemberg (W) and East Friesian (EF) rams 71 days old, weighing 21.74 kg (S), 25.66 kg (W) and 25.43 kg (EF). Diameter of the fibers and enzymatic activity were different in all investigated muscles. The diameter ranged from 10 to 90 μm (S), 10–85 μm (W) and 10–70 μm (EF). The largest average diameter of muscles was recorded in the S lambs, and the largest number of fibers in the visual field was in the W and EF animals. Glycolytic fibers were the most common, comprising around or over one half of all fibers; oxidative made about one third of all fibers and oxidative-glycolytic were less common than oxidative. The slow-twitch fibers accounted for around one third and the fast-twitch for around two thirds in all investigated muscles. *M. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* and *m. quadriceps femoris* of the S lambs, then *m. gluteobiceps* and *m. triceps brachii* of the W lambs and *m. psoas major* of the EF lambs contained the most oxidative fibers. Glycolytic fibers were mostly in *m. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus*, *m. quadriceps femoris* and *m. triceps brachii* (W lambs) and in *m. gluteobiceps*, *m. psoas major* and *m. semimembranosus* (S lambs). Majority of the slow-twitch fibers were in *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, *m. quadriceps femoris* and *m. triceps brachii* of the S lambs, in *m. gluteobiceps* and *m. psoas major* of the W lambs and in *m. longissimus lumborum* of the EF lambs. The most of the fast-twitch fibers were in *m. gluteobiceps*, *m. psoas major*, *m. semimembranosus* and *m. triceps brachii* of the EF lambs, and *m. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus* and *m. quadriceps femoris* of the W lambs. Statistical evaluation shows the significant differences ($P < 0.01$) in muscle fiber average diameter in each muscle order between all three crossbreds or only between two crossbreds. The difference in body weight and consequently, in meat volume between the S, W and EF animals was also rather due to a larger number of muscle fibers than to the muscle fiber thickness.

Keywords: lamb; crossbreds; muscle fiber diameter; enzymatic activity

ABSTRAKT: Tloušťku a typ svalových vláken jsme sledovali na základě histochemické aktivity mléčné (LD) a jantarové (SD) dehydrogenázy a myosin adenosintrifosfatázy (ATP) při hodnotě pH 4,3 ve svalích *m. gluteobiceps*, *m. longissimus lumborum*, *m. psoas major*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, *m. quadriceps femoris (m. rectus femoris)* a *m. triceps brachii (caput longum)* u 9 beránků pocházejících z křížení F₂ mezi ovceci plemene istrijská pramenka a berany plemen sardinské (S), domácí merino-würtemberg (W) a východofrišké (EF) ve věku 71 dní a o hmotnosti 21,74 kg (S), 25,66 kg (W) a 25,43 kg (EF). U všech sledovaných svalů jsme zjistili rozdílnou tloušťku vláken a enzymatickou aktivitu. Tloušťka se pohybovala v rozmezí 10 až 90 μm (S), 10 až 85 μm (W) a 10 až 70 μm (EF). Jehňata plemene S měla u většiny svalů největší průměrnou tloušťku vláken a jehňata plemene W a EF měla nejvyšší počet vláken v zorném poli. Nejobvykleji se vyskytovala glykolytická vlákna, která tvořila zhruba polovinu i více všech vláken; zhruba třetinu všech vláken představovala oxidační vlákna a méně častěji než oxidační vlákna se vyskytovala vlákna oxidačně-glykolytická. U všech sledovaných svalů tvořila zhruba jednu třetinu pomalu se stahující vlákna a zhruba dvě třetiny rychle se stahující vlákna. Větší podíl oxidačních vláken u jehňat plemene S obsahovaly svaly *m. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* a *m. quadriceps femoris*, u jehňat plemene W svaly *m. gluteobiceps* a *m. triceps brachii* a u jehňat plemene EF *m. psoas major*. Glykolytická vlákna se většinou nacházela v *m. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus*, *m. quadriceps femoris* a *m. triceps*

brachii (u jehňat plemene W) a v *m. gluteobiceps*, *m. psoas* a *m. semimembranosus* (u jehňat plemene S). Větší podíl pomalu se stahujících vláken obsahovaly svaly *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, *m. quadriceps femoris* a *m. triceps brachii* u jehňat S, *m. gluteobiceps* a *m. psoas* u jehňat W a *m. longissimus lumborum* u jehňat EF. Větší podíl rychle se stahujících vláken jsme zjistili v *m. gluteobiceps*, *m. psoas major*, *m. semimembranosus* a *m. triceps brachii* u jehňat EF a v *m. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus* a *m. quadriceps femoris* u jehňat W. Statistické hodnocení naznačuje pro jednotlivé svaly významné rozdíly v průměrné tloušťce svalových vláken mezi všemi třemi kříženci nebo pouze mezi dvěma kříženci. Rozdíly v tělesné hmotnosti a následně v objemu masa mezi jedinci plemen S, W a EF vyplývaly spíše z většího počtu svalových vláken než z šířky svalů.

Klíčová slova: jehně; kříženci; tloušťka svalových vláken; enzymatická aktivita

INTRODUCTION

The programme of genetic development of domestic dairy sheep in the Mediterranean part of the Republic of Croatia used three breeds of sheep: domestic Istrian Pramenka and the imported Sardinian and East Friesian rams. In assessing economical benefit of the future type of the sheep and the crossbreds obtained in the process of its development, meat production was a very distinctive factor (Mikulec *et al.*, 1992, 1996). A new crossbred F₂ generation sheep has been generated from the Istrian Pramenka breed and Sardinian breed (25% and 75% genetic portion respectively). These crossbreds were mated with East Friesian rams, to obtain dairy crossbreds, and with the local Merino-Würtemberg rams to increase meat volume (Mikulec *et al.*, 1997).

In the study carried out on the lambs originated from mothers of the same genotype, crossbred F₂ generation of the Istrian Pramenka ewes and Sardinian rams, then the rams of the Sardinian, East Friesian and Merino-Würtemberg breeds, we studied fattening and slaughter properties of the animals (Mikulec *et al.*, 1997). The study was aimed at investigating the possibility of meat gain as a secondary product. A two or three-breed cross rams of the Istrian Pramenka F₂ generation and the Sardinian, East Friesian and Merino-Würtemberg rams were included in the study at the age from 35 to 71 days. All animals were kept and fed under the same conditions. Weighing was performed on the first day of the study and then on days 50, 64 and 71. At the age of 71 days the animals were weighed and slaughtered.

The results have shown that the crossbred East Friesian and Merino-Würtemberg ram breeds, compared to the Sardinian rams, had lower feed consumption per kg of weight gain and considerably superior body measures. The same results were achieved with the crossbred Merino-Würtemberg ram breeds vs. East Friesian rams (Mikulec *et al.*, 1997).

The trial being aimed at elucidating the effect of crossbreeding on meat production by the selection of the best crossbreeding combination, the increased meatiness of the crossbred breeds obtained from the Istrian Pramenka F₂ generation ewes and the East Friesian and local Merino-Würtemberg rams indicated that we were on the right way. Higher weight gain, lower feed consumption per kg of weight gain along with higher weight at slaughter and an improved feed conversion

indicated bigger muscle volume. They did not show however if there was any difference at all and how much the morphometabolic properties of the muscles between these two or three-breed crosses differed. Therefore, we decided to use a larger number of important muscles in finding out how heritage, i.e. growth factors, affect the fibers.

MATERIAL AND METHODS

The study of histometabolic properties of muscle fibers in the crossbred Istrian Pramenka F₂ generation ewes with the Sardinian, East Friesian and Merino-Würtemberg rams was carried out on 9 male lambs (three of each breed) aged 71 days. Crossbred Sardinian ram lambs weighed 21.74 kg, Merino-Würtemberg 25.43 kg and East Friesian 25.66 kg. The study was performed on the following muscles: *m. triceps brachii (caput longum)*, *m. longissimus lumborum*, *m. psoas major*, *m. gluteobiceps*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* and *m. quadriceps femoris (m. rectus femoris)*. They were taken just after necropsy from the following places: *m. triceps brachii (caput longum)* and *quadriceps femoris (m. rectus femoris)* from the central part of the muscles; *m. longissimus lumborum* and *m. psoas major* of the third lumbar vertebra; *m. gluteobiceps*, *m. semitendinosus* and *m. semimembranosus* at the height of the lateral joint. Muscle samples were cut to the size of 1 x 1 cm, frozen in liquid nitrogen and cut in the Cryo-cat, into 10 µm thick slices. A part of them was stained with hemalaun and eosine (Romeis, 1968) to show the structure and diameter of fibers, and the rest was tested for the activity of lactate and succinate dehydrogenase (Hess *et al.*, 1958) and at pH 4.3 for myosin adenosine triphosphatase (Padykula, Herman, 1955, modified according to Brook, Kaiser, 1970, and Tuxen, 1990) to show the fiber types.

Out of the so obtained histological preparations, 3476 fibers were measured for their diameter and 8844 fibers were examined to determine the number of oxidative, oxidative-glycolytic and glycolytic, and fast-twitch and slow-twitch fibers. The results were processed statistically and shown cumulatively and for each group of the crossbreds separately, i. e. for the crossbred Istrian Pramenka breed with the Sardinian rams, Istrian Pramenka breed with the East Friesian rams, Istrian Pramenka breed with Merino-Würtemberg rams.

RESULTS AND DISCUSSION

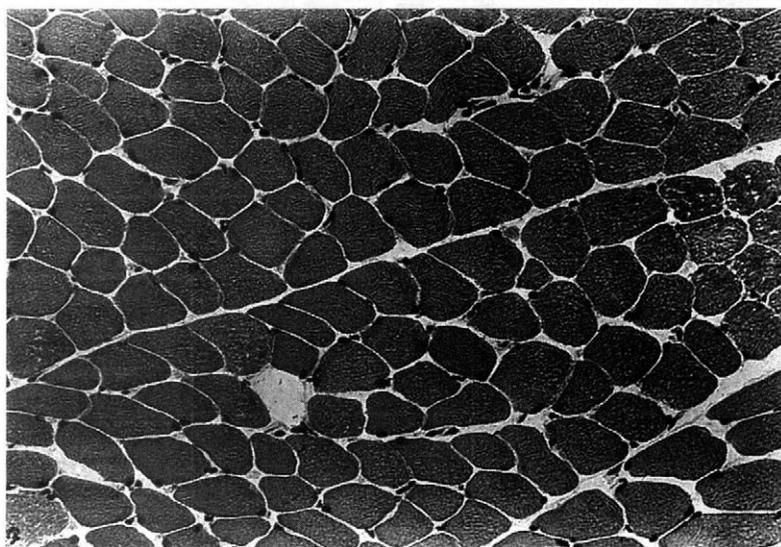
Muscle samples of all examined lambs showed heterogeneous structure with respect to the fiber diameter and type, irrespective of the crossbred. As concerns

the diameter (Table I, Fig. 1), there were large, medium and small fibers ranging from 10–90 μm (Sardinian crossbred), 10–85 μm (Merino-Würtemberg crossbred) and 10–70 μm (East Friesian crossbred). Fiber diameter varied in each muscle, however the minimum average

I. Muscle fibre diameters in crossbred lambs with respect to breed and muscles ($P < 0.01$)

Muscle	Breed	Number of fibres	Average diameter	Minimal diameter	Maximal diameter	Standard deviation	Standard error	Significance level
<i>M. gluteobiceps</i>	S	159	37.88	10	75	1.21963	0.09672	$P < 0.01$
	W	113	42.65	25	80	1.17274	0.11032	S:W, S:EF
	EF	229	30.17	10	55	0.88371	0.05840	W:EF
<i>M. longissimus lumborum</i>	S	168	38.63	12.50	90	1.20993	0.09335	$P < 0.01$
	W	146	35.77	15	50	0.69330	0.05738	S:EF
	EF	241	33.88	10	52.50	0.82089	0.05288	
<i>M. psoas major</i>	S	152	30.30	10	65	1.02693	0.08329	$P < 0.01$
	W	136	34.19	10	65	0.99158	0.08503	S:W, S:EF
	EF	230	33.92	10	55	0.92284	0.06085	
<i>M. semitendinosus</i>	S	123	49.25	10	85	1.75115	0.15790	$P < 0.01$
	W	172	47.56	15	85	1.41006	0.10752	S:WF, W:EF
	EF	212	38.14	10	70	1.30759	0.08981	
<i>M. semimembranosus</i>	S	124	45.60	10	70	1.42687	0.12814	$P < 0.01$
	W	145	38.78	17.50	62.50	0.85904	0.07134	S:W, S:EF
	EF	151	36.92	20	70	1.03378	0.08413	
<i>M. quadriceps femoris</i>	S	107	52.36	10	90	1.67100	0.16154	$P < 0.01$
	W	122	37.64	17.50	60	0.86382	0.07821	S:W, S:EF
	EF	232	38.23	15	60	0.88213	0.05791	
<i>M. triceps brachii</i>	S	153	47.04	15	90	1.24817	0.10091	$P < 0.01$
	W	137	46.68	22.50	75	0.86396	0.07381	S:EF, W:EF
	EF	229	39.47	10	70	1.02375	0.06765	

Legend: S = Pramenka/Sardinian + Sardinian ram; W = Pramenka/Sardinian + Domestic Merino-Würtemberg ram; EF = Pramenka/Sardinian + East Friesian ram

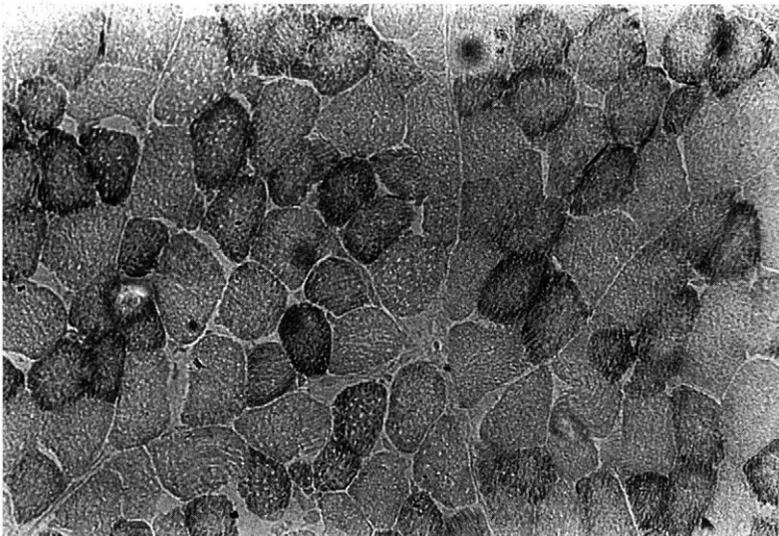


1. *M. semimembranosus*; Sardinian male lamb (S). Hemalaun-cosine (magn. 20x)

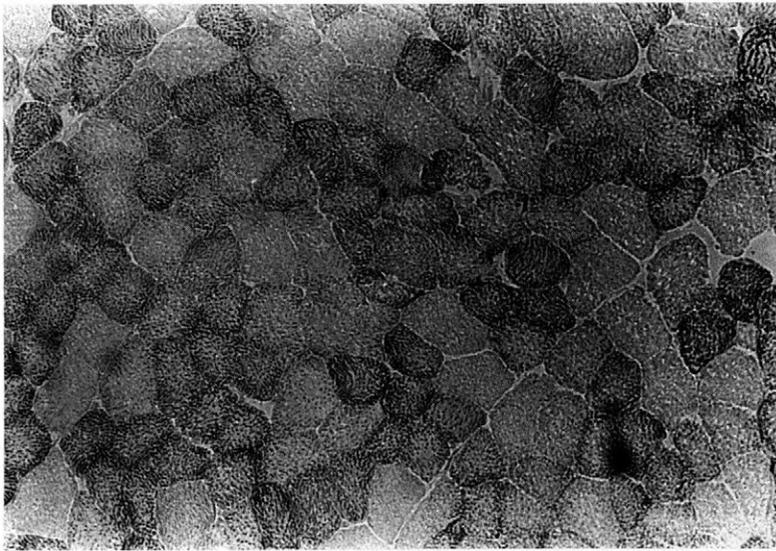
II. Number and percentage of muscle fibre types in crossbred lambs with respect to breed and muscles

Muscle	Race	Muscle fibre types													
		after energy for contraction								after contracti on speed					
		total		oxid.		oxid-glycol.		glycol.		total		slow-twitch		fast-twitch	
		number	%	number	%	number	%	number	%	number	%	number	%	number	%
<i>M. gluteobiceps</i>	S	384	100	100	26.04	69	17.97	215	55.99	391	100	111	28.39		71.61
	W	471	100	142	30.15	118	25.05	211	44.8	446	100	149	33.41	297	66.59
	EF	516	100	142	27.51	121	23.45	253	49.04	599	100	169	29.21	430	71.79
<i>M. longissimus lumborum</i>	S	348	100	101	29.02	88	25.29	159	45.39	403	100	89	22.08	314	77.92
	W	472	100	117	24.79	97	20.55	258	54.66	473	100	101	21.35	372	78.65
	EF	383	100	112	29.24	98	25.58	173	45.18	560	100	31	23.39	409	76.61
<i>M. psoas major</i>	S	485	100	122	25.15	90	18.55	273	56.3	482	100	125	25.93	357	74.07
	W	529	100	111	20.98	133	25.14	285	53.88	441	100	118	26.75	323	73.24
	EF	574	100	154	26.83	142	24.73	278	48.44	611	100	154	25.2	457	74.8
<i>M. semitendinosus</i>	S	270	100	63	23.33	50	18.52	157	58.15	265	100	64	24.15	201	75.85
	W	368	100	75	20.38	69	8.75	224	60.89	340	100	69	20.29	271	79.71
	EF	454	100	107	23.57	96	21.14	251	52.29	463	100	105	22.68	358	77.32
<i>M. semimembranosus</i>	S	295	100	76	31.02	67	27.34	152	62.04	293	100	73	24.91	220	95.09
	W	473	100	106	24.41	103	21.77	264	55.82	379	100	91	24.01	288	75.99
	EF	561	100	121	21.56	115	20.49	325	57.95	500	100	98	19.6	402	80.4
<i>M. quadriceps femoris</i>	S	278	100	81	29.13	65	23.38	132	47.49	280	100	82	29.28	198	70.72
	W	412	100	98	23.78	91	22.08	223	54.14	421	100	83	19.71	338	80.29
	EF	544	100	130	23.89	123	22.61	291	53.5	538	100	120	22.3	418	77.7
<i>M. triceps brachii</i>	S	288	100	83	28.82	62	21.52	143	49.66	282	100	94	33.34	188	66.66
	W	323	100	94	30.03	69	22.04	160	51.13	380	100	129	33.95	251	66.05
	EF	476	100	135	28.36	100	21	241	50.64	481	100	140	29.11	341	70.89

Legend: S = F₂ Pramenka/Sardinian + Sardinian ram; W = F₂ Pramenka/Sardinian + Merino-Würtemberg ram; EF = F₂ Pramenka/Sardinian + East Friesian ram; oxid. = oxidative fibres; oxid-glycol. = oxidative-glycolytic fibres; glycol. = glycolytic fibres; slow-twitch = ATP-ase pH 4.3 positive fibres; fast-twitch = ATP-ase pH 4.3 negative fibres



2. *M. semimembranosus*; Sardinian male lamb (S). Lactic dehydrogenase (magn. 20x)



3. *M. semimembranosus*; Sardinian male lamb (S). Succine dehydrogenase (magn. 20x)

was in *m. gluteobiceps*, *m. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* and *m. triceps brachii (caput longum)* of the East Friesian breed; in *m. psoas major* of the Sardinian breed and in *m. quadriceps femoris (m. rectus femoris)* of Merino-Würtemberg breed. The largest average fiber diameter was in *m. gluteobiceps* (Merino-Würtemberg breed), in *m. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, *m. quadriceps femoris (m. rectus femoris)* and *m. triceps brachii (caput longum)* of the Sardinian breed, and in *m. psoas major* (East Friesian breed). In *m. semitendinosus* and *m. psoas major* an average diameter of muscle fibers approximated that of the Sardinian and Merino-Würtemberg breeds.

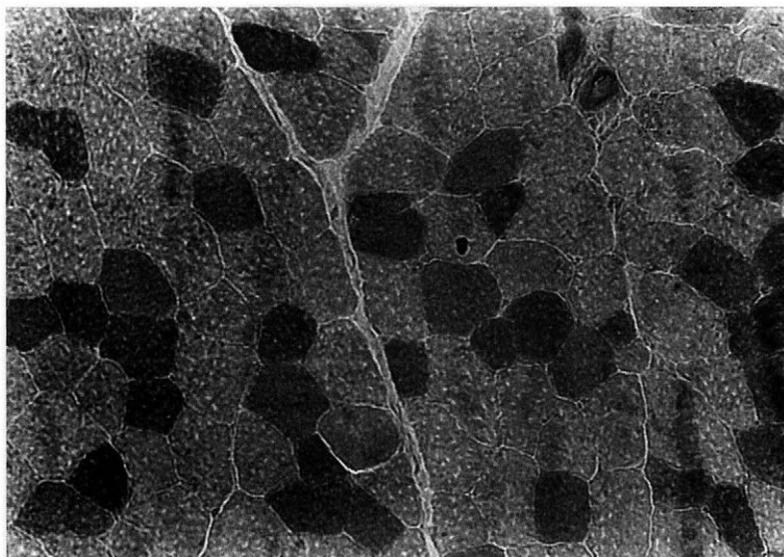
The largest average diameter of the muscle fibers (Table I) compared with the body weight of the animals, was recorded in the four muscles of the crossbred Sardinian rams (though they had the lowest final weight): *m. longissimus lumborum*, *m. semimembranosus*, *m. quadriceps* and *m. triceps brachii*. In the fifth muscle (*m. semitendinosus*) the diameter was slightly larger than that of the Merino-Würtemberg breed, but significantly larger than that of the East Friesian breed. Analogously, though of the highest final body weight, the crossbred East Friesian breeds had significantly smallest average diameter of the fibers in five muscles (*m. gluteobiceps*, *m. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* and *m. quadriceps femoris*). Crossbred Merino-Würtemberg breed had the largest average diameter of the fibers in one muscle only (*m. gluteobiceps*) and the smallest average fiber diameter in one muscle (*m. quadriceps femoris*), whereas in the remaining five muscles an average fiber diameter was between the average muscle diameter of the Sardinian and East Friesian crossbreds (Table I). Significantly higher final weight of crossbred Merino-

-Würtemberg and East Friesian breeds vs. crossbred Sardinian breeds and larger body measures pointed out to higher meat volume. That was not due to an increased muscle fiber diameter, but rather to an increased number of fibers in some muscles, meaning that the effect of Merino-Würtemberg and East Friesian breeds on the majority of examined muscles was more marked than the effect of the crossbred Sardinian breed, irrespective of the fact that the sheep from which the studied lambs originated had 75% genomes of the Sardinian breed.

Statistical evaluation (Table I) indicated that *m. gluteobiceps* indicated the significant differences between all three crossbreds ($P < 0.01$). *M. triceps brachii* and *m. semitendinosus* indicated the significant differences only between S and W as well W and EF crossbreds ($P < 0.01$) but *m. semimembranosus*, *m. quadriceps femoris* and *m. psoas major* indicated the significant differences ($P < 0.01$) between S and W as well S and EF crossbreds. *M. longissimus lumborum* showed the significant difference ($P < 0.01$) between S and EF crossbreds.

The muscles also comprised heterogeneous fibers. All 7 types of muscles contained oxidative, oxidative-glycolytic and glycolytic fibers, and slow-twitch and fast-twitch fibers (Tables II and III, Figs. 2, 3 and 4). Histologic preparations showed dominating glycolytic fibers which accounted for almost one half or more of all other fibers, relevant to the muscle. Their surface considerably surpassed the surface of oxidative and oxidative-glycolytic fibers. Similarly, fast-twitch fibers were significantly dominant over slow-twitch fibers with respect to their number and surface. They accounted for around two thirds of the total number of investigated muscle fibers.

The highest percentage of oxidative fibers (Table II) was recorded in *m. semitendinosus*, *m. semimembrano-*



4. *M. semimembranosus*, Sardinian male lamb (S). Myosine adenosine triphosphatase Ph 4.3 (magn. 20x)

mus and *m. quadriceps femoris* in the crossbreds of the Sardinian rams, in *m. gluteobiceps* and *m. triceps brachii* of Merino-Würtemberg rams and in *m. psoas major* of the East Friesian rams. In *m. longissimus lumborum* the percentage of these fibers very much approximated that of the Sardinian and East Friesian breeds. The highest percentage of oxidative-glycolytic fibers was in *m. semimembranosus*, *m. quadriceps femoris* and *m. triceps brachii* of the crossbred Sardinian rams, in *m. gluteobiceps* and *m. psoas major* of Merino-Würtemberg rams and in *m. semitendinosus* of the East Friesian rams. In *m. longissimus lumborum* the percentage of oxidative-glycolytic fibers of the Sardinian and East Friesian rams was the same. The case was similar with glycolytic fibers. Consequently, the highest percentage of this type fibers was in *m. gluteobiceps*, *m. psoas major* and *m. semimembranosus* of the crossbred Sardinian

rams, in *m. longissimus lumborum*, *m. semitendinosus*, *m. quadriceps femoris* and *m. triceps brachii* of the crossbred Merino-Würtemberg breeds. On the other hand, the percentage of glycolytic fibers of the East Friesian rams was still lower (Table III).

The percentage of fast-twitching and/or slow-twitching fibers almost equalled the percentage of oxidative-glycolytic and glycolytic and/or oxidative fibers (Table III). Consequently, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, *m. quadriceps femoris* and *m. triceps brachii* of the crossbred Sardinian rams, then *m. gluteobiceps* and *m. psoas major* of Merino-Würtemberg rams and *m. longissimus lumborum* of the East Friesian rams showed the highest percentage of slow-twitching fibers. Conversely, *m. gluteobiceps*, *m. psoas major*, *m. semimembranosus* and *m. triceps brachii* of the East Friesian rams, then *m. longissimus lumborum*, *m. semi-*

III. Percentage of muscle fiber types in crossbred lambs with respect to race and muscles

Muscle	Muscle fiber types														
	oxidative			oxid.-glycol.			glycolytic			slow-twitch			fast-twitch		
	race			race			race			race			race		
	S	W	EF	S	W	EF	S	W	EF	S	W	EF	S	W	EF
<i>M. gluteobiceps</i>	26.04	30.13	27.51	17.99	25.05	23.45	55.99	44.8	49.04	28.39	33.41	28.21	71.61	66.59	71.99
<i>M. longissimus lumborum</i>	29.02	24.79	29.24	25.29	20.55	25.58	45.69	54.66	45.18	22.68	21.35	23.79	77.92	78.65	76.61
<i>M. psoas major</i>	25.15	20.98	26.83	18.55	25.14	24.73	56.3	53.87	48.44	25.93	26.75	25.2	74.07	73.24	73.8
<i>M. semitendinosus</i>	23.33	20.38	23.57	18.52	18.75	21.14	58.15	60.89	52.29	24.15	20.29	22.68	75.85	79.21	77.32
<i>M. semimembranosus</i>	31.02	24.41	21.56	27.34	21.77	20.49	62.04	55.82	57.95	24.91	24.01	19.6	75.09	76.91	80.4
<i>M. quadriceps femoris</i>	29.13	23.78	23.89	23.38	22.08	22.61	47.99	54.14	53.5	29.28	19.71	22.3	77.72	89.29	77.7
<i>M. triceps brachii</i>	28.82	30.03	28.36	24.52	22.04	21	49.66	59.13	50.64	34.34	33.95	29.11	66.66	66.05	70.89

S = Pramenka/Sardinian + Sardinian ram

W = Pramenka/Sardinian + Merino-Würtemberg ram

EF = Pramenka/Sardinian + East Friesian ram

tendinosus and *m. quadriceps femoris* of Merino-Würtemberg rams contained the highest percentage of fast-twitching fibers. The percentage of the fast-twitching fibers of the crossbred Sardinian breeds was not superior in any case.

Enzymatic muscle activity in all three crossbred breeds was very much alike. The percentage of oxidative and slow-twitching fibers, i. e. of the fibers capable of a longer continuous activity at lower action frequency and load, did not exceed one third of the total number of muscle fibers in any animal. Analogously, the percentage of glycolytic fast-twitching fibers in all animals and muscles, accounted for over or about one half of all fibers. Generally, these fibers were superior in diameter and strength, and capable of a higher frequency action and load. The percentage of oxidative-glycolytic fibers in all muscles was somewhat below that of the oxidative ones and significantly below the percentage of glycolytic fibers. These fibers were generally fast-twitching and had both oxidative and glycolytic properties. Their diameter was smaller, as well as their strength, but they were more resistant to wearing. Having faster contraction and slower wearing they were capable of a prolonged but higher frequency action. Taking into account that oxidative and oxidative-glycolytic fibers together account for one half of the total fibers in the studied muscles, and that glycolytic ones account for the other half or slightly more than a half of total muscles, then practically in all muscles of the examined lambs around one half of the fibers is capable of a long-lasting slow-frequency action and about one half of a short-lasting high frequency action.

Irrespective of great similarities, there were large differences in the types of fibers, ranging from negligible to significant. It can be assumed that the similarities in the number and percentage of some fiber types were due to the original material, being the same for all three crossbred breeds – the F₂ generation sheep from the crossbred Istrian Pramenka breed and Sardinian rams with 75% genetic portion of the Sardinian breed. The genome was enriched with the genome of the Sardinian breed and with Merino-Würtemberg and East Friesian breeds. The Sardinian genome seems to be responsible for the development of oxidative fibers and their diameter, whereas the Merino-Würtemberg and East Friesian genomes are responsible for the in-

creased number of the smaller diameter muscle fibers and development of glycolytic fibers. This is supported by an increased number of fibers in the visual field of histologic preparations of East Friesian and Merino-Würtemberg breeds, i. e. an increased percentage of oxidative fibers in a larger number of the muscles of the crossbred Sardinian breed. It can be assumed that the improved quantity of meat in the crossbred lambs originating from Merino-Würtemberg and East Friesian rams can be attributed to an increased number of muscle fibers rather than to the increased thickness of muscle fibers.

REFERENCES

- Brook M. H., Kaiser K. (1970): The myosin adenosine triphosphatase system: The nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *J. Histochem. Cytochem.*, 18: 670–672.
- Hess R., Scarpelli D. G., Pearse A. E. G. (1958): The cytochemical localisation of oxidative enzymes: II. Pyridine nucleotide-linked dehydrogenases. *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, 4: 753–768.
- Mikulec K., Šerman V., Sušić V. (1992): Revival and improvement of sheep and goat production in the Republic of Croatia. *Krmiva*, 34: 155–160.
- Mikulec K., Sušić V., Pipic R. (1996): Breeding objectives and breeds important for improving sheep breeding in the Republic of Croatia. *Vet. Stanica*, 77: 9–16.
- Mikulec K., Sušić V., Šerman V., Mikulec Ž., Pipic R., Balenović T., Matičić D. (1997): Lamb fattening and carcass characteristics of Croatian crossbred dairy sheep. *Vet. Med. – Czech*, 42: 337–342.
- Padykula H. A., Herman E. (1955): The specificity of the histological method for adenosine triphosphatase. *J. Histochem. Cytochem.*, 3: 170–195.
- Romeis B. (1968): *Mikroskopische Technik*. München und Wien, Oldenburg Verlag.
- Tuxen A. (1990): Effect of varying the preincubation and incubation temperature on the reaction pattern for myosin ATP-ase in rat skeletal muscle. *Acta Anat.*, 139: 161–163.

Received for publication on January 13, 1999

Accepted for publication on June 22, 1999

Contact Address:

Prof. Vesna Gjurčević-Kantura, DVM, MS, PhD, Department of Anatomy, Histology and Embryology, Veterinary Faculty, University of Zagreb, Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Republic of Croatia, tel.: 385 1 23 90 252, fax: 385 1 214 697, e-mail: mihelic@rudjer.irb.hr

ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ KNIHOVNA, PRAHA 2, SLEZSKÁ 7

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna v Praze (dále jen ÚZLK), která je jednou z největších zemědělských knihoven na světě, byla založena v roce 1926. Již od počátku šlo o knihovnu veřejnou. Knihovna v současné době obsahuje více než jeden milion svazků knih, cestovních zpráv, dizertací, literatury FAO, svázaných ročníků časopisů z oblasti zemědělství, lesnictví, veterinární medicíny, ekologie a dalších oborů. Knihovna odebírá 750 titulů domácích a zahraničních časopisů. Informační prameny získané do fondu jsou v ÚZLK zpracovávány do systému katalogů – je budován jmenný katalog a předmětový katalog jako základní katalogy knihovny a dále různé speciální katalogy a kartotéky. Počátkem roku 1994 přistoupila ÚZLK k automatizovanému zpracování knihovního fondu v systému CDS/ISIS.

Pro informaci uživatelů o nových informačních pramenech ve fondech ÚZLK zpracovává a vydává knihovna následující publikace: Přehled novinek ve fondu ÚZLK, Seznam časopisů objednaných ÚZLK, Přehled rešerší a tematických bibliografií z oboru zemědělství, lesnictví a potravinářství, AGROFIRM – zpravodaj o přírůstcích firemní literatury (je distribuován na disketách), AGROVIDEO – katalog videokazet ÚZLK.

V oblasti mezinárodní výměny publikací knihovna spolupracuje s 800 partnery ze 45 zemí světa. Knihovna je členem IAALD – mezinárodní asociace zemědělských knihovníků. Od září 1991 je členem mezinárodní sítě zemědělských knihoven AGLINET a od 1. 1. 1994 je depozitní knihovnou materiálů FAO pro Českou republiku.

Knihovna poskytuje svým uživatelům následující služby:

Výpůjční služby

Výpůjční služby jsou poskytovány všem uživatelům po zaplacení ročního registračního poplatku. Mimopražští uživatelé mohou využít možnosti meziknihovní výpůjční služby. Vzácné publikace a časopisy se však půjčují pouze prezenčně.

Reprografické služby

Knihovna zabezpečuje pro své uživatele zhotovování kopií obsahů časopisů a následné kopie vybraných článků. Na počkání jsou zhotovovány kopie na přání uživatelů. Pro pražské a mimopražské uživatele jsou zabezpečovány tzv. individuální reproslužby.

Služby z automatizovaného systému firemní literatury

Jsou poskytovány z databáze firemní literatury, která obsahuje téměř 13 000 záznamů 1 700 firem.

Referenční služby

Knihovna poskytuje referenční služby z vlastních databází knižních novinek, odebíraných časopisů, rešerší a tematických bibliografií, vědeckotechnických akcí, firemní literatury, videotéky, dále z databází převzatých – Celostátní evidence zahraničních časopisů, bibliografických databází CAB a Current Contents. Cílem je podat informace nejen o informačních pramenech ve fondech ÚZLK, ale i jiné informace zajímavější zemědělskou veřejnost.

Půjčování videokazet

V AGROVIDEU ÚZLK jsou k dispozici videokazety s tematikou zemědělství, ochrany životního prostředí a příbuzných oborů. Videokazety zasílá AGROVIDEO mimopražským zájemcům poštou.

Uživatelům knihovny slouží dvě studovny – všeobecná studovna a studovna časopisů. Obě studovny jsou vybaveny příručkovou literaturou. Čtenáři zde mají volný přístup k novinkám přírůstků knihovního fondu ÚZLK.

Adresa knihovny:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7
120 56 Praha 2

Výpůjční doba:

pondělí, úterý, čtvrtek	9.00–16.30
středa	9.00–18.00
pátek	9.00–13.00

Telefonické informace:

vedoucí:	24 25 50 74, e-mail: IHOCH@uzpi.agrec.cz
referenční služby:	24 25 79 39/linka 520
časopisy:	24 25 66 10
výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 415
meziknihovní výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 304
fax:	24 25 39 38
e-mail:	ÚZLK@uzpi.agrec.cz

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

P. Chrenek, I. Petrovičová, J. Rafay, J. Bulla

Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: This study investigated the effect of superovulation in various populations of rabbits and different time interval between mating and egg recovery on the recovery of zygotes suitable for double-microinjection. Superovulations have been used successfully to enhance the number of embryos and double pronuclei injection is more efficient to produce a large number of transgenic animals than single microinjection. Therefore, using these method we can reduce the cost of transgenic rabbits. We found, that 1) in New Zealand White, California and Zobor population eggs recovery per donor resulted in 26, 32 and 21.8 zygotes (the differences were not significant) which were suitable for double-microinjection, 2) the time interval of 19-20 h between mating and recovery to obtain suitable zygotes was found to be a sufficient and 3) the proportion of zygotes selected for morphological criteria (present of the pronuclei, polar bodies, intact zona pellucida and compacted cytoplasm) did not vary (*F*-test) among the rabbit populations (87.05, 88.72, 88.23).

Keywords: superovulation; rabbit; zygotes; FSH; pronucleus; microinjection

ABSTRAKT: Cieľom práce bolo zistiť vplyv superovulácie v troch populáciách králikov a optimálny časový interval medzi pripustením a vyplavením na získavanie zygot vhodných pre účely dvojnásobnej mikroinjekcie. Superovulácia umožňuje získať vyšší počet embryí a dvojnásobná mikroinjekcia, v porovnaní s jednoduchou mikroinjekciou, je účinnejšia pri produkcii väčšieho počtu transgénnych zvierat. Preto môžeme využitím týchto dvoch metód znižovať náklady na získanie transgénnych králikov. Zistili sme, že: 1) priemerný počet zygot vhodných pre účely dvojnásobnej mikroinjekcie získaných na donorku bol 26 u novozélandskej bielej, 32 u kalifornskej a 21,8 u zoborskej populácie, rozdiely medzi populáciami boli štatisticky nevýznamné (tab. II), 2) optimálny časový interval medzi pripustením a vyplavením získaných zygot je 19 až 20 hodín (tab. I) a 3) nebol zistený preukazný rozdiel (*F*-test) v počte kvalitných vajíčok, vyselektovaných na základe morfológických kritérií (prítomnosť obidvoch prvoadier a pólóvých teliesok, neporušená zóna pellucida a kompaktná cytoplazma), medzi sledovanými populáciami králikov (87,05, 88,72 a 88,23).

Kľúčové slová: superovulácia; králik; zgoty; FSH; prvoadro; mikroinjekcia

INTRODUCTION

The cost of transgenic rabbits is extremely high, because only about 15% of manipulated embryos give rise to newborn animals and about 1.5% of the reimplanted embryos become transgenic offsprings (Viglietta *et al.*, 1997). Therefore, the possibility to obtain maximum number of zygotes per donor suitable for *in vitro* manipulations using hormonal treatment has been a goal of developmental biologists for many years. Exogenous gonadotropins have been used successfully to elicit ovulation in numerous laboratory and domestic animals (Gates, 1971; Guzik, Niemann, 1995; Grafenau *et al.*, 1995), including rabbits (Kennely, Foot, 1965; Landa, 1982; Carney, Foot, 1990; Besenfelder, Brem, 1990).

Superovulation can enhance the number of embryos, but on the other hand, it is characterized by a high degree of variability. Potential reasons for the variability can be inherent to the gonadotropins which are known to contain highly variable amounts of FSH and LH activities (Chupin *et al.*, 1984).

Other a major limitation is necessity to produce a large number of founder animals to obtain one line with the desired expression pattern. Double pronuclei injection, may reducing the time, effect and cost of generating transgenic mice (Kupriyanov *et al.*, 1998). Overall, the use of this method is more efficient to generate a large number of transgenic animals in comparison with single microinjection to one pronucleus.

The purpose of the present study was to determine whether variability in ovulatory response may be re-

lated to rabbit lines used and to investigate different time interval between mating and egg recovery to obtain suitable zygotes. We tested superovulatory scheme in the three rabbit populations for its ability to produce a maximum yield of rabbit zygotes (pronuclear stages) suitable for double-microinjection.

MATERIALS AND METHODS

Sexually mature female rabbits of three populations (New Zealand White, California and Zobor) were used for this experiment. The animals, come from breeding of RIAP Nitra, were housed in individual metallic cages in air-conditioned hall under a 6 h light – 8 h dark cycle. Pelleted commercial diet (KK V1) and water were supplied *ad libitum*. The females were superovulated with five consecutive subcutaneous injections of FSH (0.25, 0.25, 0.625, 0.625 and 0.25 mg, Folicotrope, Spofa, Praha, Czech Republic) given every 12 h, followed by 160 IU of hCG (Praedyn, Léčiva, Praha, Czech Republic) given intravenously 17 h after the last dose of FSH. Following the hCG injection, the females were mated with six mature males. In three time (17–18 h, 19–20 h and 22–24 h) in experiment I and at 19–20 h in experiment II after mating the pronuclear stage zygotes were flushed from the oviduct of the slaughtered animals with Dulbecco's PBS (Sigma, St. Louis, USA) supplemented with 10% FCS (University of Veterinary Medicine, Brno, Czech Republic). Zygotes were searched under stereomicroscope at 40- and 100-fold magnifications and were washed two-three times in fresh flushing medium. Subsequently all zygotes were classified by a morphological criteria: presence of the pronuclei, polar bodies, intact zona pellucida and compacted cytoplasm. Selected zygotes were subjected to double-microinjection (microinjection to the both pronuclei – male and female) using WAP-hPC (mouse whey acid promoter and human protein C gene) gene construct kindly provided by Dr. H. Lubon (Holland Laboratory, American Red Cross, USA).

Differences between the populations were analyzed by *F*-test from one way anova.

RESULTS

The time interval of 19-20 h between mating and egg recovery to obtain maximum yield of zygotes suit-

able for double-microinjection was found as sufficient because: 1) the all zygotes demonstrated visible two pronuclei, 2) only 10% of flushed zygotes were enclosed with cumulus cells and 3) no two-cell stage zygotes was found (Table I). After a longer interval between mating and surgery (22–24 h), 12% of zygotes were at the two-cell stage.

The effect of superovulatory treatment on embryo recovery is shown in Table II. None significant differences in parameters (traits) were found among the three lines of rabbit treated with Folicotrope. The number of *Corpora lutea* (CL) per donor and the number of recovered zygotes per donor was higher in California does compared with Zobor or New Zealand White one, but the differences were not significant. Recovery rate was the similar among the three different lines. However no significant difference in degenerated or unfertilized zygotes was found among the three populations.

Superovulation in three rabbit populations (total $n = 141$), using FSH (Folicotrope), yielded a total of 1261 ova, of which 1110 exhibited pronuclei and polar bodies. The range of ova collected per donor was 18 to 38 zygotes in New Zealand White, 19 to 60 zygotes in California and 13 to 36 zygotes in Zobor does. The proportion of zygotes suitable for double-microinjection selected for morphological criteria (see Materials and Methods) did not vary (*F*-test) among the three rabbit populations (87.05, 88.72 and 88.23%).

DISCUSSION

The present results showed that period 19–20 h after mating is a sufficient for the recovery of zygotes for the purpose of microinjection. The time for recovery of rabbit eggs of pronuclei stages has been set in the range of 17–24 h after mating (Brem *et al.*, 1985; Riego *et al.*, 1993). Previously no two-cell stages or cleaving zygotes were found at 19–20 h after mating, what is in agreement with our results, whereas almost 12% had reached the two-cell stage already 23 h after mating. This supports the fact that pronuclear stage of rabbit zygotes suitable for microinjection is shorter than in other animal species. In this time (20 h after mating) the recovered zygotes are without cumulus cells. A high percentage of zygotes has been found to be surrounded by cumulus cells at 17 to 18 h after mating.

I. Morphology of rabbit eggs recovered in different time intervals after mating

	17–18 h	19–20 h	22–24 h
No. of female treatment	4	5	5
No. of recovered eggs	108	155	100
No. of eggs with cumulus cells (%)	98 (90.7)	10 (6.4)	0 (0.0)
No. of zygotes with visible two pronuclei (%)	88 (81.5)	155 (100.0)	88 (88.0)
No. of eggs in two-cell stage	0	0	12

II. Means, standard error of means and F-test of one way analysis of variances of superovulatory response in different rabbit populations following treatment with Follicotropin

Populations	N. Zealand n = 15		California n = 15		Zobor n = 11		F-test
	traits						
	mean	SE	mean	SE	mean	SE	
<i>Corpora lutea</i>	33.20	3.79	38.87	4.01	27.09	2.99	2.279
Zygotes recovered	29.87	3.55	36.07	3.97	24.73	2.59	2.371
Zygotes degenerated	3.87	0.62	4.07	0.74	2.91	0.90	0.623
Zygotes microinjectable	26.00	3.28	32.00	3.77	21.82	2.25	2.243
Relative traits							
<i>Zzygotes rec./Corpora lutea</i>	0.89	0.01	0.93	0.02	0.92	0.02	1.080
<i>Zygotes deg./zygotes rec.</i>	0.14	0.02	0.11	0.02	0.11	0.03	0.577
<i>Zygotes mic./zygotes rec.</i>	0.86	0.02	0.89	0.02	0.89	0.03	0.577

F-test from one way anova, $F(2,38) = 3.245$

Differences between genotypes in relative value of traits were not significant also after $2\arcsin\sqrt{p}$ transformations to normality

Cumulus cells complicate a microinjection of zygotes, therefore it must be eliminated by hyaluronidase. It was shown that a single GnRH injection at the end of superovulatory treatment lead also to zygotes without cumulus cells (Nancarrow *et al.*, 1984).

In the present study, the visualization of the pronuclei in the ova was the same as it has been reported previously (Hammer *et al.*, 1985). The visualization of pronuclei in rabbit is more simple than in sheep or pigs, where a centrifugation of zygotes is necessary.

The mean number of zygotes collected from hormonally treated rabbits in this study corresponds with results published by Heyman *et al.* (1990), but it is higher than the results reported by Joly *et al.* (1996). The main advantage of the FSH treatment is that all females independently of their receptive status can be synchronized for the same experiment of collection (Joly *et al.*, 1996). It was indicated in previous studies (Pincus, 1940; Kennelly, Foot, 1965) that regardless of the type or dosage of hormone used for superovulation, wide individual variation in embryo yields can occur. These data correspond with our results, where the range of ova collected per donor were from 18 to 38 zygotes in New Zealand White does or from 19 to 60 zygotes in California does, where 87.05% and 88.72% zygotes resp. were suitable for double-microinjection. Higher range of collected zygotes in New Zealand White rabbit (from 12 to 68) was previously shown (Treolar *et al.*, 1997), where only 72.30% exhibited pronuclei and were classified as zygotes. Generally, embryo yields from superovulated rabbit in previous study does varied widely. Variations in the numbers of suitable (fertilized) ova may be attributed to many factors, including maturity of ova at the time of mating, as well as overall semen quality of the male (Carney, Foot, 1990; Treolar *et al.*, 1997).

Superovulation with using FSH has certain adverse effects on embryos, producing decreased embryo size and inhibition of cell division. Although these effects

are not drastic, it is evident that the developmental potential of embryos recovered from superovulated donors differs from those of non-superovulated females (Carney, Foote, 1990).

In conclusion, the results of this experiment show that 19–20 h after mating may be a period sufficient for collecting of zygotes suitable for double-microinjection. Zygotes obtained after superovulation have been successfully used for double-microinjection. These results can have profound implications for development of efficient gene transfer programs in rabbit.

REFERENCES

- Besenfelder U., Brem G. (1990): Methodology of gene transfer in rabbits. In: 4th EAATE Symp., Lyon: 263–266.
- Brem G., Brenig B., Goodman H. N., Selden R. C., Graf F., Kruff B., Sprigman K., Hondele J., Meyer J., Winnacker E. L., Krausslich H. (1985): Production of transgenic mice, rabbits and pigs by microinjection into pronuclei. *Zuchthygiene*, 20: 251–252.
- Carney E. W., Foote R. H. (1990): Effects of superovulation, embryo recovery, culture system and embryo transfer on developmental of rabbit embryos *in vivo* and *in vitro*. *J. Reprod. Fertil.*, 89: 543–551.
- Chupin D., Combarous Y., Procureur R. (1984): Antagonistic effect of LH in FSH-induced superovulation in cattle. *Theriogenology*, 21: 229 (Abstract).
- Gates A. H. (1971): Maximizing yield and developmental uniformity of eggs. In: *Methods in Mammalian Embryology*. San Francisco, W. H. Freeman: 64–76.
- Grafenau P., Pivko J., Kubovičová E., Oberfranc M. (1995): Fertility of cows after superovulation and subsequent flushing of uterus. *J. Farm Anim. Sci.*, XXVIII: 155–161.
- Guzik A., Niemann H. (1995): Superovulation and recovery of zygotes suitable for microinjection in different breeds of sheep. *Anim. Reprod. Sci.*, 40: 215–227.
- Hammer R. E., Pursel V. G., Rexroad C. E., Jr., Wall R. J., Bolt D. J., Ebert K. M., Palmer R. D., Brinster R. L.

- (1985): Production of transgenic rabbits sheep and pigs by microinjection. *Nature*, 315: 380–383.
- Heyman Y., Chesné P., Renard J. P. (1990): Reprogramation complete de noyaux embryonnaires congelés, apres transfert nucléaire chez le lapin. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 311, Ser. III: 321–326.
- Joly T., Vicente J., Theau-Clement M., Garcia-Xamenez F., Besenfelder U., Renard J. P. (1996): Cryopreservation of genetic resources in rabbit species. In: 6th World Rabbit Congr., Toulouse, Vol. 2: 293–298.
- Kennelly J. J., Foote R. H. (1965): Superovulatory response of pre- and post-pubertal rabbits to commercially available gonadotrophins. *J. Reprod. Fertil.*, 9: 177–188.
- Kupriyanov S., Zeh K., Baribault H. (1998): Double pronuclei injection of DNA into zygotes increases yields of transgenic mouse lines. *Transgenic Res.*, 7: 223–226.
- Landa V. (1982): Rapid thawing of rabbit embryos after storage at –196 °C. *Folia Biol.-Prague*, 28: 67–70.
- Nancarrow C. D., Murray J. D., Boland M. P., Sutton R., Hazelton I. G. (1984): Effect of gonadotrophin releasing hormone in the production of single-cell embryos for pro-nuclear injections of foreign genes. *Reproduction in Sheep. Aust. Acad. Sci.*, Canberra: 286–288.
- Pincus G. (1940): Superovulation in rabbits. *Anat. Rec.*, 77: 1–8.
- Riego E., Limonta J., Aguilar A., Perez A., de Armas R., Solano R., Ramos B., Castro F. O., de la Fuente J. (1993): Production of transgenic mice and rabbits that carry and express the human tissue plasminogen activator cDNA under the control of a bovine alfa s1 casein promoter. *Theriogenology*, 39: 1173–1185.
- Treolar A. F., Schabdach D. G., Sansing S., Keller L. S. (1997): Superovulation of New Zealand White rabbits by continuous infusion of follicle-stimulating hormone, using a micro-osmotic pump. *Lab. Anim. Sci.*, 47: 313–316.
- Viglietta C., Massoud M., Houdebine L. M. (1997): The generation of transgenic rabbits. In: Houdebine L. M. (ed.): *Transgenic Animals: Generation and Use*. Paris, Harwood Academic Press: 11–13.

Received for publication on March 2, 1999

Accepted for publication on June 22, 1999

Contact Address:

Ing. Peter Chrenek, PhD., Výskumný ústav živočíšnej výroby, ústav genetiky a experimentálnej biológie, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 54 62 36, fax: +421 87 54 63 61, e-mail: chrenkp@vuzv.sk

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

B. Patkowska-Sokola¹, K. Janik²

¹ *University of Agriculture, Department of Sheep and Fur Animals Breeding, Wrocław, Poland*

² *Zootechnical Institute, Smardzów, Poland*

ABSTRACT: The effect of pregnancy (4th and 5th months) and lactation (60 days) on some microscopic and macroscopic parameters of wool of Merino sheep was evaluated. The analyses demonstrated that late pregnancy significantly affected clean wool yield (0.943 mg/cm²/day) and wool growth (0.181 mm/day) when compared with barren ewes (1.063 mg/cm²/day; 0.203 mm/day, respectively). Lactation significantly reduced the wool density (34.51 fibres/mm²), clean wool yield (0.855 mg/cm²), wool growth (0.172 mm/day) and fibre diameters (22.95 µm), compared with barren ewes (40.11 fibres/mm², 0.996 mg/cm², 0.201 mm/day and 25.10 µm, respectively). Lactation affected wool production of sheep more severely than pregnancy.

Key words: sheep; pregnancy; lactation; wool

ABSTRAKT: Vliv březosti (4. a 5. měsíc) a laktace (60 dní) na některé mikro- a makroskopické parametry vlny byl vyhodnocen u 300 bahnic plemene merino. Analýza prokázala, že pozdní březost má významný vliv na výtěžnost prané vlny (0,943 mg/cm²/den) a na růst vlny (0,181 mm/den) ve srovnání s těmito ukazateli u nezabřezlých bahnic (1,063 mg/cm²/den a 0,203 mm/den). Laktace měla významně negativní vliv na hustotu vlny (34,51 vláken/mm²), výtěžnost prané vlny (0,855 mg/cm²), růst vlny (0,172 mm/den) a průměr vláken (22,95 µm) ve srovnání s těmito ukazateli u nezabřezlých bahnic (40,11 vláken/mm², 0,996 mg/cm², 0,201 mm/den a 25,10 µm). Vliv laktace na produkci vlny byl více nepříznivý než vliv březosti.

Klíčová slova: ovce; březost; laktace; vlna

INTRODUCTION

Sheep wool is a product of unique features and quality. Substitutes for wool either do not exist or are hardly perfect. What then decreases the importance of wool in sheep production is the instability of wool market.

Wool growth is a continuous process regulated by series of genetic and environmental factors, so its characteristic are not stable. Season changes in wool growth depend on many factors such as: lactation, photoperiodism, environmental temperature or maternal effect (Kalinowska, 1993; Mroczkowski, 1993; Boikowski *et al.*, 1996; Garcia *et al.*, 1996; Masters *et al.*, 1996; Allan, 1997). In spite of common belief that reproduction has an adverse effect on wool yield, especially late pregnancy and lactation, many papers concerning the problem have been published.

This study was undertaken to define the effect of pregnancy and lactation on micro- and macroscopic evaluation of Merino wool.

MATERIAL AND METHODS

The evaluation of wool production concerning the physiological state were performed on 300 Merino ewes from the flock of Wrocławski Kombinát Rolno-Przemysłowy "Dolpasz". Hand mating was conducted in June-July and lambs were born in November-December. All the sheep were fed according to the lactating standards, with grass, hay, concentrate for lambs, carrots and maize silage.

Randomly chosen 15 pregnant (4th and 5th month) ewes aged 2 to 3 years, 15 lactating ewes and 15 barren ewes were considered.

The following wool traits were analysed:

- size of hair groups S^{*}/P^{*} (total), S/P (developed), S/P (not developed) (n),
- density of fibre follicles per 1 mm² of skin – P, S, P+S (n),
- clean wool weight (mg/cm²/day),
- wool growth rate (mm/day),

- fibre strength (km)
- fibre thickness (μm),
- S^* - secondary follicles,
- P^* - primary follicles.

Skin samples for histological studies were collected from the ewes of withers using biopsy method (Szabla, 1980). The analysis of the size of fibre groups was performed using a Zeiss microscope (type Ng II), with 16 x eyeglass and 6.3 x objective magnifications. Fifteen fibre groups were analysed considering primary follicles (P) and secondary developed follicles (S_1) and buds of undeveloped secondary follicles (S_2) in every fibre group. Follicle density was defined by counting the number of primary and secondary follicles from 10 adjacent microscopic fields. Histological analyses were performed at the Fur Analysis Workshop of the Animal Breeding Institute in Czechnica.

To evaluate the wool mass, tattooed spots technique (by Wheeler *et al.*, 1977) was used. The weight of wool was defined by clipping wool from 100 cm^2 squares at the withers. The squares were clipped from pregnant ewes at the beginning of the 4th month of pregnancy and early after limbing, and from lactating ewes after limbing and after 60 days of lactation.

Wool from clipped squares was washed twice in carbon tetrachloride, then in distilled water, and then was dried at +70 °C until reaching the stable weight. The samples were to estimate the weight of pure fibre in $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{day}$. The yield of wool was measured on the day of tattooed spots clipping.

Fibres thickness was defined using the MC-3 lamameter, fibre tensile strength was estimated on tearing machine FM 27. These analyses were performed at the Department of Fur Sheep and Animals Breeding at Agricultural University in Wroclaw. All data were statistically analysed.

RESULTS AND DISCUSSION

The microscopy of the skin and the size of hair groups (S/P total) was analysed. Hair group size included both developed follicles with mature fibres and secondary hair buds observed microscopically as clusters within hair groups. Thus, the value of the trait also comprised data on the S/P (developed) and the S/P (buds total).

Data on the S/P (total) contained information about the hair-forming potential of the skin. Examined barren, pregnant and lactating ewes of all groups reaching the S/P (totally) from 12.11 to 12.30 with c. v. of 8.92–12.31% turned out to be a sufficiently balanced source of data (Tables I and II).

The trait that brings information about realising the hair-forming potential of the skin (the development of hair cover) is the S/P (developed). Hair-forming apparatus in sheep of the different physiological status, i.e. in barren and pregnant ewes, was developed in 96.19–97.31% with mean values of the S/P varying from 11.17 to 11.55 (Table I). The density of hair cover ($P+S/\text{mm}^2$)

I. Follicle groups in relation to the physiological stage (barrenness, lactation) of ewes

Specification	Groups	
	barren or dry ewes	pregnant ewes
Follicle groups (n)		
- S/P		
Totally (n)		
\bar{x}	12.19	12.21
v%	12.31	11.60
- S/P		
Developed (n)		
\bar{x}	11.17	11.55
v%	14.03	12.96
- S/P		
Not developed (n)		
\bar{x}	0.42	0.36
v%	23.48	26.04
Developed follicles (%)	96.60	97.25
Follicle density on withers (n/mm^2)		
- P+S		
\bar{x}	40.31	37.23
v%	13.68	14.03

II. Follicle groups in relation to the physiological stage (barrenness, lactation) of ewes

Specification	Groups	
	barren or dry ewes	lactating ewes
Follicle groups (n)		
- S/P		
Totally (n)		
\bar{x}	12.30	12.11
v%	8.92	11.18
- S/P		
Developed (n)		
\bar{x}	11.96	11.64
v%	10.14	12.04
- S/P		
Not developed (n)		
\bar{x}	0.34	0.47
v%	25.00	27.61
Developed follicles (%)	97.31	96.19
Follicle density on withers (n/mm^2)		
- P+S		
\bar{x}	40.11 ^A	34.51 ^B
v%	15.26	17.26

Mean denoted by the same letter differ significantly ($P < 0.01$)

on the withers of barren sheep was $40.31/\text{mm}^2$ while in pregnant ewes it was $37.23/\text{mm}^2$. Hair-forming apparatus in lactating ewes was developed in 96.19% with mean value of the S/P (developed) 11.64 and did not

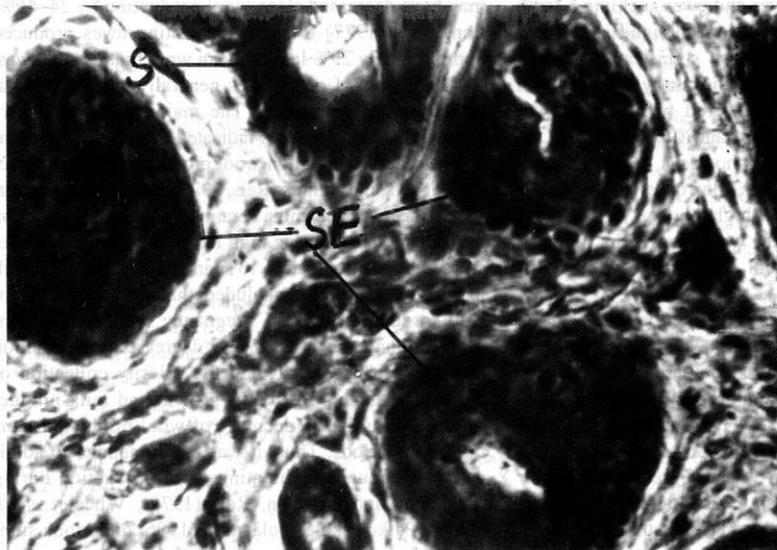
differ significantly from values obtained for barren ewes (97.31% and 11.96, respectively) (Table II). The density of hair cover, however, is different. Barren ewes exhibited a higher value – 40.11 fibres/mm², while lactating ewes exhibited a significantly lower value – 34.51 fibres/mm².

The reason for this significant decrease of hair cover density in lactating ewes and a similar tendency in pregnant ewes compared with the barren ewes may be the presence of so called empty follicles (Figs. 1 and 2), which are the follicles with shed fibres.

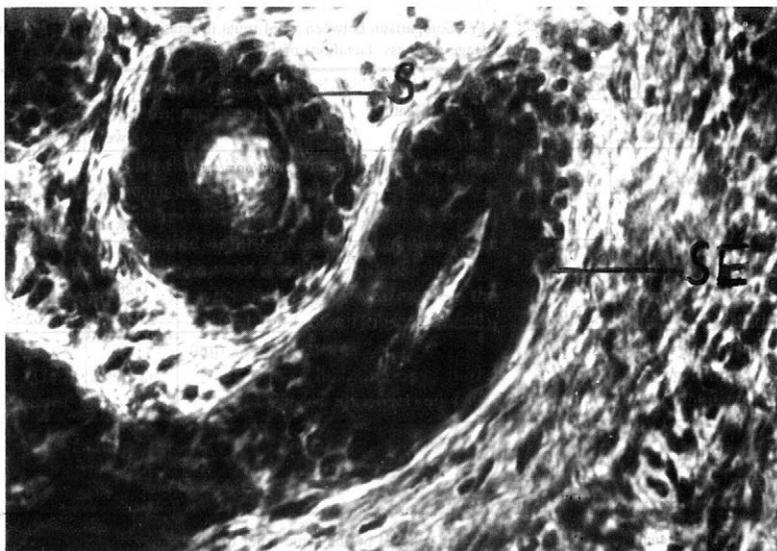
These are present in the skin of lactating ewes in the amount of approximately 11.2% of all observed follicles

in one observation field – mean of 10 adjacent observation fields; 16 x objective magnification and 10 x eyeglass magnification). Empty follicles are also present in the skin of pregnant ewes amounting to approximately 5.5%. The presence of empty follicles in the skin of lactating and pregnant ewes indicated the edysis process. Lyne (1964) reported that in Merino sheep the restricted nutrition components income into follicles may cause almost 40% edysis process.

The results of our studies support the existence of edysis process in Merino sheep, especially pregnant ewes. The reason for this is physiological status of the ewe (especially lactating but also pregnancy). It should



1. Empty follicles (x 600); SE – developed secondary follicles without fibres



2. Follicles with wool fibre and without (x 600); SE – developed secondary follicle without fibre; S – secondary follicle with fibre

be underlined that, among all available references, no reports on the microscopic characteristics of hair-forming apparatus in sheep of the different physiological status were found. The authors' attention was concerned with macroscopic studies of hair coat in sheep.

The production of clean wool (0.943 mg/cm²/day) and wool growth (0.181 mm/day) was significantly lower in pregnant ewes than in barren ewes (1.063 mg/cm² and 0.203 mm/day, respectively). The other traits such as wool thickness and tensile strength, did not differ significantly among groups of barren and pregnant ewes. Clean wool yield during the studied period was higher in barren ewes by approximately 13% and wool growth by approximately 12% than in pregnant ewes.

Greater differences in the traits mentioned above were noticed between barren ewes and ewes suckling 1 lamb (Table IV). Lactating ewes produced significantly less clean wool (0.853 mg/cm²/day), significantly thinner fibres (22.99 µm) and a significantly slower wool growth (0.172 mm/day), compared with barren ewes (0.996 mg/cm²/day, 25.10 µm and 0.201 mm/day, respectively). Tensile strength showed a decreasing tendency only in lactating ewes. Barren ewes compared with lactating ewes, had a higher wool yield by approximately 16.5%, a faster wool growth by approximately 17%, and their wool was thicker by approximately 9%.

In studies of the effect of reproduction and lactation traits on wool production of ewes, weight of wool from barren and pregnant ewes was compared when a lower production was obtained from pregnant ewes than from barren ewes (Kalinowska, 1993; Mroczkowski, 1993). In studies of lactation duration it was stated that decrease in wool production was the greater the longer the ewe was suckling her lamb. Also, a negative maternal effect on fibre diameter and tensile strength of wool

fibres was found (Kalinowska, 1963; Staniszkis, Radolinska, 1983a).

According to Staniszkis and Radolinska (1983a), wool growth during lactation was lower by approximately 33% compared with the mean year growth. In other studies, the same authors (Staniszkis, Radolinska, 1983b) found that pregnant ewes (two last months of pregnancy) and lactating ewes had shorter wool (by about 11% and 40% respectively) compared with barren ewes. Wool of pregnant and lactating ewes was thinner by approximately 7% and 18% respectively, compared with barren ewes. Wheeler *et al.* (1977) reported that last two months of pregnancy may have caused a decrease in clean wool production by approximately 27%. Corbett (1979) reported, that last two months of pregnancy may have decreased clean wool production by 24–45%. Langlands (1977) found that lactating ewes produced approximately 29% less of clean wool than barren ewes.

The results of our studies generally supported most of the quoted references. The majority of the papers including our own studies indicated the strong and negative effect of lactation on wool production in sheep. According to some authors (Reis, 1979; Makar, Malinowicz, 1985), the level of gamma keratin (the most labile fraction of wool proteins) during high lactation and suckling, decreased by approximately 13% and 21%, compared with barren ewes. It was concluded that the depression of wool production during pregnancy and lactation appeared to have been caused by decrease in the fraction mentioned above, related to the priority collection of nutrition elements for foetus growth and milk production, resulting in the decrease of wool production during these periods. Thus, it was recommended to administer compounds stimulating wool production during pregnancy and lactation. Reis (1979), Wheeler *et al.* (1979), Patkowska-Sokola *et al.* (1996) undertook stud-

III. Comparison between wool traits in relation to the physiological stage (barrenness, pregnancy) of ewes

Specification	Groups	
	barren or dry ewes	pregnant ewes
Clean wool production (mg/cm ² /day)		
\bar{x}	1.063 ^A	0.943 ^B
v%	10.52	9.38
Rate of wool growth (mm/day)		
\bar{x}	0.203 ^A	0.181 ^B
v%	10.23	7.93
Fibre diameter (µm)		
\bar{x}	24.92 ^A	23.46 ^A
v%	11.87	16.20
Strength of fibre (km)		
\bar{x}	13.92 ^A	13.06 ^A
v%	10.11	9.60

Means denoted by the same letter differ significantly ($P < 0.01$)

IV. Comparison between wool traits in relation to the physiological stage (dryness, lactation) of ewes

Specification	Groups	
	barren or dry ewes	lactating ewes
Clean wool production (mg/cm ² /day)		
\bar{x}	0.996 ^A	0.853 ^B
v%	9.46	10.52
Rate of wool growth (mm/day)		
\bar{x}	0.201 ^A	0.172 ^B
v%	11.23	8.62
Fibre diameter (µm)		
\bar{x}	24.10 ^A	22.99 ^B
v%	12.12	13.03
Strength of fibre (km)		
\bar{x}	13.62 ^A	12.96 ^A
v%	10.03	8.21

Means denoted by the same letter differ significantly ($P < 0.01$)

ies in which they used fodder antibiotics or methionine and its analogues as fodder supplements for pregnant and lactating sheep and obtained a strong stimulating effect – significantly longer fibres and wool clip.

CONCLUSION

1. Late pregnancy of ewes significantly affected the decrease in clean wool weight and its growth.
2. Lactation had a significant effect on the decrease in wool density per square unit, clean wool production, its growth and fibre thickness.
3. Lactation (60 days) had a greater negative effect on wool traits than late pregnancy (4th and 5th months).

REFERENCES

- Allan B. E. (1997): Grazing management of oversown tussock country. 3 Effects on live weight and wool growth of Merino wethers. *New Zeal. J. Agr. Res.*, 40: 437–447.
- Boikovski S., Grozev G., Dimitrov D., Parvonov D. (1996): Effect of physiological status and period of shearing of ewes on the diameter of wool fibres. *Zhivotnov. Nauki*, 33: 21–24.
- Corbett J. L. (1979): Variation in wool growth with physiological state. In: Black J. L., Reis P. J. (eds.): *Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth*. Univ. New England Publishing Unit, Armidale, N.S.W.: 79–84.
- Garcia D. G., Sirhan A. L., Diaz P. H. (1996): Variation in wool fibre diameter in intensively managed ewes with three lambings in two years. *Avances – en Production Anim.*, 21: 155–162.
- Kalinowska C. (1963): Zmiany w welnie merynosowej w zależności od okresu rozrodczego u owcy. *Rocz. Nauk Roln.*: 609–627.
- Kalinowska C. (1993): Wpływ wczesnego użytkowania rozplodowego maciorek merynosowych na wydajność wełny. *Rocz. Nauk. Zoot.* 20: 147–158.
- Langlands J. P. (1977): The intake and production of lactating Merino ewes and their lambs grazed at different stocking rates. *Aust. J. Agr. Res.*, 28: 133.
- Lyne A. G. (1964): Effect of adverse nutrition on the skin and wool barren in Merino sheep. *Aust. J. Agr. Res.*, 15: 778–802.
- Makar J. A., Malinovich M. J. (1985): Osobienności struktury i chemicznego składu wełny. *Owcevodstvo*, 4: 28–29.
- Masters D. G., Stewart C. A., Mata G., Adams N. R. (1996): Responses in wool and live weight when different sources of dietary protein are given to pregnant and lactating ewes. *Anim. Sci.*, 62: 497–506.
- Mroczkowski S. (1993): Wpływ plennosci i mleczności na użytkowość wełny matek merynosowych. *Pr. Komis. Nauk Rol.-Biol. Bydg.* T. N., 30: 139–147.
- Patkowska-Sokola B., Popiolek R., Bodkowski R. (1998): Wpływ dodatku antybiotyku glikopeptydowego podawanego maciorcom na wybrane parametry wełny. *Zesz. Nauk. SGGW* (2): 74–79.
- Reis P. J. (1979): Effects of amino acids on the growth and properties of wool. In: Black J. L., Reis P. J. (eds.): *Physiological Environmental Limitation to Wool Growth*. University of New England Publishing Unit: 223–242.
- Staniszko O., Radolińska M. (1983a): Tempo wzrostu wełny na owcach rasy Kent, Texel, Lincoln. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 265: 295–305.
- Staniszko O., Radolińska M. (1983b): Tempo wzrostu wełny na owcach rasy merynos polski i owcach nizinnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 265: 287–293.
- Szabla W. (1980): Morfologia surowych skór jagniąt owiec nizinnych i dugowenistych oraz ich odmian w aspekcie wartości użytkowej. *Rocz. Nauk Zoot. Mat. i Rozp.*, 170, 3–25.
- Wheeler J. Z., Ferguson K. A., Hinks N. T. (1979): Effect of nutrition, genotype, lactation and wool cover on response by grazing sheep to methionine esters and polymer-encapsulated methionine. *Aust. J. Agr. Res.*, 30: 711–725.
- Wheeler J. Z., Hedges D. A., Mulcahy C. (1977): The use of dyelanding for measuring wool production and fleece tip wear in rugged and unrugged sheep. *Aust. J. Agr. Res.*, 28: 721–735.

Received for publication on December 22, 1998

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

Dr hab. prof. nadzw. Bożena Patkowska-Sokola, Akademia rolnicza, Katedra hodowli owiec i zwierząt futerkowych, Kozuchowska 7, 51-631 Wrocław, Polska, tel.: (0) 48 71 320 057 81, fax: (0) 48 71 320 057 81, e-mail: basok@gen.ar.wroc.pl

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

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

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

POKYNY PRO AUTORY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CONTENTS

Genetics and Breeding

- Stádník L., Louda F.: The effect of genetic parameters of sire in France on the performance and reproduction of daughters imported to the Czech Republic and calving here (in Czech) 433
- Pierzchała M., Korwin-Kossakowska A., Zwierzchowski L., Łukaszewicz M., Zięba G., Kurył J.: *HaeII* and *MspI* polymorphism of growth hormone gene in pigs and its association with production traits (in English)..... 441
- Peškovičová D., Groeneveld E., Kumičik M., Hetényi L., Demo P.: Genetic and environmental trends for production traits in the Slovakian pig population (in Slovak)..... 447
- Hamanová K., Glasnák V., Schröffelová D., Majzlík I.: Characterisation of the Czech Cold Blood Horse Silesian Noriker by microsatellites, protein polymorphisms and blood groups (in English)..... 457

Physiology and Reproduction

- 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 (in English)..... 463
- Chrenek P., Petrovičová I., Rafay J., Bulla J.: Superovulation and recovery of zygotes suitable for double-microinjection in three rabbit populations (in English)..... 471

Animal Products

- Patkowska-Sokola B., Janik K.: The effect of pregnancy and lactation on micro- and macroscopic traits of wool of Merino sheep (in English)..... 475

OBSAH

Genetika a šlechtění

- Stádník L., Louda F.: Vliv genetických parametrů býků zjišťovaných ve Francii na užitkovost a reprodukci dcer dovezených a otelených v České republice 433
- Pierzchała M., Korwin-Kossakowska A., Zwierzchowski L., Łukaszewicz M., Zięba G., Kurył J.: Polymorfismus *HaeII* a *MspI* genu růstového hormonu u prasat a jeho vztah k produkčním znakům..... 441
- Peškovičová D., Groeneveld E., Kumičik M., Hetényi L., Demo P.: Genetické trendy a trendy prostredia produkčných ukazovateľov ošípaných na Slovensku 447
- Hamanová K., Glasnák V., Schröffelová D., Majzlík I.: Charakterizace českého chladnokrevného koně slezský norik pomocí mikrosatelitů, polymorfismu proteinů a krevních skupin..... 457

Fyziologie a reprodukce

- Gjurčević-Kantura V., Mikulec K., Zobundžija M., Sušić V., Mihelić D., Mikulec Ž., Vučemilo M.: Histometaboličké vlastnosti vybraných kosterních svalů u jehňat-kříženců chorvatských mléčných plemen ovcí 463
- Chrenek P., Petrovičová I., Rafay J., Bulla J.: Superovulácia a získavanie zygot vhodných pre účely dvojnásobnej mikroinjekcie v troch populáciách králikov 471

Živočišné produkty

- Patkowska-Sokola B., Janik K.: Vliv březosti a laktace na mikro- a makroskopické vlastnosti vlny merinových ovcí 475