



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

Animal Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

11

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

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

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

REDAKČNÍ RADA – EDITORIAL BOARD

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

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

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

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

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

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

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

Dr. Ing. Michael Ivan, DSc (Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Malaysia)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

Ing. Marie Černá, CSc.

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

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

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 42 vychází v roce 1997.

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

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

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

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

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 42 appearing in 1997.

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

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

ROZDIELY V MLIEKOVEJ ÚŽITKOVOSTI RÔZNEHO α_{s1} -KAZEÍNOVÉHO GENOTYPU DOJNÍC SLOVENSKEHO STRAKATÉHO PLEMENA

DIFFERENCES IN MILK PERFORMANCE OF DAIRY COWS OF THE SLOVAKIAN PIED BREED OF VARIOUS α_{s1} -CASEIN GENOTYPES

J. Žitný, I. Ostertág, E. Michalíčková, A. Kúbek, A. Trakovická, M. Gavalier

Slovak University of Agriculture, Faculty of Agronomy, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Milk performance of 717 dairy cows of the Slovakian Pied breed in 1st, 2nd, 3rd and 4th lactations was evaluated from the aspect of α_{s1} -casein genotypes BB and BC determined by starch gel electrophoresis. The cows came from a herd included in the category of protected herds in Slovakia. α_{s1} -casein genotype BB was determined in 687 animals (95.8%), genotype BC in 30 animals (4.2%). The basic description of performance indicators (milk, fat, protein, lactose) shows a clear trend of their quantitative increase in the group of cows with heterozygotic α_{s1} -casein genotype combination BC of (Tabs. I to IV). The results confirmed statistically significant differences ($P < 0.05$) between milk production (BC > BB) in the first lactation (by 473 kg) and average fat production (BC > BB) also in the first lactation (by 20 kg). At summary evaluation of commercial characteristics of cows for all four standardized lactations significant differences ($P < 0.05$) were calculated, in view of α_{s1} -casein polymorphism, in average milk production (BC > BB) (by 515 kg) and average lactose production (BC > BB) (by 23 kg).

dairy cow; Slovakian Pied breed; α_{s1} -casein polymorphism; performance

ABSTRAKT: Stanovili sme polymorfné varianty α_{s1} -kazeínu dojníc slovenského strakatého plemena začlenených do kategórie chránených chovov na Slovensku. Metódou elektroforézy na škrobomvom géli sme analyzovali celkove 717 vzoriek mlieka. Vypočítali sme genotypovú frekvenciu BC genotypu 4,2 % a genotypu BB α_{s1} -kazeínu 95,8 %. Za obdobie prvej až štvrtej normovanej laktácie sme podľa genotypových kombinácií α_{s1} -kazeínu vyhodnotili produkciu mlieka, tuku, bielkovín a laktózy. V niektorých ukazovateľoch boli stanovené štatisticky preukazné rozdiely na 95% hladine významnosti. Dojnice s genotypom BC α_{s1} -kazeínu dosiahli lepšie výsledky pri porovnaní s genotypom BB v priemernej produkcii mlieka (kg) a v priemernej produkcii tuku (kg) na prvej laktácii. Podobne aj pri sumárnom zhodnotení príslušných úžitkových vlastností za všetky štyri laktácie boli vypočítané rozdiely štatisticky preukazné ($P \leq 0,05$) v produkcii mlieka (BC > BB) a produkcii laktózy (BC > BB).

dojnica; plemeno slovenské strakaté; polymorfizmus α_{s1} -kazeínu; úžitkovosť

ÚVOD

Zdokonalenie fyzikálno-chemických metód separácie a hlavne metód elektroforetického delenia bielkovín na nosičoch (škrobový, polyakrylamidový, agarózový, agarový gél a i.) viedlo k objaveniu biochemického polymorfizmu radu bielkovinových látok (Ferenčík, Škárka, 1981). Zistenie, že výskyt polymorfných typov je geneticky determinovaný, spôsobilo, že polymorfné znaky sa stali predmetom genetických štúdií na populáciách hospodárskych zvierat (Brdička, 1981; Glasnák, 1968; Grosclaude et al., 1966; Kúbek, 1981; Žitný et al., 1995).

V poslednom období sa vedeckovýskumná činnosť v tejto oblasti orientuje na otázku účinku polymorfných znakov mlieka na procesy ovplyvňujúce prejavy úžit-

kových vlastností hovädzieho dobytku. Predpoklad možných vzťahov medzi týmito znakmi a úžitkovými vlastnosťami bol sledovaný v polymorfizme α_{s1} -kazeínu (Dvořák et al., 1994; Hanuš et al., 1996; Havlíček, Hartman, 1995; Kališková, Ziková, 1995; Mácha, 1972).

Z hľadiska chemického zloženia mlieka patrí kazeínu medzi najdôležitejšie bielkoviny mlieka. V kravskom mlieku sa vyskytuje v množstve 2,4 až 2,6 % a priemerne tvorí 77 % celkového dusíka v mlieku. Prijala sa zásada, že kazeínový komplex sa skladá z troch hlavných frakcií: α_s (alfa_s), κ (kappa) a β (beta) (Pijanowski, 1977). V najväčšom množstve je zastúpená frakcia α_s , ktorá sa stala objektom štúdia predloženej práce.

Cieľom práce bolo bližšie analyzovať biochemický polymorfizmus α_{s1} -kazeína a zistiť, do akej miery

môžu ovplyvniť príslušné genotypy α_{s1} -kazeínu výšku produkcie mlieka a jeho zloženie.

MATERIÁL A METÓDY

Popis metodického postupu analýzy vzoriek mlieka kráv slovenského strakatého plemena nadväzuje na náš predchádzajúci príspevok (Žitný et al., 1996).

Dojnice ($n = 717$) pochádzali z Poľnohospodárskeho družstva Orechová Potôň, ktoré na základe rozhodnutia výberovej komisie bolo začlenené do kategórie chránených chovov na Slovensku (Záverečný protokol, 1995), kde boli zohľadnené tieto kritériá:

1. dodržanie podmienok stanovených v „Pokynoch pre výber a uznávanie chránených chovov na zachovanie genofondu slovenského strakatého a slovenského pinzgauškého plemena na Slovensku“ č. 4309-92 MP SR;
2. čistokrvnosť stáda a pôvodnosť v stanovenom percente;
3. vyrovnanosť stáda v plemennom a úžitkovom type;
4. zabezpečenie reprodukcie stáda v požadovaných parametroch;
5. dosiahnutie štandardnej úrovne úžitkových vlastností;
6. predbežná registrácia chovu a zápis kráv do plemennej knihy;
7. zdravotný stav.

Na rozdelenie a stanovenie frakcií α_{s1} -kazeínu sme použili horizontálnu elektroforézu na škrobovom géli s použitím močoviny a merkptoetanolu podľa metódy autorov Thymannová a Larsen (1965). Separácia príslušných genotypov α_{s1} -kazeínu bola prevádzaná v alkalickom prostredí pri pH boratového pufru 8,7. Na zvýraznenie bielkovinových frakcií α_{s1} -kazeínu sme použili farbiaci roztok amidočern 10B s nigrozínom, pričom gél sa následne niekoľkonásobne vypieral odfarbovacím roztokom v zložení methanol : destilovaná voda : kyselina octová.

Hodnotili sme mliekovú úžitkovosť kráv na 1., 2., 3. a 4. laktácii, respektíve za všetky sledované laktácie. Podľa genotypových kombinácií α_{s1} -kazeínu sme priemerné hodnoty mliekovej úžitkovosti (produkcia mlieka, tuku, bielkovín, laktózy) porovnali Studentovým t -testom.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri elektroforéze mlieka kráv slovenského strakatého plemena sme pozorovali na škrobových géloch zónu rozdelených frakcií α_{s1} -kazeínu v najvzdialenejšej oblasti od štartu, t.j. od miesta, kde sme pomocou filtračných papierikov nanášali vzorky mlieka. Za časový úsek 6 hodín končí elektroforéza bielkovín α_{s1} -kazeínu v štandardných podmienkach, ktoré sú popísané v metodickom postupe autorov Ferenčík et al. (1981) a Thymannová, Larsen (1965).

Z elektroforetickej separácie proteínov α_{s1} -kazeínu je zrejmé, že rýchlejšou bielkovinovou frakciou na gé-

loch je genotyp BB, pomalšou frakciou je genotyp CC, ich dvojkombináciou heterozygotný genotyp BC. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že BB genotyp α_{s1} -kazeínu sme identifikovali na 687 dojniciach slovenského strakatého plemena, ostávajúcich 30 dojníc je genotyp BC s genotypovou frekvenciou 4,2 %. Homozygotné genotypy AA, CC, ako aj heterozygotné formy genotypov AB, AC α_{s1} -kazeínu sme podobne ako Glasnák (1968) u kráv českého červenostrakatého dobytky nenasledovali v žiadnej analyzovanej vzorke mlieka.

Pri štúdiu genetických polymorfnych typov bielkovín a syriteľnosti mlieka zistil Mácha (1991) vzájomným porovnaním jednotlivých genotypov α_{s1} -kazeínu najväčšie percento syreniny u homozygotov BB. Ak túto okolnosť zohľadníme v našich výsledkoch, môžeme konštatovať veľmi dobrú úroveň BB genotypov α_{s1} -kazeínu s 95,8% frekvenciou.

Priemerné hodnoty mliekovej úžitkovosti (množstvo mlieka, obsah tuku, bielkovín a laktózy) kráv slovenského strakatého plemena na 1., 2., 3. a 4. laktácii uvádzame v tab. I až IV.

Z výsledkov produkcie mlieka podľa genotypových kombinácií α_{s1} -kazeínu vyplýva jednoznačná tendencia vyššej produkcie mlieka v polymorfnom systéme BC na 1., 2., 3., ako aj 4. normovanej laktácii. Takéto sledovanie (obr. 1) umožňuje matematicko-štatisticky vyhodnotiť úroveň mliekovej produkcie, kedy na prvej laktácii bol vypočítaný preukazný rozdiel ($P \leq 0,05$) u dojníc s genotypom BC, ktoré v priemere nadojili o 473 kg mlieka viac než dojnice s BB genotypom α_{s1} -kazeínu. Štatisticky preukazný rozdiel ($P \leq 0,05$) bol súčasne vypočítaný aj pri sumárnom zhodnotení produkcie mlieka za štyri laktácie opäť v kategórii kráv s genotypom BC α_{s1} -kazeínu, ktoré v priemere vyprodukovali 4 788 kg mlieka, kým dojnice s BB genotypom 4 273 kg mlieka.

Tieto údaje korešpondujú so zistením autora Mácha (1972), ktorý pri štúdiu α_{s1} -kazeínu plemena české strakaté ($n = 1 095$) vypočítal signifikantné výsledky, kedy dojnice genotypu BC dosiahli preukazne vyššiu produkciu mlieka, percento tuku a percento bielkovín než zvieratá homozygotné v alele B. Na túto skutočnosť upozorňujú Dvořák et al. (1994) výsledkami rozborov mliekovej úžitkovosti čierostrakatého nižinného plemena. Dojnice na druhej a ďalších laktáciách produkovali vyššie množstvo mlieka v polymorfnom systéme BC α_{s1} -kazeínu (5 993 kg); priemerná úžitkovosť nadojeného mlieka v BB genotype sa rovná 5 403 kg.

Podobne aj pri posudzovaní tukovosti mlieka za obdobie štyroch laktácií sme detekovali zvýšenú produkčnú aktivitu v kategórii kráv s heterozygotným založením α_{s1} -kazeínu. Ak dojnice s genotypom BB vyprodukovali na prvej laktácii 173 kg tuku, tak za to isté sledované obdobie v skupine kráv s BC genotypom α_{s1} -kazeínu bolo stanovené množstvo tuku 193 kg. Kvantitatívny rozdiel medzi týmito hodnotami predstavuje 20 kg tuku, čo znamená štatisticky preukazný rozdiel na hladine významnosti $P \leq 0,05$.

I. Priemerná produkcia mlieka (kg) kráv slovenského strakatého plemena podľa zastúpenia genotypov alfa_{S1}-kazeínu – Average milk production (kg) of dairy cows of the Slovakian Pied breed according to the representation of alpha_{S1}-casein genotypes

Laktácie ¹	Genotypy ³	Ukazovateľ ⁴				Rozdiely ⁵ / t-test
		n	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	v	BB : BC
1	BB	286	3 868	980,7	25,3	2,532 ⁺
	BC	14	4 341	663,7	15,2	
2	BB	193	4 342	929,6	21,4	0,385 ⁻
	BC	8	4 483	1 015,5	22,6	
3	BB	133	4 690	940,6	20,0	1,833 ⁻
	BC	5	5 767	1 300,5	22,5	
4	BB	75	4 898	1 071,6	21,8	0,914 ⁻
	BC	3	6 060	2 190,5	36,1	
Laktácie spolu ²	BB	687	4 273	1 040,1	24,3	2,294 ⁺
	BC	30	4 788	1 210,6	25,2	

⁻ $P \geq 0,05$; ⁺ $P \leq 0,05$

¹lactation, ²lactations in total, ³genotypes, ⁴indicator, ⁵differences / t-test

II. Priemerná produkcia tuku (kg) kráv slovenského strakatého plemena podľa zastúpenia genotypov alfa_{S1}-kazeínu – Average fat production (kg) of dairy cows of the Slovakian Pied breed according to the representation of alpha_{S1}-casein genotypes

Laktácie ¹	Genotypy ³	Ukazovateľ ⁴				Rozdiely ⁵ / t-test
		n	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	v	BB : BC
1	BB	286	173	43,6	25,1	2,220 ⁺
	BC	14	193	31,7	16,4	
2	BB	193	201	42,9	21,3	0,297 ⁻
	BC	8	207	54,2	26,2	
3	BB	133	223	48,7	21,7	1,581 ⁻
	BC	5	271	65,9	24,3	
4	BB	75	230	52,1	22,6	0,948 ⁻
	BC	3	269	70,8	26,3	
Laktácie spolu ²	BB	687	197	50,5	25,6	1,927 ⁻
	BC	30	217	56,5	25,9	

⁻ $P \geq 0,05$; ⁺ $P \leq 0,05$

For 1–5 see Tab. I

III. Priemerná produkcia bielkovín (kg) kráv slovenského strakatého plemena podľa zastúpenia genotypov alfa_{S1}-kazeínu – Average protein production (kg) of dairy cows of the Slovakian Pied breed according to the representation of alpha_{S1}-casein genotypes

Laktácie ¹	Genotypy ³	Ukazovateľ ⁴				Rozdiely ⁵ / t-test
		n	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	v	BB : BC
1	BB	180	136	33,4	24,5	0,453 ⁻
	BC	9	139	20,1	14,4	
2	BB	143	150	30,3	20,1	0,737 ⁻
	BC	7	159	28,9	18,2	
3	BB	113	162	34,0	20,8	1,638 ⁻
	BC	5	195	44,2	22,6	
4	BB	68	167	34,1	20,3	1,041 ⁻
	BC	3	213	76,5	35,8	
Laktácie spolu ²	BB	504	150	34,9	23,1	1,693 ⁻
	BC	24	166	44,5	26,8	

⁻ $P \geq 0,05$; ⁺ $P \leq 0,05$

For 1–5 see Tab. I

IV. Priemerná produkcia laktózy (kg) kráv slovenského strakatého plemena podľa zastúpenia genotypov alfa_{S1}-kazeínu – Average lactose production (kg) of dairy cows of the Slovakian Pied breed according to the representation of alpha_{S1}-casein genotypes

Laktácie ¹	Genotypy ³	Ukazovateľ ⁴				Rozdiely ⁵ / t-test
		n	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	v	BB : BC
1	BB	180	191	51,9	27,2	1,128 ⁻
	BC	9	206	39,8	19,2	
2	BB	143	203	44,3	21,8	0,861 ⁻
	BC	7	217	42,6	19,5	
3	BB	113	218	44,7	20,5	1,567 ⁻
	BC	5	257	55,0	21,4	
4	BB	68	226	49,1	21,7	0,720 ⁻
	BC	3	271	107,9	39,7	
Laktácie spolu ²	BB	504	205	49,5	24,1	1,965 ⁺
	BC	24	228	56,6	24,7	

⁻ $P \geq 0,05$; ⁺ $P \leq 0,05$

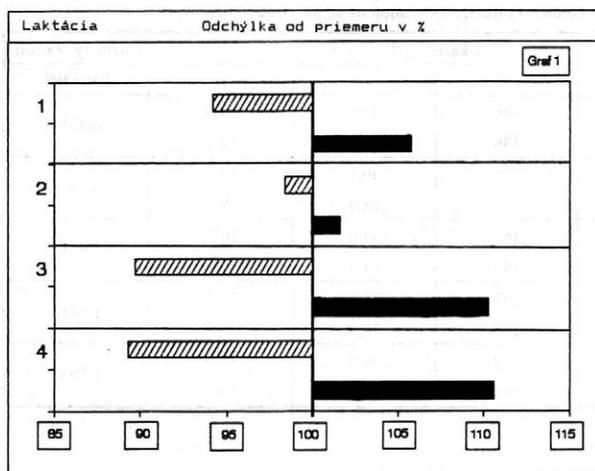
For 1–5 see Tab. I

Pri hodnotení polymorfnych bielkovín k ukazovateľom mliekovej úžitkovosti Kúbek (1981) uvádza, že u kráv slovenského strakatého plemena ($n = 811$) boli vypočítané štatisticky významné rozdiely medzi jednotlivými polymorfnými systémami krvnej plazmy (postalbumín, ceruloplazmín, transferín) a zvýšeným obsahom tuku v mlieku kráv v kategórii s heterozygotnými genotypovými kombináciami. Uvedený poznatok sme potvrdili aj v našom vyhodnotení heterozygotného genotypu BC α_{S1} -kazeínu v tom, že dojnice s týmto dvojjalelovým variantom sa vyznačovali zvýšenou produkciou tuku na štyroch laktáciách.

BC genotyp α_{S1} -kazeínu výrazne ovplyvnil množstvo tuku vyjadrené odchýlkou od priemeru v percentách (priemer produkcie tuku v kg za laktáciu = 100 %) s nadpriemernými hodnotami, ktoré boli (obr. 2) na prvej laktácii BC = 105,4 %, na druhej laktácii BC = 101,4 %, na tretej laktácii BC = 109,7 % a na štvrtej laktácii BC = 107,8 %.

V poradí tretím ukazovateľom mliekovej úžitkovosti kráv slovenského strakatého plemena je produkcia bielkovín v kg. Ako vyplýva z údajov, s poradím laktácie dochádza k stúpajúcej tendencii obsahu bielkovín v mlieku. Na 1. laktácii dojnice s polymorfným variantom BC α_{S1} -kazeínu vyprodukovali priemerne 139 kg bielkovín, pričom na 4. laktácii sme zistili 213 kg (celkový rozdiel predstavuje 74 kg bielkovín). Podobne sme zaznamenali nárast tohto kvantitatívneho znaku aj v polymorfnom systéme BB α_{S1} -kazeínu z pôvodných 136 kg na 167 kg za 4. laktáciu. Zistené rozdiely sú štatisticky nepreukazné ($P \geq 0,05$).

Dvořák et al. (1994) zistili, že u čierostrakatého nižinného plemena produkcia bielkovín v mlieku hodnotená podľa genotypovania α_{S1} -kazeínu dosiahla na 1. laktácii v BB genotype 129 kg, zatiaľ čo v BC genotype 113 kg. Z hodnotenia mliekovej úžitkovosti na 2. a ďalších laktáciách vyplýva, že zvýšená produkcia proteínov bola zaznamenaná v opačnom poradí genoty-



1. Hodnotenie mlieka kráv slovenského strakatého plemena podľa genotypovej štruktúry alfa_{S1}-kazeínu – Milk evaluation of dairy cows of the Slovakian Pied breed according to the alpha_{S1}-casein genotype structure

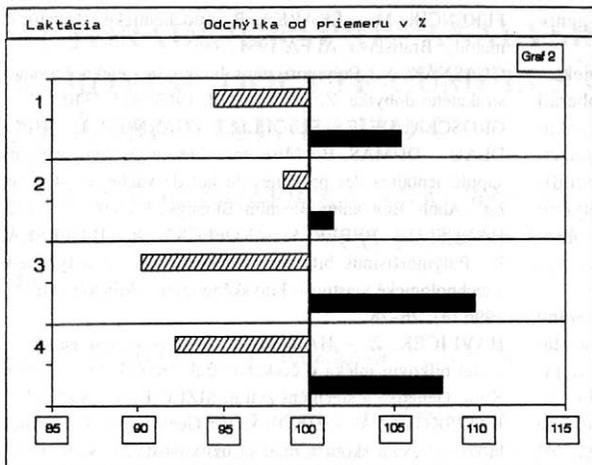
For Figs. 1 to 4:

laktácia = lactation

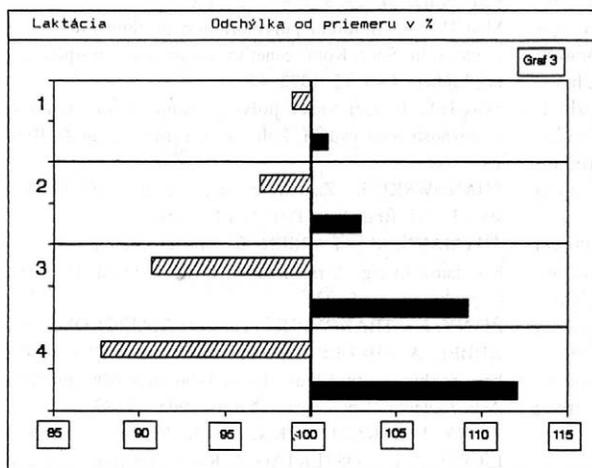
odchýlka od priemeru v % = deviation from the mean in %

▨ BB genotyp alfa_{S1}-kazeínu = BB alpha_{S1}-casein genotype

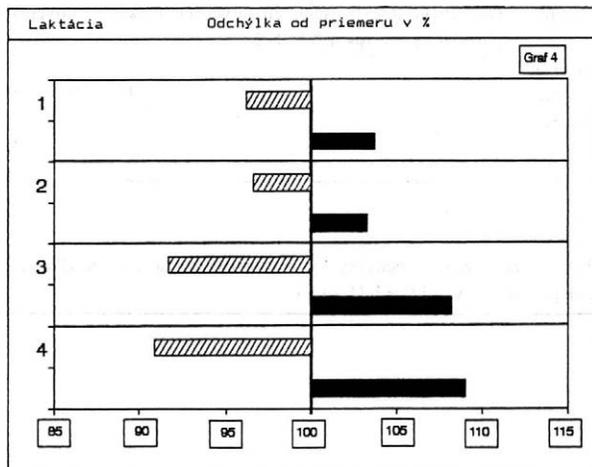
■ BC genotyp alfa_{S1}-kazeínu = BC alpha_{S1}-casein genotype



2. Hodnotenie tuku mlieka kráv slovenského strakatého plemena podľa genotypovej štruktúry alfa_{S1}-kazeínu – Milk fat evaluation of dairy cows of the Slovakian Pied breed according to the alpha_{S1}-casein genotype structure



3. Hodnotenie bielkovín mlieka kráv slovenského strakatého plemena podľa genotypovej štruktúry alfa_{S1}-kazeínu – Milk protein evaluation of dairy cows of the Slovakian Pied breed according to the alpha_{S1}-casein genotype structure



4. Hodnotenie laktózy kráv slovenského strakatého plemena podľa genotypovej štruktúry alfa_{S1}-kazeínu – Lactose evaluation of dairy cows of the Slovakian Pied breed according to the alpha_{S1}-casein genotype structure

pov, t.j. v BC genotypu α_{s1} -kazeínu 187 kg a v genotypu BB 167 kg bielkovín.

Vzťahom genotypov mliečnych bielkovín k niektorým ukazovateľom mliekovej úžitkovosti sa zaoberali Kališková a Ziková (1995). V hodnotenej skupine 420 dojníc popisujú BB a BC varianty α_{s1} -kazeínu. Z výsledkov je zrejme, že neboli zistené významné rozdiely (*t*-test) medzi detekovanými genotypmi v produkcii mlieka za laktáciu. V percentuálnom obsahu bielkovín bol pozorovaný štatisticky vysoko významný rozdiel genotypu BC iba u prvôstok.

Z hľadiska štúdia vplyvu genotypu BC α_{s1} -kazeínu na niektoré úžitkové vlastnosti kráv bol opakovane stanovený zvýšený percentuálny obsah bielkovín aj pri grafickom hodnotení uvedeného ukazovateľa (obr. 3). Nadpriemerné hodnoty (BC > BB) boli dosiahnuté na prvej (101,0 %), druhej (102,9 %), tretej (109,2 %) a štvrtej laktácii (112,1 %).

Analýza produkcie laktózy potvrdzuje určitú typovú selekciu medzi prejavom uvedenej úžitkovej vlastnosti a genetickými polymorfnými znakmi α_{s1} -kazeínu. Heterozygotná, resp. homozygotná forma genotypov α_{s1} -kazeínu zvyšuje výšku produkcie laktózy s poradím laktácie (tab. IV). Zaujímavé je porovnanie oboch variantov genetického polymorfizmu pri sumárnom zhodnotení všetkých testovaných laktácií, kedy dojnice s genotypom BC dosiahli významne vyššiu produkciu laktózy ($P < 0,05$) o 23 kg než dojnice s variantom BB α_{s1} -kazeínu.

Heterozygotný genotyp BC považujeme za určujúci mliečny bielkovinový polymorfný systém α_{s1} -kazeínu, ktorý sa podstatnou mierou podieľa aj na obsahu laktózy v mlieku (obr. 4). Naskytá sa určitá úvaha selekčnej preferencie tohto genotypu (BC > BB), ktorá sa prejavuje nielen na prvej laktácii s nadpriemerným hodnotením 103,7 %, ale tiež na druhej (103,3 %), tretej (108,2 %) a štvrtej laktácii (109,0 %).

LITERATÚRA

BRDIČKA, R.: Genetické polymorfismy enzýmů a bílkovin. Praha, Avicenum 1981: 204.
DVOŘÁK, J. – HAVLÍČEK, Z. – PŘIBYL, J.: Genetical polymorphism and milk protein production. In: 45th Ann. Meeting of the EAAP, Edinburgh, 5–8 September 1994: 83.

FERENČÍK, M. – ŠKÁRKA, B.: Biochemické laboratorné metódy. Bratislava, ALFA 1981: 856.

GLASNÁK, V.: Polymorfizmus bielkovín mlieka červenostrakatého dobytky. Živoč. Výr., 13, 1968: 335–340.

GROSCLAUDE, F. – PUJOLLE, J. – GARNIER, J. – RIBEDAU – DUMAS, B.: Mise en évidence de deux variants supplémentaires des protéines du lait de vache: α_{s1} -Cn^D et Lg^D. Anns. Biol. anim. Biochim. Biophys., 1966 (6): 215–222.

HANUŠ, O. – BEBER, K. – KOPECKÝ, J. – JEDELSKÁ, R.: Polymorfizmus bílkovin, chemické složení a fyzikální a technologické vlastnosti kravského mléka. Mlékářstvo, 27, 1996 (4): 26–28.

HAVLÍČEK, Z. – HARTMAN, I.: Zastoupení genotypů a alel bílkovin mléka u českého strakatého skotu. In: Sbor. Konf. Genetika a šlechtění zvířat, MZLU Brno, 1995: 14.

KALIŠKOVÁ, A. – ZIKOVÁ, V.: Genotypy polymorfních bílkovin mléka skotu a mléčná užitkovost. In: Sbor. Konf. Genetika a šlechtění zvířat, MZLU Brno, 1995: 19.

KÚBEK, A.: Polymorfné biochemické znaky vo vzťahu k produkcii hovädzieho dobytky. In: Zbor. vedec. Konf. AF VŠP, Nitra, 24.–25. 9. 1981: 125–126.

MÁCHA, J.: Studium polymorfismu proteinových frakcí v mléce. In: Sbor. Konf. genetiky a reprodukce hospod. zvířat, Liblice, 4.–6. 12. 1972: 47–51.

MÁCHA, J.: Genetický polymorfizmus bílkovin mléka a možnosti jeho využití. Folia, Fac. agron., Řada A, Brno, 1991: 60.

PIJANOWSKI, E.: Základy chémie a technológie mlékárstva. I. diel. Bratislava, Príroda 1977: 506.

THYMAN, M. – LARSEN, B.: Maelko protein polymorfi hos dansk kvazg. Aarsberetning, Instit. f. Steril. R.V.A.C., Copenhagen, 1965: 225.

ŽITNÝ, J. – TRAKOVICKÁ, A. – MICHALÍČKOVÁ, E. – KÚBEK, A. – HEDERA, M.: Polymorfizmus bielkovín mlieka a výskyt mastitíd kráv slovenského strakatého plemena. Acta zootechn. Univ. agric. (Nitra), 1995: 79–89.

ŽITNÝ, J. – TRAKOVICKÁ, A. – KÚBEK, A. – MICHALÍČKOVÁ, E. – OSTERTÁG, I.: Rozdiely v mliekovej úžitkovosti rôzneho kapa–kazeínového genotypu dojníc slovenského strakatého plemena. Živoč. Výr., 41, 1996: 533–538. Záverečný protokol výberovej komisie pre chránené chovy hovädzieho dobytky plemien slovenské strakaté a slovenské pinzgaušké pre rok 1995: 1–2.

Došlo 24. 2. 1997

Kontaktná adresa:

Ing. Július Žitný, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra genetiky a plemenárskej biológie, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421/87/601, klapka 460, fax: +421/87/41 14 51

AUTORADIOGRAPHIC ANALYSIS OF RNA SYNTHESIS IN BOVINE OOCYTE-CUMULUS COMPLEXES DURING *IN VITRO* MATURATION

AUTORÁDIOGRAFICKÁ ANALÝZA SYNTÉZY RNA V BOVINNÝCH OOCYT-KUMULÁRNÝCH KOMPLEXOCH V PRIEBEHU DOZRIEVANIA *IN VITRO*

A. V. Sirotkin¹, L. V. Kozikova^{1,2}, J. Bulla¹

¹Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

²Research Institute of Animal Breeding and Genetics, S.-Peterburg-Pushkin, Russia

ABSTRACT: The pattern of RNA synthesis in bovine oocytes and their surrounding cumulus cells was investigated autoradiographically after 0, 6, 12, 18 and 24 hours of *in vitro* maturation and according to the *cumulus oophorus* state. To determine the role of the state of *cumulus oophorus* in this process we compared ³H-uridine incorporation by the oocyte-cumulus complexes with well-developed (dense, group I) and poorly-developed (friable, group II) cumulus investment. A gradual decrease in both the proportion of oocytes taking up ³H-uridine and the number of radioactive labels (silver grains) in each oocyte from 0 to 12 hours of the culture was observed. At 18 and 24 hours a slight increase in both of these indices took place. At all stages except 24 hours, both indices of ³H uptake were significantly higher in oocytes from group I than in those from group II. In the cumulus cells of group I a gradual increase in these indices during *in vitro* maturation was observed. No significant differences between the groups in either the proportion of labelled cumulus cells or the number of labels per cell was observed at the start (0 h) or the end (24 h) of maturation, whilst at 6, 12, and 18 h of culture the indices in group II were lower than those in group I. The present results suggest that: (1) oocytes have two peaks of RNA synthesis, at the beginning (major peak) and end (minor peak) of *in vitro* maturation; (2) *cumulus oophorus* cells, as a rule, show a gradual increase in RNA synthesis during *in vitro* maturation; (3) poor development and friability of the *cumulus oophorus* is associated with a reduced capacity for RNA synthesis and altered dynamics of this process during maturation both in oocytes and in surrounding cumulus cells.

autoradiography; RNA synthesis; meiosis; cow

ABSTRAKT: Autorádiografickou metódou sme sledovali syntézu RNA v boviných oocytoch a ich obklopujúcich bunkách *cumulus oophorus* v priebehu dozrievania *in vitro* a v súvislosti so stavom kumulárnych buniek. Hodnotili sme akumuláciu ³H-uridínu týmito bunkami pred kultiváciou a po 6, 12, 18 a 24 h kultivácie. Merali sme percento buniek inkorporujúcich ³H-uridín a počet značiek ³H-uridínu na jednu bunku. Aby sme zistili úlohu *cumulus oophorus* v týchto procesoch, porovnávali sme inkorporáciu ³H-uridínu oocyt-kumulárnymi komplexami s dobre vyvinutými, tmavými (I. skupina) a zlé vyvinutými, riedkymi (II. skupina) vrstvami *cumulus oophorus*. Od 0 do 12 h kultivácie sme pozorovali postupné znižovanie percenta oocytov inkorporujúcich ³H-uridín a počtu rádioaktívnych značiek (zrník striebra) v jednotlivých bunkách. Po 18 a 24 h inkubácie sme zistili také klesanie oboch týchto ukazovateľov. Pri všetkých časoch inkubácie (okrem 24 h) boli oba ukazovatele syntézy RNA preukazne vyššie v oocytoch I. skupiny než v oocytoch II. skupiny. V kumulárnych bunkách v I. skupine sme pozorovali postupné zvyšovanie oboch týchto ukazovateľov v priebehu dozrievania *in vitro*. Na začiatku (0 h) a konci (24 h) kultivácie neboli zistené žiadne rozdiely medzi I. a II. skupinou v počte označených buniek a v počte rádioaktívnych značiek na bunku. Po 6, 12 a 18 h inkubácie však tieto indexy boli nižšie v II. skupine než v I. skupine. Naše pozorovania môžu svedčiť, že: 1) oocyty majú dva vrcholy syntézy RNA – na začiatku (veľký) a na konci (malý) dozrievania *in vitro*; 2) bunky *cumulus oophorus* prejavujú postupný rast syntézy RNA v priebehu dozrievania *in vitro*; 3) zle vyvinutý a riedky *cumulus oophorus* je spojený s redukovanou schopnosťou a atypickým rozvojom syntézy RNA v priebehu dozrievania oocytov a v ich obklopujúcich kumulárnych bunkách.

autoradiografia; syntéza RNA; meióza; hovädzi dobytok

INTRODUCTION

The maturation of the oocyte-cumulus complex both *in vivo* and *in vitro* includes the synthesis and accumulation of specific biologically active substances: nucleic acids, proteins etc., needed for luteinization, expansion of the *cumulus oophorus*, completion of meiosis, fertilization and first post-fertilization divisions (Eppig, 1985; Guraya, 1985; Sato, Koide, 1987; Moor, 1988). In particular, in the cow, new RNA and protein synthesis and phosphorylation are necessary for oocyte nuclear maturation and germinal vesicle breakdown. Some of this RNA and peptides are synthesised by the oocyte.

The available information about the time of completion of oocyte RNA synthesis is sparse and contradictory, although the same method of evaluation of RNA synthesis (autoradiographical analysis of incorporation of RNA precursor ^3H -uridine) has been used by different investigators. Most authors note great heterogeneity in rates of oocyte RNA synthesis and localization before the reinitiation of meiosis. Some authors reported a reduction of RNA synthesis at the end of oocyte growth and during antrum formation in ovarian follicles (mouse: Moore, Linter-Moore, 1979; pig: Motlik et al., 1986). Other experiments, however, have shown intensive RNA synthesis during and after the end of the oocyte growth (mouse: Bloom, Mukherjee, 1972; Rodman, Bachvarova, 1976; Wasserman, Letourneau, 1976; pig: Motlik et al., 1978; Crozet et al., 1981; rabbit: Motlik et al., 1978; woman: Parfenov et al., 1989). The time of RNA synthesis in the oocytes in other species, in particular in cows, has not been investigated. The first goal of our investigation was to determine the time of completion of RNA synthesis within the bovine oocytes matured *in vitro*.

It is well-known that cumulus investment may be involved in the oocyte cytoplasmic maturation. Some precursors of RNA and proteins may be transported to the oocyte by the cumulus cells through gap junctions. This has been suggested for the RNA precursor uridine (sheep: Moor et al., 1980, 1981; mouse: Moore, Linter-Moore, 1979; Eppig, 1982; Ko et al., 1988; hamster: Racovsky, Satferlie, 1985; pig: Motlik et al., 1986; Ko et al., 1988; Mattioli et al., 1988; cow: Laurinčik et al., 1992). All of these authors, except Mattioli et al. (1988), found that the final stages of oocyte maturation are temporarily associated with the restriction of oocyte-cumulus coupling and the transport of the substances to the oocyte. Cumulus mass removal was followed by pre-term blockage of the accumulation of the substances in the oocyte, i.e., of oocyte cytoplasmic maturation. On the other hand, bovine oocytes surrounded by a well developed, dense, multilayer *cumulus oophorus* are more capable of maturation, fertilization and subsequent cleavage *in vitro* than those surrounded by a poorly developed, friable cumulus mass (Kuzne-

tsov, 1985; Golubev, Zaverljajev, 1989; Laurinčik et al., 1992). On the basis of these observations, it may be supposed that *cumulus oophorus* state is a good index of the oocyte's ability to accumulate RNA precursors and other exogenous substances necessary for cytoplasmic maturation. The second goal of our study was to test this hypothesis comparing RNA synthesis from exogenous precursors by oocytes surrounded by well-developed or poorly-developed cumulus masses during *in vitro* maturation.

In contrast to the oocytes, there is little information about the metabolism of RNA, peptides and other substances in the *cumulus oophorus* or about the dependence of this process on the state of the cumulus mass and the stage of maturation. Only one report (Ko et al., 1988) describes the stimulation of ^3H -uridine accumulation by mouse and porcine cumulus masses and its decrease in the oocyte during the course of *in vitro* culture. The third goal of our experiments was to evaluate, by autoradiography following ^3H -uridine incorporation, RNA synthesis in well- and poorly developed cumulus oophorus during *in vitro* maturation.

MATERIAL AND METHODS

Oocyte/cumulus collection and culture

Ovaries from the early and middle follicular phase of the estrous cycle were obtained from 2-4 year old Holstein cows without visible reproductive abnormalities, which were killed at a local slaughterhouse. Oocyte/cumulus complexes were obtained by dissection of the ovaries (Golubev, Zaverljajev, 1989) in TCM-199 (Sigma, St. Louis, USA) supplemented with 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ pyruvate Na (Serva, Heidelberg, FRG), 600 $\mu\text{g}/\text{ml}$ lactate Ca (Serva, Heidelberg, FRG), 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ gentamicin (Pharmachim, Sophia, Bulgaria) and 10% heat-inactivated (45 min by 56 °C) blood serum collected from cows on the first day of visible estrus. After washing 3 times, the oocyte/cumulus complexes were divided in two groups on the basis of integrity and compactness of cumulus investment according De Loos et al. (1989, 1991): (I) with well-developed, dense, multilayered and (II) with poorly-developed, friable *cumulus oophorus*. Thereafter these complexes were cultured in 200 μl of the same medium (20-30 per drop) under paraffin oil at 38,5 °C in 5% CO_2 in humidified air.

Oocyte/cumulus labelling

Before and in 6, 12, 18 and 24 hours after the start of incubation the parts of oocytes/cumulus from both groups were transferred into prewarmed (38 °C) incubation medium enriched with ^3H -uridine (UVVVR, Prague, Czech Republic) to a final radioactivity concentration of 1 $\mu\text{Ci}/\text{ml}$, and cultured for 30 min. Thereafter the oocyte-cumulus complexes were rinsed in the 6 fresh portions of chilled (4 °C) non-radioactive me-

dium, exposed for 3 min to sodium citrate (0.9% in distilled water), fixed on slides in an absolute methanol-glacial acetic acid (3 : 1) mixture and extracted for 10 min with ice-cold 3% trichloroacetic acid to remove the free labelled precursor.

Autoradiographical and morphological analysis

The slides with the preparations were rinsed in 3 volumes of 96° alcohol, coated with Ilford K. 5 liquid emulsion diluted 1 : 5, exposed for 20 days, and then developed for 2 min in D. 19. The developed autoradiographs were stained with Giemza according to Tarkovsky (1966) for chromosome analysis, and observed by a Zeiss Jenamed-2 light microscope. In some cases the preparations were photographed under magnification ($\times 600$). The ^3H -uridine accumulation was evaluated according to the proportion of cells labelled and the number of silver grains per labelled cell. The stages of meiosis in oocytes were determined according to the structure of chromosomes and culture time.

Statistics

Each group in the experiment was represented by 4–12 oocytes and by 100–300 *cumulus oophorus* cells. The experiment was carried out three times and integrated results are presented. The number of silver grains (labels) both within and outside (background) the cells was counted. If the content of the grains inside the cell exceeded that on the same place outside, we considered this cell as a labelled one. Respectively, the amount of ^3H uridine incorporated was evaluated as a difference between the number of silver grains within the cell and at background. Significant differ-

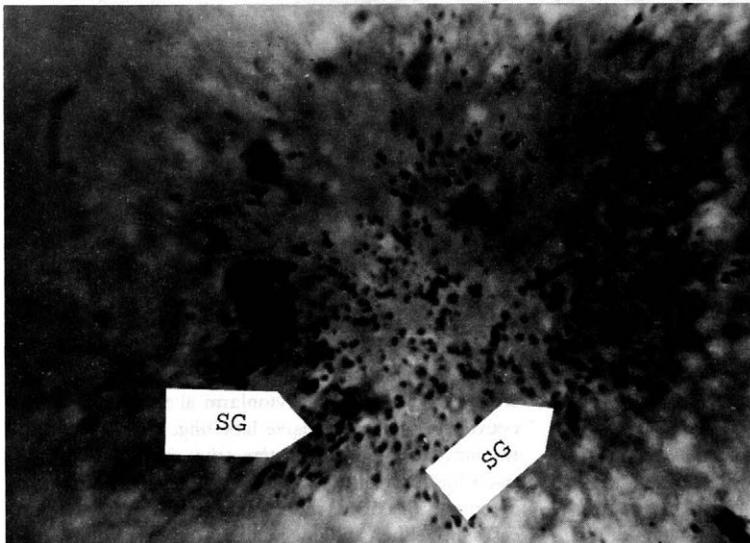
ences between the groups of oocytes were assessed by χ^2 test, and between the *cumuli oophori* by ANOVA, followed by Duncan's test.

RESULTS

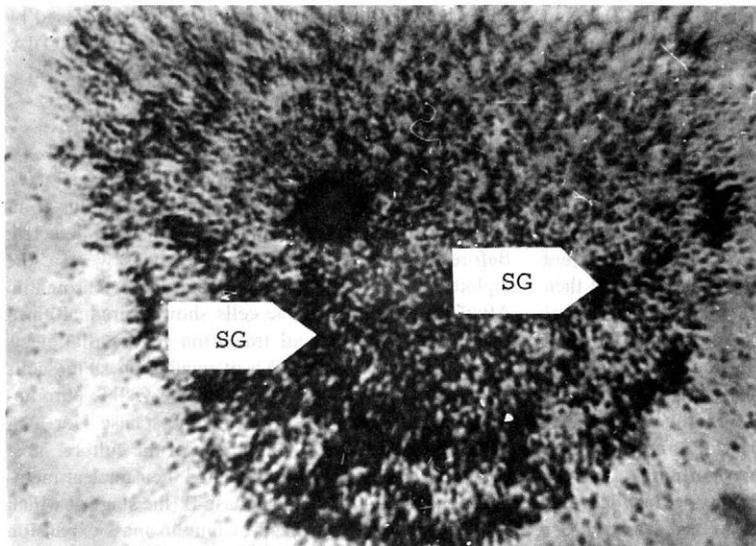
During *in vitro* culture of the oocyte/cumulus complexes, visual signs of their maturation were detected. Before the culture, practically all oocytes were at the diplotene-dictiotene stage or had no visible chromatin. After 6 h of culture, some cells showed gradual chromatin condensation and transition to the diakinesis stage of meiosis. After 12 h of incubation, some cells had reached metaphase I. At 18 h the visible chromosomes of the main cells were at metaphase I or anaphase-telophase I stage. After 24 h of the culture, most (78%) of the oocytes had completed their nuclear maturation, i.e. had reached metaphase II (the stage at which the oocyte may be fertilized). Cumulus mass expansion was visible from 12 h of culture. By 18–24 h of incubation, more than 90% of the cumulus investments were extensively expanded and mucified.

^3H -uridine accumulation was observed both in oocytes and *cumulus oophorus* cells. A great heterogeneity of ^3H -uridine incorporation was noted: the proportion of labelled oocytes during *in vitro* culture varied between 0 and 30%, and for labelled cumular cells – between 50 and 100%. The quantitative differences in the radioactive incorporation rates between the cells labelled varied between 10 and 3 000 silver grains (Figs. 1 and 2) per oocyte and between 10 and 70 silver grains per *cumulus oophorus* cell (Fig. 3).

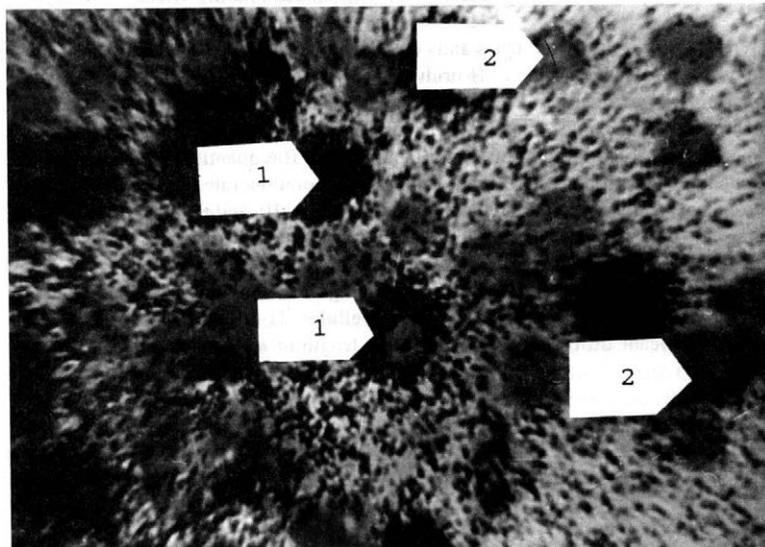
Significant changes in the proportion of labelled cells and in the cellular ^3H -uridine incorporation rate, dependent on the length of *in vitro* maturation and cu-



1. Low ^3H -uridine content in bovine oocytes (50 silver grains/cell)



2. High ^3H -uridine content in bovine oocytes (2 000 silver grains/cell)



3. Cumulus oophorus cells with (1) and without (2) ^3H -uridine label

mulus oophorus state, were observed both in oocytes and cumulus mass cells (Tab. I, Figs. 4 and 5). In the oocytes of group I (surrounded by a well developed, dense, multilayered cumulus mass) both these indices decreased between 0 and 12 hours of *in vitro* culture. At 18 and 24 hours some increase of both indices took place in these oocytes. In the oocytes of group II (possessing poorly-developed, friable *cumulus oophorus*), the initial proportion of the cells labelled and their ^3H -uridine incorporation rate were much lower than in the oocytes of group I. These differences between the two oocyte groups persisted during *in vitro* maturation until 24 hours of culture. Thus, at 12 and 18 hours of matu-

ration neither of the oocytes from group II had accumulated ^3H -uridine. At 24 hours of incubation both indices of RNA synthesis in the oocytes of group II increased and reached the levels in group I (Tab. I). The Tarkovskiy (1966) method does not allow exact localization of the ^3H -uridine label within the cell structures. At all times the main silver grains observed were recognized in the cytoplasm at the centre of the oocyte. In case of intensive labelling, the silver grains formed characteristic clusters (Fig. 2). Diffuse, relatively uniform displacement of silver grains over the cytoplasm of oocyte was often observed, especially in cases of medium and low numbers of silver grains (Fig.

I. Changes in ^3H -uridine incorporation by bovine oocytes during *in vitro* maturation in relation to the state of the *cumulus oophorus*

Time of culture	<i>Cumulus oophorus</i> state	Number of oocytes analysed	% of oocytes labelled	Mean number of silver grains per oocyte labelled
0 hours	well-developed	37	30	368
	poorly-developed	15	7 ^{xx}	40 ^{xxx}
6 hours	well-developed	31	36	175
	poorly-developed	16	13 ^x	20 ^{xxx}
12 hours	well-developed	28	11	36
	poorly-developed	15	0 ^{xxx}	0 ^{xxx}
18 hours	well-developed	24	25	190
	poorly-developed	12	0 ^{xxx}	0 ^{xxx}
24 hours	well-developed	41	12	126
	poorly-developed	18	22	110

Significant differences between the groups: ^x $P < 0.05$; ^{xx} $P < 0.01$, ^{xxx} $P < 0.001$

2). No oocytes with compact chromosomes (meiotic stages diakinesis, metaphase I, anaphase-telophase I and metaphase II) accumulated ^3H -uridine, although not all oocytes with the despiralized chromosomes (diplotene–diactotene) showed nucleotide uptake.

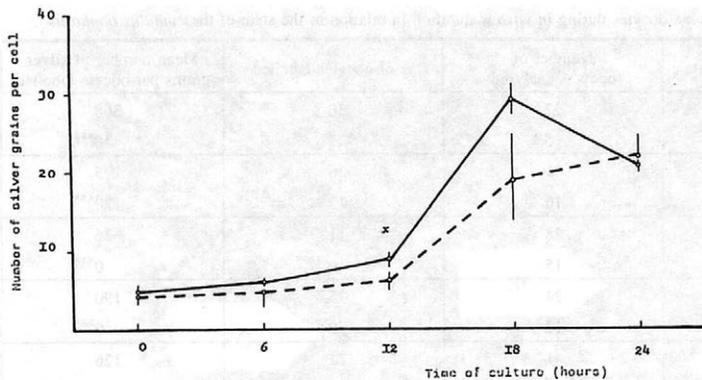
In the *cumulus oophorus* of group I, a marked gradual rise in both indices of ^3H -uridine incorporation was observed during the course of *in vitro* maturation. The cumulus cells of group II had approximately the same dynamics of ^3H -uridine content in the labelled cells. Until the end of the maturation period (24 hours) this index was lower in group II than in group I. The proportion of cumulus cells accumulating ^3H -uridine before culture was higher in group II, but at 6, 12 and 18 hours of maturation a significant reduction in this index, to below the initial level and the level in group I, took place. At 24 hours of culture, the proportion of labelled cumulus cells rose to reach the level in group I (Figs. 4 and 5). The ^3H -uridine label was incorporated within the cumulus cells in a regular pattern (Fig. 3). No marked correlations between the presence of mitotic chromosomes and the appearance of radioactive tracers in the *cumulus oophorus* cells were noted.

DISCUSSION

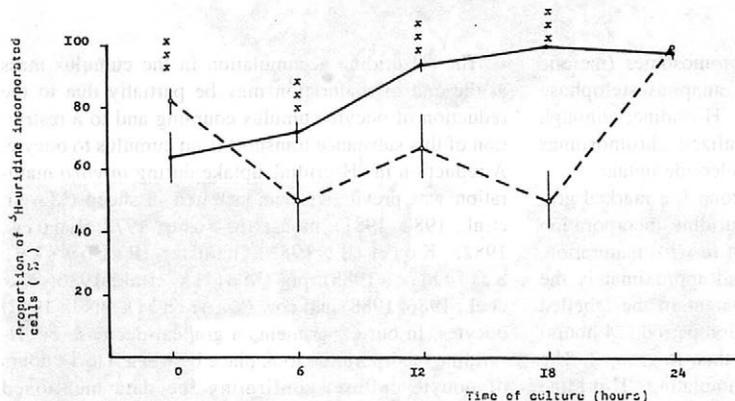
An increase in ^3H -uridine incorporation in bovine *cumulus oophorus* during *in vitro* maturation was detected in our experiments. This observation on the cow confirms the data of Ko et al. (1988) concerning the maturation-associated increase of ^3H -uridine uptake by murine and porcine cumulus cells *in vitro*. This activation of labelled uridine incorporation may be associated with the increase in RNA synthesis for the production of glycosaminoglycans and other substances determining *cumulus oophorus* expansion and mucification which take place during the maturation and which are involved in oocyte fertilization (Eppig, 1985; Guraya, 1985; Sato, Koide, 1987; Salustri et al., 1989).

The ^3H -uridine accumulation in the cumulus mass at the end of maturation may be partially due to the reduction of oocyte-cumulus coupling and to a restriction of this substance transport from cumulus to oocyte. A reduction in ^3H -uridine uptake during *in vitro* maturation was previously demonstrated in sheep (Moore et al., 1980, 1981), mouse (Moore, 1978; Eppig, 1982; Ko et al., 1988), hamster (Racowsky, Satferlie, 1985), pig (Motlik et al., 1986; Ko et al., 1986, 1988) and cow (Laurinčík et al., 1992) oocytes. In our experiments a gradual decrease of ^3H -uridine incorporation took place between 0 to 12 hours of oocyte culture, confirming the data mentioned above. On the other hand, some activation of nucleotide augmentation at 18 and 24 hours of oocyte culture was observed. This may suggest the activation of RNA synthesis at the final stages of bovine oocyte maturation. Whether this phenomenon reflects the activation of RNA precursor uptake by the oocyte itself or some increase of uridine transport to the oocyte from the cumulus cells, is unknown. On the one hand, the association of the silver grains with chromatin fibrils observed by ourselves and by other investigators (see above), and the absence of significant labelling of the oocytes with compact chromosomes (at metaphase I – metaphase II) may suggest RNA transcription within the oocyte, at least at the start of meiosis. On the other hand, the dependence of oocyte ^3H -uridine incorporation from the state of cumulus investment may suggest the requirement of cumulus cells for transport and/or utilization of RNA precursor in the oocyte.

The temporal association between an increase in ^3H -uridine accumulation in the cumulus oophorus and its decrease in the oocytes during *in vitro* maturation demonstrated in our experiments and by other authors (see above), suggests the coupling of these two processes. Whether this is really the case can be tested by a comparison of cumulus-enclosed and denuded oocytes or by oocytes with different grades of cumulus mass development. These experiments were performed by Moore et al. (1980, 1981) on sheep, by Motlik et



4. Changes in ^3H -uridine incorporation rate (number of silver grains per cell) by well-developed (—) and poorly-developed (---) bovine cumulus oophorus during *in vitro* maturation. Values are mean + S.E.M., x - significant ($P < 0.05$) differences between the groups



5. Changes in the proportions of ^3H -uridine-incorporated cells in well-developed (—) and poorly-developed (---) bovine cumulus oophorus during *in vitro* maturation. Values are mean + S.E.M., x - significant ($P < 0.05$) differences between the groups

al. (1986) on pigs and by Laurinčik et al. (1992) on bovine oocytes. An inhibition of oocyte ^3H -uridine accumulation after cumulus mass removal was always observed. Additionally, the results of our previous (Laurinčik et al., 1992) and present experiments on cows demonstrate that the poorly-developed cumulus oophorus has a reduced ^3H -uridine uptake and an altered pattern to this process during *in vitro* maturation. Furthermore, oocytes surrounded by a poorly-developed cumulus mass also had a reduced ^3H -uridine accumulation and „abnormal“ dynamics of nucleotide uptake during culture.

The present data obtained with bovine cells suggests:

- (1) an increase in RNA synthesis in the cumulus oophorus and a decrease in oocytes during *in vitro* maturation, and
- (2) the importance of the cumulus oophorus state for both cumular and oocyte RNA synthesis, i. e., for oocyte cytoplasmic maturation.

The state of the cumulus mass appears to be a good indicator of oocyte-cumulus complex RNA synthesis. It does not exclude the possibility that this indicator might be applied to the selection of oocytes with good ability for RNA synthesis in IVF technologies.

Acknowledgements

We express our gratitude to Dr. V. Kopečný for invaluable help in the development of the preparations and for critical reading of manuscript and to Dr. M. R. Luck for editing the manuscript.

REFERENCES

- BLOOM, A. M. - MUKHERJEE, B. B.: RNA synthesis in maturing mouse oocytes. *Exp. Cell Res.*, 74, 1972: 577-582.
- CROZET, N. - MOTLIK, J. - SZÖLLOSI, D.: Nucleolar fine structure and RNA synthesis in porcine oocytes during the early stages of antrum formation. *Biol. Cell*, 41, 1981: 35-42.
- DE LOOS, F. - VLIET, C. - VAN MAURIK, P. - KRUIP, T. A. M.: Morphology of immature bovine oocytes. *Gamete Res.*, 24, 1989: 197-204.
- DE LOOS, F. - KASTROP, P. - VAN MAURIK, P. - VAN BENEDEN, T. H. - KRUIP, T. A. M.: Heterologous cell contacts and metabolic coupling in bovine cumulus oocyte complexes. *Molec. Reprod. Dev.*, 28, 1991: 255-259.
- EPPIG, J. J.: The relationship between cumulus cell-oocyte maturation, and cumulus expansion. *Dev. Biol.*, 89, 1982: 268-272.

- EPPIG, J. J.: Oocyte-somatic cell interactions during oocyte growth and maturation in the mammals. In: BROWDER, L. W. (ed.): *Developmental Biology*. 1st ed. New York-London, Plenum Press 1985: 313-350.
- GOLUBEV, A. K. - ZAVERTJAJEV, B. P.: Methodical recommendations for the culture of bovine oocytes and follicles. Leningrad, VNJJRGZh 1989. 35 p. (in Russian).
- GURAYA, S.: *Biology of Ovarian Follicles in Mammals*. Heidelberg, Springer-Verlag 1985. 320 p.
- KO, S. K. - RA, CH. - KWON, H. B.: Studies on the metabolic cooperativity between oocyte and cumulus cells in mammalian oocyte cumulus complexes *in vitro*. *Korean J. Zool.*, 31, 1988: 81-86.
- KUZNETSOV, V. E.: *In vitro* production of parthenogenetical embryos and their cytogenetical analysis in the cows. [PhD Thesis]. Leningrad, VNHHRGZh 1985. 31 p. (in Russian).
- LAURINČIK, J. - KROŠLAK, P. - HYTTEL, P. - PIVKO, J. - SIROTKIN, A. V.: Bovine cumulus expansion and corona-oocyte disconnection during culture *in vitro*. *Reprod. Nutr. Dev.*, 32, 1992: 151-161.
- MATTIOLI, M. - GALEATI, G. - BACCI, M. L. - SEREN, E.: Follicular factors influence oocyte fertilizability by modulating the intercellular cooperation between cumulus cells and oocyte. *Gamete Res.*, 21, 1988: 223-232.
- MOOR, R. M.: Regulation of meiotic cycle in oocytes of domestic mammals. *Ann. N. J. Acad. Sci.*, 541, 1988: 248-258.
- MOOR, R. M. - SMITH, M. W. - DOWSON, R. M. C.: Measurement of intercellular coupling between oocytes and cumulus cells using intracellular markers. *Exp. Cell Res.*, 126, 1980: 15-29.
- MOOR, R. M. - OSBORN, J. C. - CRAN, D. G. - WALTERS, D. E.: Selective effect of gonadotrophins on cell coupling, nuclear maturation and protein synthesis in mammalian oocytes. *J. Embryol. Exp. Morphol.*, 61, 1981: 347-365.
- MOORE, G. P. M. - LINTER-MOORE, S.: Transcription of the mouse oocyte genome. *Biol. Reprod.*, 18, 1978: 865-870.
- MOORE, G. P. M. - LINTER-MOORE, S.: Patterns of gene activity during ovum formation in the mouse. *Ann. Biol. Anim. Biophys.*, 19, 1979: 1409-1417.
- MOTLIK, J. - KOPEČNÝ, V. - PIVKO, J.: The fate and role of macromolecules synthesized during mammalian oocyte meiotic maturation. I. Autoradiographic topography of newly synthesized RNA and proteins in the germinal vesicle of the pig and rabbit. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, 18, 1978: 735-746.
- MOTLIK, J. - FULKA, J. - FLECHON, J. E.: Changes in intracellular coupling between pig oocytes and cumulus cells during maturation *in vivo* and *in vitro*. *J. Reprod. Fertil.*, 76, 1986: 31-37.
- PARFENOV, V. - POTCHUKALINA, G. - DUDINA, L. - KOSTYUCHEK, D. - GRUZOVA, M.: Human antral follicles: oocyte nucleus and karyosphere formation (electron microscopic and autoradiographic data). *Gamete Res.*, 22, 1989: 219-231.
- RACOWSKY, C. - SATFERLIE, R. A.: Metabolic, fluorescent dye and electrical coupling between hamster oocytes and cumulus cells during meiotic maturation *in vivo* and *in vitro*. *Dev. Biol.*, 108, 1985: 191-202.
- RODMAN, T. C. - BACHVAROVA, R.: RNA synthesis in preovulatory mouse oocytes. *J. Cell Biol.*, 70, 1976: 251-257.
- SALUSTRI, A. - YANAGISHITA, M. - HASCALL, V. C.: Synthesis and accumulation of hyaluronic acid and proteoglycans in the mouse cumulus cell-oocyte complex during FSH-induced mucification. *J. Biol. Chem.*, 264, 1989: 13 840-13 847.
- SATO, S. - KOIDE, S. S.: Biochemical transmitters regulating the arrest and resumption of meiosis in oocytes. *Int. Rev. Cytol.*, 106, 1987: 1-33.
- TARKOVSKY, A. K.: An air-drying method for chromatin preparation for mouse egg. *Cytogenetics*, 5, 1966: 394-400.
- WASSERMAN, P. M. - LETOURNEAU, G. E.: RNA synthesis in fully-grown mouse oocytes. *Nature*, 261, 1976: 73-74.

Received for publication on April 11, 1997

Contact Address:

RNDr. Alexander Sirotkin, DrSc., Výskumný ústav živočíšnej výroby, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/51 80 95, fax: 087/51 90 32

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

Current Contents

na disketách

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

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

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojím způsobem:

- 1) **Zakázkový přístup** – po vyplnění příslušného zakázkového listu (objednávky) je vhodný především pro mimopražské zájemce.

Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu
– odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce
– vytištění rešerše – 1 Kč za 1 stranu A4
– žádanky o separát – 1 Kč za 1 kus
– poštovné + režijní poplatek 15 %

- 2) „**Self-service**“ – samoobslužná práce na osobním počítači v ÚZLK.

Finanční podmínky jsou obdobné. Vzhledem k tomu, že si uživatel zpracovává rešerši sám, je to maximálně úsporné. (Do kalkulace cen nezapočítáváme cenu programu a databáze Current Contents.)

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

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna

Dr. Bartošová

Slezská 7

120 56 Praha 2

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

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

THE EFFECT OF DIETARY FAT IN MARKET RAINBOW TROUT ON FISH WEIGHT GAIN, CONVERSION COEFFICIENT AND CHEMICAL COMPOSITION OF BODY

VLIV TUKU VE SMĚSÍCH PRO TRŽNÍHO PSTRUHA DUHOVÉHO NA PŘÍRŮSTEK RYB, KOEFICIENT KONVERZE A CHEMICKÉ SLOŽENÍ TĚLA

J. Párová, M. Herman, V. Prokop

Research Institute of Animal Nutrition, Pohořelice, Czech Republic

ABSTRACT: An experiment was conducted on 17,122 market rainbow trouts kept in concrete-made pools of 1m³ water volume to determine the effect of 4% addition of three kinds of oils (fish, rapeseed and sunflower) to diets of our own uniform formulation (average fat content of 11%) on feed efficiency and some other parameters. Two imported feeds with 13.35% and 18.49% fat contents for market rainbow trout were used parallelly with the diet of our own formulation. The effect of the kind of oil on feed efficiency was insignificant. The difference in feed efficiency between the imported feeds with 13.35% of fat and diets of our own formulation was also insignificant. The highest (statistically significant) feed efficiency was achieved by administration of imported feeds with 18.49% fat and 38.3% crude protein. The chemical composition of rainbow trout body samples was affected insignificantly by the use of five types of feeds. A trend toward the lowest fat content in fish bodies and the highest crude protein content was observed in a group receiving the diet of our own formulation with an addition of 4% rapeseed oil.

rainbow trout; feed mixture; fat content in diet; kind of fat in diet; feed efficiency; chemical composition of rainbow trout bodies

ABSTRAKT: V roce 1996 byl na 17 122 kusech pstruha duhového o počáteční kusové hmotnosti 0,082 kg, chovaných v betonových bazénech o objemu vody 1 m³, proveden pokus s cílem zjistit vliv 4% přídavku tří druhů olejů (rybího, řepkového, slunečnicového) do jednotné směsi vlastní receptury (obsah tuku v průměru 11 %) na produkční účinnost směsí, koeficient konverze a chemické složení těl pstruha duhového. Souběžně se směsí vlastní receptury (1, 2 a 3) byly do pokusu zařazeny dvě importované směsi pro tržního pstruha duhového (4 a 5) s obsahem 13,35 % a 18,49 % tuku. Druh oleje aplikovaný do směsí 1, 2 a 3 ovlivnil přírůstek hmotnosti ryb nevýznamně. Nejvyššího přírůstku ryb krmných směsí vlastní receptury bylo dosaženo u směsi 2 s řepkovým olejem. Importovanou směsí 4 bylo dosaženo statisticky nevýznamně vyššího přírůstku v porovnání se směsí 1, 2 a 3 podle vlastní receptury. Přírůstek hmotnosti pstruhů krmných importovanou směsí 5 byl statisticky významně vyšší ($P < 0,05$) v porovnání s tímto ukazatelem u variant 1, 2, 3 a 4. Koeficienty konverze krmných směsí 1, 2 a 3 se pohybovaly v rozmezí 1,59–1,69 kg.kg⁻¹. Nejnižší koeficient konverze (1,15 kg.kg⁻¹) byl zaznamenán u ryb krmných směsí 5. Chemické složení těl tržního pstruha duhového bylo zkrmováním pěti druhů směsí ovlivněno nevýznamně. Tendence k nejnižšímu obsahu tuku a nejvyššímu obsahu N-látek v tělech ryb se projevila ve variantě krmné směsí 2 s řepkovým olejem. V této skupině byl zaznamenán statisticky významně vyšší ($P < 0,05$) obsah popela v porovnání s tímto ukazatelem u ryb krmných importovanou směsí 5. Produkční účinnost směsí pro tržního pstruha duhového v našem sledování byla ovlivněna:

- podílem tuku ve směsi (nejvyšší obsah tuku – nejvyšší produkční účinnost směsí při vyrovnaném podílu N-látek ve směsi);
- fyzikálními vlastnostmi granulátu;
- druhem oleje použitého ke zvýšení obsahu tuku ve směsi.

Výsledky dosažené směsí vlastní receptury (1, 2, 3) byly srovnatelné s výsledky zjištěnými při krmení importovanou směsí 4.

pstruh duhový; krmná směs; podíl tuku ve směsi; druh tuku ve směsi; produkční účinnost směsí; chemické složení těl pstruha duhového

INTRODUCTION

A wide range of fat contents from 5 to 45% was tested in diets for rainbow trout. G r o p p et al. (1982) stated that it was possible to replace 5% of crude protein in diets for rainbow trout with crude protein content of 30-40% by 5% of fat without any negative impacts on feed conversion.

This finding made it possible to use diets with the lower crude protein content (less than 40%) than are the optimum allowances recommended by various authors (S a t i a, 1974; Z e i t o u n et al., 1973; H a l v e r et al., 1978; D e l o n g et al., 1958; S t e f f e n s, 1970a, b, 1989). Many foreign manufacturers of pellet feeds make feeds complying with ecological requirements for reduction in the load of the water environment by biogenic elements, mainly by nitrogen, as a result of using high fat contents in diets for rainbow trout.

S t e f f e n s (1989) reports that digestibility of common fats is decreasing from fish oil through sunflower oil to soybean oil. Taking into account fat quality, crucial importance of linolenic acid was demonstrated in comparison with linoleic acid (C a s t e l l et al., 1972). Higher positive effects of highly unsaturated fatty acids on rainbow trout growth were demonstrated by further research than those exerted by linolenic acid (W a t a n a b e, T a k e u c h i, 1976; T a k e u c h i, W a t a n a b e, 1976, 1977, 1978).

The quality of feeds for rainbow trout, especially the choice of optimum proteinaceous, fatty and cereal ingredients in terms of production and ecology, has become a permanent objective of research in foreign countries (R o b e r t et al., 1993; M a s u m o t o et al., 1993; P e r a g o n et al., 1993; B o c c i g n o n e et al., 1993; P o n g m a n e e r a t, W a t a n a b e, 1993; C a r d e n e t e et al., 1993; G a r c i a - G a l l e g o et al., 1993; B e r g o t, 1993; S t e f f e n s et al., 1993).

Besides an optimum nutrient composition, the quality of feed for rainbow trout is ensured by processing technology enabling a high fat content to be incorporated in it. Physical treatment of ingredients (extrusion, expansion), enhancing nutrient utilization, underlies the high efficiency of diets. There are currently numerous manufacturers in the Czech Republic that have the necessary technology at their disposal.

The objective of a 1996 experiment was to determine the effect of addition of three kinds of oils to diet of our own formulation for rainbow trout and to determine the effect of different fat contents (11, 13 and 18%) in diet for market rainbow trout on feed efficiency, conversion coefficient and chemical composition of body samples (utilizable parts) of market rainbow trout.

MATERIAL AND METHODS

Rainbow trout yearlings of average body weight 0.082 kg were planted into 14 concrete-made pools

1 m³ in volume on 24th May 1996, on a trout farm at Ujčov (Fisheries Farm Velké Meziříččí, a.s.). 100 kg of fish (1,223 individuals on average) were released per pool.

Using a single technological procedure on an Insta Pro 2000 extruder a diet of uniform formulation in three variants was manufactured for the experiment; these variants differed in a kind of oil that was applied to diets. Diets of our own formulation (denoted 1, 2, 3) contained 7-8% of fat supplied by the ingredients of which they consisted. The composition of fat supplied by feed ingredients was as follows: 3.4% of soya oil from soya extrudate, 1.5% waste fat from meat-bone meal, 0.15% of fat from wheat and 0.09% of milk fat supplied by milk and whey powder.

Fat content in diets 1, 2 and 3 was supplemented by 4% of oils. Diet 1 by 4% of fish oil, diet 2 by 4% of rapeseed oil and diet 3 by 4% of sunflower oil. Fish oil, used in the diet concerned, was specified by the supplier as pharmaceutical oil because fish oil for feeding purposes is not available on the CR market; rapeseed and sunflower oils were fresh oils for human consumption bought in shopping stores. Fatty acid contents in the used oils are given by P o k o r n ý et al. (1986).

Two imported feeds with expressed fat contents 13% (4) and 18% (5) were parallely included in the experiment with the diets of our own formulation (1, 2, 3).

Tab. I shows formulations of diets 1, 2, 3. Nutrient contents in diets 1-5 are given in Tab. II. Each of

I. Formulations of experimental diets in 1996

Ingredients	Diets		
	1 (fish oil) %	2 (rapeseed oil) %	3 (sunflower oil) %
Fish meal	37	37	37
Meat-bone meal	17	17	17
Soya extrudate	18	18	18
Wheat extrudate	16.2	16.2	16.2
Milk powder	2.5	2.5	2.5
Whey powder	4.5	4.5	4.5
Aminovitan Pd	0.8	0.8	0.8
Fish oil	4.0	-	-
Rapeseed oil	-	4.0	-
Sunflower oil	-	-	4.0
Total	100	100	100

Composition of Aminovitan Pd supplement:

Vitamins: vitamin A 3,000,000 i.u., vitamin D3 400,000 i.u., vitamin E 30,000 mg, vitamin K3 1,000 mg, vitamin B1 2,000 mg, vitamin B2 2,000 mg, vitamin B6 2,400 mg, vitamin B12 5 mg, niacin 10,000 mg, calcium pantothenate 10,000 mg, choline 100,000 mg, folic acid 500 mg, vitamin C 100,000 mg, biotin 50 mg, inositol 100,000 mg, antioxidant (Endox) 20,000 mg
Amino acids: DL-methionine 100,000 mg, L-lysine HCl 100,000 mg
Microelements: cobalt 45 mg, copper 840 mg, iron 6,450 mg, iodine 75 mg, manganese 8,350 mg, zinc 8,150 mg, selenium 24 mg

II. Nutrient contents in experimental diets 1, 2 and 3 and in imported feeds 4 and 5 in the 1996 experiment

Parameter		1	2	3	4	5
Dry matter	(%)	90.60	91.75	90.23	90.81	92.64
Crude protein	(% in dry matter)	38.20	39.90	37.47	43.15	38.30
Fat	(% in dry matter)	11.03	11.99	10.70	13.35	18.49
Ash	(% in dry matter)	10.96	10.93	10.69	6.78	5.59
Fiber	(% in dry matter)	1.59	1.44	1.84	2.14	3.94
Lysine	(% in dry matter)	2.30	2.42	2.33	2.70	2.50
Methionine	(% in dry matter)	0.83	0.89	0.82	0.81	0.83
Ca	(g/kg)	25.80	22.90	24.20	12.70	6.17
P	(g/kg)	5.58	12.7	12.9	8.38	6.00

III. Average values of some physico-chemical parameters of water in the pools (values at the outlet) at Ujčov in 1996

Water temperature °C $\bar{x} \pm s_x$	O ₂ content mg/l $\bar{x} \pm s_x$	pH	CHSK _{Mn} (chemical oxygen demand)	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₄ ⁺
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
10.5 ± 1.92	11.7 ± 1.51	7.45	4.85	0.145	21.5	0.075	0.245

variants 1–4 had 3 replications, variant 5 had 2 replications.

The experiment was conducted on 17,122 rainbow trout in total.

Feeds were administered to the fish by hand several times a day using rations amounting on average to 0.8–1.2% of the fish stock weight in relation to water temperature and content of oxygen dissolved in water. The lowest daily ration per pool was 1 kg, the highest 1.7 kg.

Tab. III shows some physico-chemical parameters of water (average values) recorded during investigations.

Control weighing of fish took place on 3rd July and 8th Aug. 1996 in the course of the experiment, which terminated on 3rd Oct. 1996. Fish weight gains were calculated as a difference between the final and initial weight of the pool stock. Conversion coefficient (kg per kg) was calculated as the quotient of feed consumption (kg) and the achieved fish biomass increment (kg) in each variant.

Fish samples were taken for trout body analysis at the beginning of the experiment (30 trouts). Six fishes from each variant were analyzed at the end of the experiment to determine the effect of five kinds of diets on the chemical composition of trout bodies.

The values of weight gains obtained in the particular variants of the experiment and the values determined by chemical analyses of fish bodies from the particular variants were statistically processed by analysis of variances.

RESULTS

The results showing the effect of feeding experimental diets of our own formulation (1, 2, 3) and imported feeds (4, 5) to market rainbow trout in 1996 are presented in Tab. IV.

In diets of our own formulation, the highest (116.60 kg on average) weight gain of fish per 1 m³ (1 pool) was recorded in variant 2, containing a diet with an addition of 4% rapeseed oil.

Weight gain of fish in variant 1 with 4% of fish oil amounted to 111.27 kg/m³ on average. Fish weight in variant 3 with 4% of sunflower oil increased by 109.47 kg/m³ of water volume on average. The differences between the particular variants were however statistically insignificant ($P > 0.05$).

The kind of oil applied to diets 1, 2, 3 at a 4% amount had insignificant effects on fish weight gain.

Imported feed 4 (13.35% of fat) produced the fish weight gain of 131.1 kg/m³, but this increase in weight gain was also statistically insignificant in comparison with diets of our own formulation 1, 2 and 3.

Feeding of imported feed 5 (18.49% of fat) resulted in a statistically significantly higher increment of fish biomass (on average 160.55 kg/m³) in comparison with all other variants.

The results show that an increase in fat content in diet for market rainbow trout by 2% on average (diet 4 in comparison with diets 1, 2, 3) resulted in an insignificant increment of fish biomass only. An increase in dietary fat content by 7% (diet 5 in comparison with diets 1, 2, 3) resulted in a significant increase in fish weight similarly like an increase in fat content by 5% (diet 4 in comparison with diet 5) while dietary crude protein content decreased by 5%. The values of conversion coefficient in diets of our own formulation (1, 2, 3) are relatively balanced ranging from 1.59–1.49 kg of feed per kg of weight gain. The lowest conversion coefficient (1.59) was calculated for diet 2 with an addition of rapeseed oil.

Conversion coefficients of 1.41 kg and 1.15 kg per kg of weight gain were calculated for imported diets 4 and 5, respectively.

IV. The effect of experimental diets of our own formulation (1, 2, 3) and imported diets (4, 5) on feed efficiency and chemical composition of trout bodies

Parameter		Diet				
		1	2	3	4	5
Initial weight of fish per 1 m ³	kg	100	100	100	100	100
Average final weight of fish per 1 m ³	kg	211.27	216.60	209.47	231.10	260.55
Average weight gain of fish per 1 m ³	kg	111.27	116.60	109.47	131.10	160.55
Index	%	85	89	84	100	122
Conversion coefficient	kg/kg	1.66	1.59	1.69	1.41	1.15
Index	%	118	113	120	100	82
Rainbow trout body composition						
Dry matter content in fish body sample	%	27.09	26.50	27.53	24.11	27.41
Index	%	112	110	114	100	114
Crude protein content in absolute dry matter	%	69.84	73.08	69.19	71.06	68.63
Index	%	98	103	97	100	97
Fat content in absolute dry matter	%	21.02	17.52	22.13	19.50	23.61
Index	%	108	90	113	100	121
Ash content in absolute dry matter	%	7.88	8.43	7.86	8.02	7.27
Index	%	98	105	98	100	91

The effects of additions of three kinds of oils to diets for market rainbow trout, similarly like of higher fat contents in diets 4 and 5, on the chemical composition of rainbow trout body samples were found to be statistically insignificant at the end of investigations with regard to high variability of the sets. Trends of the highest crude protein content and the lowest fat content were observed in a group of fish receiving diet 2 with an addition of rapeseed oil. An opposite trend – the lowest crude protein content in fish bodies and the highest fat content – was established in the group receiving imported feed 5 with the highest fat content. The statistically highest ash content ($P < 0.05$) was determined in trouts receiving diet 2 with rapeseed oil, in comparison with this indicator in fish receiving imported feed 5.

DISCUSSION

The positive effect of high fat content in diets for market rainbow trout on feed efficiency is evident from the results of our experiments as well as from the studies of foreign (Lee, Putnam, 1973; Gropp et al., 1982) and Czech authors (Pokorný, 1982; Řehulka, 1994).

Pokorný (1982) achieved optimum feed efficiency in a diet for trout containing 10–12% of fat when he tested the use of different contents of poultry meal and poultry fat. Řehulka (1984) compared an imported feed with 14% of fat and 45% of crude protein with commercial Czech-made feed PD with 4.4% of fat and 41.7% of crude protein. Conversion coefficient for home feed was 2.5 kg per kg of weight gain, i.e. almost as twice high as that for imported feed (1.34).

Although many manufacturers in the CR can use foreign technology allowing modern treatment of ingredients to feeds for trout (extrusion, expansion), the incorporation of a higher fat proportion into feed (more than 12%) is a technical and technological problem. This problems will be a subject of research in the nearest future.

An increase in feed efficiency in rainbow trout is related not only to dietary fat content but also to fat quality (kind). Foreign manufacturers of feeds for market rainbow trout apparently take into account the important role of linolenic acid in the fatty ingredient of feeds (Castell et al., 1972) and the positive effect of highly unsaturated fatty acids (20 : 5 w 3, 22 : 6 w 3) which is higher than the effect of linolenic acid (Watanabe, Takeuchi, 1976; Takeuchi, Watanabe, 1976, 1977, 1978).

Research on fat quality, similarly like on its content in diet for trout will continue.

Physical properties of the granulate (uniformity, compact pellets, specific weight) which are not achieved in home products for the time being are also very important with regard to the optimum effect of diets for rainbow trout. These problems should be studied as well.

REFERENCES

- BERGOT, F.: Digestibility of native starches of various botanical origins by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In: Fish Nutrition in Practice: 4th Int. Symp. on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, June 24–27, 1991 (Edited by KAUSHIK, S. J. – LUQUET, P.): 36 Ref., Les colloques No. 61, Versailles, France, INRA editions 1993: 857–865.

- BOCCIGNONE, M. – FORNERIS, G. – SALVO, F. – ZIINO, M. – LEUZZI, U.: Size and meal timing: Effect on body composition in rainbow trout. In: Fish Nutrition in Practice: 4th Int. Symp. on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, June 24–27, 1991 (Edited by KAUSHIK, S. J. – LUQUET, P.): 5 Ref., Les colloques No. 61, Versailles, France, INRA editions 1993: 293–296.
- CARDENETE, G. – MORALES, A. – HIGUERA, M. de la – SANZ, A.: Nutritive evaluation of sunflower meal as a protein source for rainbow trout. In: Fish Nutrition in Practice: 4th Int. Symp. on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, June 24–27, 1991 (Edited by KAUSHIK, S. J. – LUQUET, P.): 12 Ref., Les colloques No. 61, Versailles, France, INRA editions 1993: 927–931.
- CASTELL, J. D. – SINNHUBER, R. O. – WALES, J. H. – LEE, D. J.: Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): physiological symptoms of EFA deficiency symptoms. *J. Nutr.*, 102, 1972: 77–85.
- DELONG, D. C. – HALVER, J. E. – MERTZ, E. T.: Nutrition of salmonid fishes. VI. Protein requirements of chinook salmon at two water temperatures. *J. Nutr.*, 65, 1958: 589–599.
- GARCIA-GALEGO, M. – BAZOCO, J. – SANZ, A. – SUAREZ, M. D.: A comparative study of the nutritive utilization of dietary carbohydrates by eel and trout. In: Fish Nutrition in Practice: 4th Int. Symp. on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, June 24–27, 1991 (Edited by KAUSHIK, S. J. – LUQUET, P.): 7 Ref., Les colloques No. 61, Versailles, France, INRA editions 1993: 939–943.
- GROPP, J. – SCHWALB-BHLING, A. – KOOPS, H. – TIEWS, K.: On the protein-sparing effect of dietary lipids in pellet feeds for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Arch. Fisch.-Wiss.*, 33, 1982: 79–89.
- HALVER, J. E. – BATES, L. S. – MERTZ, E. T.: *Fed. Proc.*, *Fed. Am. Soc. Exp. Biol.*, 1978: 23.
- LEE, D. J. – PUTNAM, G. B.: The response of rainbow trout to varying protein/energy rations in a test diet. *J. Nutr.*, 103, 1973: 916–922.
- MASUMOTO, T. – HARDY, R. W. – STICKNEY, R. R.: Gill lipid metabolism in pantothenic acid deficient rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In: Fish Nutrition in Practice: 4th Int. Symp. on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, June 24–27, 1991 (Edited by KAUSHIK, S. J. – LUQUET, P.): Les colloques No. 61, Versailles, France, INRA editions 1993: 247–253.
- PERAGON, J. – ORTEGA-GARCIA, F. – BARROSO, J. B. – HIGUERA, M. DE LA – LUPIANEZ, J. A.: Effect on frequency of feeding of diets with different protein content on the fractional rate of protein synthesis and degradation in liver and muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In: Fish Nutrition in Practice: 4th Int. Symp. on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, June 24–27, 1991 (Edited by KAUSHIK, S. J. – LUQUET, P.): 13 Ref., Les colloques No. 61, Versailles, France, INRA editions 1993: 287–292.
- POKORNÝ, J.: Drůbeží úsušky jako náhrada rybí moučky v krmných směsích pro pstruha duhového (Dried poultry products as a replacement of fish meal in feeds for rainbow trout). *Bull. VÚRH Vodňany*, 18, 1982 (3): 12–27.
- POKORNÝ, J. et al.: Technologie tuků (Fat technology). Praha, SNTL 1986.
- PONGMANEERAT, J. – WATANABE, T.: Nutritional evaluation of soybean meal for rainbow trout and carp. *Nippon – Suisan – Gakkaishi: Bull. of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 59, 1993: 157–163.
- ROBERT, N. – GOUVELLO, R. LE – MAUVIOT, J. C. – ARROYO, F. – AGUIRRE, P. – KAUSHIK, S. J.: Use of extruded diets in intensive trout culture: Effects of protein to energy ratios on growth, nutrient utilization and on flesh and water quality. In: Fish Nutrition in Practice: 4th Int. Symp. on Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, June 24–27, 1991 (Edited by KAUSHIK, S. J. – LUQUET, P.): 3 Ref., Les colloques No. 61, Versailles, France, INRA editions 1993: 497–500.
- ŘEHULKA, J.: Srovnávací krmný pokus s německým krmivem Alma Forellenfutter 45 pro pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) (A comparative feeding trial with German feed Alma Forellenfutter 45 for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)). *Bull. VÚRH Vodňany*, 30, 1994 (3): 74–89.
- SATIA, B. P.: *Prog. Fish Cult.*, 36, 1974: 80.
- STEFFENS, W.: Vergleichende Fütterung von Regenbogenforellenbrut und -setzlingen mit zwei Trockenfuttermitteln. *Dtsch. Fisch.-Ztg.*, 17, 1970a: 247–251.
- STEFFENS, W.: Ergebnisse und Probleme auf dem Gebiet der Ernährung von Fischen unter industriemässigen Produktionsbedingungen. *Z. Fisch. N.F.*, 18, 1970b: 195–207.
- STEFFENS, W.: Principles of Fish Nutrition. Ellis Horwood Limited 1989. 384 p.
- STEFFENS, W. – MATTHEIS, T. – RIEDEL, M.: Field observations on the production of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under high concentrations of waterborne iron. *Aquat. Sci.*, 55, 1993: 173–178.
- TAKEUCHI, T. – WATANABE, T.: Nutritive value of w3 highly unsaturated fatty acids in pollock liver oil for rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries*, 42, 1976: 907–919.
- TAKEUCHI, T. – WATANABE, T.: Effect of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in pollock liver oil on growth and fatty acid composition of rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries*, 43, 1977: 947–953.
- TAKEUCHI, T. – WATANABE, T.: Growth-enhancing effect of cuttlefish liver oil and shortnecked clam oil on rainbow trout and their effective components. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries*, 44, 1978: 733–738.
- WATANABE, T. – TAKEUCHI, T.: Evaluation of pollock liver oil as a supplement to diets for rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries*, 42, 1976: 893–906.
- ZEITOUN, I. H. – TACK, P. I. – HALVER, J. E. – ULLREY, D. E.: *J. Fish. Res. Board Can.*, 30, 1973: 1867.

Received for publication on March 3, 1997

Contact Address:

Ing. Jana Párová, CSc. Výzkumný ústav výživy zvířat Pohořelice, s. r. o., Vídeňská 699, 691 23 Pohořelice, Česká republika, tel.: 0626/42 45 41, fax: 0626/42 43 66

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-Suchdol**

GROWTH OF JUVENILE SIBERIAN STURGEON (*ACIPENSER BAERII*) FED TWO TYPES OF PELLETED FEED UNDER TROUGH FARMING CONDITIONS*

RŮST JUVENILNÍCH JEDINCŮ JESETERA SIBIŘSKÉHO (*ACIPENSER BAERII*) KRMENÝCH DVĚMA TYPY GRANULÍ V PRODUKČNÍCH ŽLABOVÝCH PODMÍNKÁCH

M. Prokeš¹, V. Baruš¹, M. Peňáz¹, J. Jirásek², J. Mares²

¹ *Institute of Landscape Ecology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Brno, Czech Republic*

² *Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic*

ABSTRACT: At the end of the growing season 1996 (29 August–19 September), the experimental culture of 116 juvenile specimens of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*), imported in the form of fertilized eggs to the Czech Republic from Russia in February 1996, was performed in the Nový Dvůr Fish Hatchery (Pohořelice Pond Fisheries, A.S.), using farming troughs. The initial rearing of fry was carried out in the Mydlovary Fish Hatchery (Hluboká n. Vltavou, Pond Fisheries, A.S.). In our experimental rearing of Siberian sturgeon in troughs at low natural water temperatures and fed two types of dry pelleted food of the firm ALMA, the following fundamental growth and production parameters were assessed and analysed: daily body length and weight increments (D.I.), specific growth ratio (SGR), daily feeding ratio (DFR), food conversion ratio (FCR), Fulton's factor of weight condition (FWC), 1/FCR and FCR/SGR. In the first experimental group of sturgeon, feed ALMA 7630 (Forellenfutter 40), and in the second group, feed ALMA 6285 (Karpfen futter 40), were used. The type of the food used, and the successive water temperature decline from 18.8 °C to 11.2 °C had no significant effect on the length growth rate, but these factors were influenced moderately by the intensity of weight growth rate and food conversion. The growth rate was affected markedly by the feeding method. When using the daily feeding doses (1.46–2.10% of the fish weight) in two portions during a day, the intensive growth rate in the first and second experimental groups of sturgeons was characterized by the following parameters: D.I. 0.7083 and 0.7350 mm, SLGR 0.1832% and 0.2027%, SWGR 1.378% and 1.230%, FWC 0.375 and 0.363, FCR 1.40 and 1.70, 1/FCR 0.52 and 0.64, FCR/SWGR 1.36 and 1.62, respectively. When using the daily feeding dose in a single portion within two days, the intensive length growth rate was continued in a similar intensity like it was in the previous case, but the weight growth rate stopped and the weight condition was dropping successively. In the present study, moreover, the results of the length-weight relationship analysis and the values of regression coefficients of the correlations between TL, FL and SL are presented. Mortality of the sturgeons reared (TL = 370.5–406.3 mm, $w = 177.7$ –239.2 g) was zero during the whole experiment. Tank rearing of Siberian sturgeon specimens of comparable size under similar feeding and temperature conditions of the environment, carried out in the Institute of Landscape Ecology AS CR in Brno, in 1995, was more effective as to the values of growth rate and food conversion. Due to its biological properties, Siberian sturgeon is an extraordinarily suitable species for aquaculture and pond rearing in the Czech Republic.

Siberian sturgeon; growth; factor of weight condition; length-weight relationship; daily feeding ratio; food conversion ratio

ABSTRAKT: Koncem vegetační sezony 1996 (29.8.–17.10.) byl na rybí líhni Nový Dvůr (Rybářství Pohořelice, a. s.) proveden pokusný provozní žlabový odchov 116 juvenilních jedinců jesetera sibiřského (*Acipenser baerii*), dovezených do České republiky ve formě oplazených jiker z Ruska v únoru 1996. Počáteční odchov plůdku byl proveden v rybí líhni Mydlovary (Rybníkářství Hluboká nad Vltavou, a. s.). V námi provedeném pokusném odchovu jesetera sibiřského při nízkých přirozených teplotách vody a krmeného dvěma druhy suchého granulovaného krmiva firmy ALMA byly zjišťovány a analyzovány tyto základní růstové a produkční parametry: denní přírůstky délky a hmotnosti (D.I.), specifická rychlost růstu (SGR), koeficient konverze krmiva (FCR), denní krmná dávka (DFR), Fultonův koeficient hmotnostní kondice (FWC), 1/FCR a FCR/SGR. U první pokusné skupiny jeseterů bylo použito krmivo ALMA 7630 (Forellenfutter 40), u druhé skupiny ALMA 6285 (Karpfenfutter 40). Typ použitého krmiva a postupný pokles teploty vody z 18,8 °C na 11,2 °C neměl významný vliv na intenzitu délkového růstu, ale mírně byla ovlivněna intenzita hmotnostního růstu a konverze krmiva. Růst byl významně

* The financial support was given by the Grant Agency of the Czech Republic, Grant No. 507/94/0345.

ovlivněn metodou krmení. Při aplikaci denní krmné dávky (1,46–2,10 % hmotnosti ryb) ve dvou porcích během jednoho dne byl intenzivní růst první (resp. druhé) pokusné skupiny jeseterů charakterizován těmito parametry: D.I. 0,7083 mm (0,7350 mm); SLGR 0,1832 % (0,2027 %); SWGR 1,378 % (1,230 %); FWC 0,375 (0,363); FCR 1,40 (1,70); 1/FCR 0,52 (0,64); FCR/SWGR 1,36 (1,62). Při aplikaci denní krmné dávky v jedné porci během dvou dnů pokračoval intenzivní délkový růst v podobné intenzitě jako v předchozím případě, ale hmotnostní růst se zastavil a hmotnostní kondice postupně klesala. V práci jsou dále uvedeny výsledky analýzy délko-hmotnostního vztahu a hodnoty regresních koeficientů vztahu mezi TL, FL a SL. Mortalita chovaných jeseterů (TL = 370,5–406,3 mm, $w = 177,7$ –239,2 g) byla během celého pokusu nulová. Bazénový chov srovnatelně velkých jedinců jesetera sibiřského, realizovaný v roce 1995 v Ústavu ekologie krajiny AV ČR v Brně při podobných potravních a teplotních podmínkách prostředí, byl podle hodnot intenzity růstu a konverze krmiva efektivnější. Pro své biologické vlastnosti je jeseter sibiřský mimořádně vhodným druhem pro akvakulturní a rybníční chov v České republice.

jeseter sibiřský; růst; koeficient hmotnostní kondice; délko-hmotnostní vztah; denní krmná dávka; koeficient konverze krmiva

INTRODUCTION

Excellent growth properties, characteristic of larvae and juvenile specimens of Siberian sturgeon (*A. baerii*) reared in an aquaculture system with heated water, are a result of specific biological properties in this species which is, in its natural temperature-specific environment of Siberian rivers, long-term adapted to a highly effective exploitation of available food resources (Akimova et al., 1979). This property was also proved under experimental conditions of the Czech Republic in the Institute of Landscape Ecology (ILE), Academy of Sciences of the Czech Republic (AS CR) in Brno and in the Institute of Fisheries and Hydrobiology of the Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno (Prokeš et al., 1996a, 1997b). Similar experience has been obtained in the culture of this species in the Mydlovary Fish Hatchery, Hluboká n. Vltavou Pond Fisheries, A.S. (Prokeš et al., 1996a, b, c). With respect to the fact that a very promising species for artificial rearing under our conditions is concerned, also its growth performance was verified at low water temperatures and at various kinds of dry pelleted feed just in the operating Pohořelice Fisheries, A.S. The present study reports the first growth rate results obtained in nursery trough rearing of juvenile specimens 0+ in the Nový Dvůr Fish Hatchery in autumn 1996.

Growth rate parameters of Siberian sturgeon in the natural environment of Russian aquatic ecosystems were reported in the studies of Akimova et al. (1979), Gershanovitz et al. (1987), Sokolov, Akimova (1976) and Sokolov, Vasilev (1989). Investigations on natural food of this species were performed by Sokolov (1966) and Ruban, Konoplya (1994), the feeding rates were studied by Konstantinov, Sholokhov (1990) and Chinyakov (1991) under experimental conditions.

MATERIAL AND METHODS

In total, 116 experimental juvenile specimens of Siberian sturgeon (4 x 29 ex.) were reared in four glass fibre troughs under operational conditions of the Nový Dvůr Fish Hatchery, Pohořelice Pond Fisheries, A.S., during the period from 29 August to 17 October 1996. This production lineage was imported to the Czech Republic as early as in 1995, and its morphometrical analysis was performed by Prokeš et al. (1997a). The initial nursery rearing of Siberian sturgeon was carried out in the Mydlovary, Hluboká nad Vltavou Pond Fisheries, A.S.

The fundamental data on physico-chemical factors of water (t , O_2 and pH) passing through the experimental troughs are presented in Tab. I. Measurements of

I. Water temperature, oxygen and pH values found in the course of measurements in experimental specimens of Siberian sturgeon (*A. baerii*) reared in troughs in the Nový Dvůr Fish Hatchery (Pohořelice Pond Fisheries, A.S.) in 1996

Date	Day exp.	Age (days)	t (°C)	O_2		pH
				mg	%	
29 Aug.	1	185	18.8	6.8	73.0	7.70
5 Sept.	8	192	17.5	6.8	73.0	7.75
12 Sept.	15	199	13.5	6.6	65.0	7.78
19 Sept.	22	206	11.2	6.2	56.0	7.75
26 Sept.	29	213	11.7	6.3	59.0	7.69
3 Oct.	36	220	13.5	6.0	58.0	7.82
11 Oct.	42	228	12.5	6.0	57.0	7.73
17 Oct.	48	234	13.1	5.1	52.0	7.65

II. The length growth rate (TL), daily increments (DI) and specific length growth ratio (SLGR) of Siberian sturgeon (*A. baerii*) under trough conditions in the Nový Dvůr Fish Hatchery (Pohořelice Pond Fisheries, A.S.) in 1996

Date	Day exp.	n	TL (mm)			Days	DI (mm)	SLGR	Tgh No.
			range	mean	S.D.				
29 Aug.	1	29	267-440	373.8	33.0	-	-	-	1
5 Sept.	8	29	270-447	381.7	34.3	7	1.13	0.299	
12 Sept.	15	29	273-454	388.6	34.7	7	0.99	0.256	
19 Sept.	22	29	278-457	388.8	33.3	7	0.03	0.007	
26 Sept.	29	29	282-457	394.8	34.1	7	0.86	0.219	
3 Oct.	36	28	355-470	404.3	27.5	7	1.36	0.340	
11 Oct.	42	28	364-473	408.6	28.3	8	0.54	0.132	
17 Oct.	48	28	375-473	412.5	29.2	6	0.65	0.158	
						48	0.81	0.205	
29 Aug.	1	29	300-427	384.0	32.9	-	-	-	2
5 Sept.	8	29	302-432	387.0	33.2	7	0.43	0.111	
12 Sept.	15	29	315-432	393.6	33.1	7	0.94	0.242	
19 Sept.	22	29	326-439	398.7	32.6	7	0.73	0.184	
26 Sept.	29	29	323-455	406.0	32.9	7	1.04	0.259	
3 Oct.	36	28	335-452	411.9	30.6	7	0.84	0.206	
11 Oct.	42	28	337-460	415.4	30.5	8	0.44	0.106	
17 Oct.	48	28	343-460	416.7	33.5	6	0.22	0.052	
						48	0.68	0.170	
29 Aug.	1	29	282-405	343.9	32.6	-	-	-	3
5 Sept.	8	29	284-412	350.6	31.8	7	0.96	0.276	
12 Sept.	15	29	293-422	361.2	31.6	7	1.51	0.426	
19 Sept.	22	29	306-426	365.4	31.1	7	0.60	0.165	
26 Sept.	29	29	302-432	372.2	31.3	7	0.97	0.263	
3 Oct.	36	28	315-431	378.0	29.7	7	0.83	0.221	
11 Oct.	42	28	318-440	385.6	29.6	8	0.95	0.249	
17 Oct.	48	28	320-482	388.3	34.0	6	0.45	0.116	
						48	0.93	0.253	
29 Aug.	1	29	283-434	380.4	29.1	-	-	-	4
5 Sept.	8	29	282-432	382.5	29.5	7	0.30	0.079	
12 Sept.	15	29	292-437	386.5	29.2	7	0.57	0.149	
19 Sept.	22	29	298-437	389.8	29.1	7	0.47	0.121	
26 Sept.	29	29	298-447	399.0	29.2	7	1.31	0.333	
3 Oct.	36	28	310-450	399.3	28.6	7	0.04	0.011	
11 Oct.	42	28	348-458	405.3	23.6	8	0.75	0.186	
17 Oct.	48	28	350-460	407.7	23.4	6	0.40	0.098	
						48	0.57	0.144	

the above factors were done using the portable electronic digital WTW oxy- and pH-meters. The water flew into the troughs self-falling from a preheating pond situated in the hatchery area. The size of the troughs used was 505 x 85 x 80 cm, the water column depth in the troughs was 38 cm, the mean water volume in one trough was 1631.2 l at daily fluctuations of 1 588.2-1 695.5 l. The mean value of water discharge in each trough was 0.8 l.sec⁻¹. At this discharge, the trough water content was exchanged 1.77 times per 1 hour. The fundamental data on the size and weight of experimental fish are presented in Tabs. II and III.

For feeding, the dry pelleted feed ALMA was used exclusively. In troughs Nr. 1 and 2 (the first group of sturgeon), the feed ALMA 7630 size 2 mm for salmonid fish species (Forellenfutter 40) was used. The declared contents were 40% crude protein, 2.7% lysine, 16% crude fat, 2.1% crude cellulose and 5.6% ash. One kg feed contained 25 000 I.U. vitamin A, 2 500 I.U. vitamin D3, 110 mg vitamin E and 75 mg vitamin C.

In troughs Nr. 3 and 4 (the second experimental group of sturgeon), the dry feed ALMA 6285 size 3 mm for carp (Karpfenfutter 40) was used. The declared contents were 40% crude protein, 2.3% lysine,

III. The weight growth rate (*w*), daily increments (DI), specific weight growth ratio (SWGR) and factor of weight condition (FWC) of Siberian sturgeon (*A. baerii*) under trough conditions in the Nový Dvůr Fish Hatchery (Pohofelice Pond Fisheries, A.S.) in 1996

Date	Day exp.	n	w (g)			Days	DI (g)	SWGR	FWC			Tgh No.
			range	mean	S.D.				range	mean	S.D.	
29 Aug.	1	29	70–250	185.17	49.38	–	–	–	0.28–0.43	0.35	0.05	1
5 Sept.	8	29	80–340	206.90	50.32	7	3.10	1.585	0.31–0.44	0.37	0.03	
12 Sept.	15	29	80–360	216.55	56.83	7	1.38	0.651	0.29–0.46	0.36	0.04	
19 Sept.	22	29	100–420	248.28	69.78	7	4.53	1.953	0.32–0.58	0.41	0.06	
26 Sept.	29	29	100–380	234.10	61.05	7	–2.03	–0.840	0.28–0.45	0.37	0.04	
3 Oct.	36	28	170–390	242.50	54.68	7	1.20	0.504	0.31–0.42	0.36	0.03	
11 Oct.	42	28	170–380	253.57	55.95	8	1.38	0.558	0.30–0.46	0.37	0.03	
17 Oct.	48	28	160–350	250.70	23.99	6	–0.48	–0.190	0.29–0.45	0.36	0.04	
						48	1.37	0.631	0.28–0.58	0.37	0.04	
29 Aug.	1	29	70–290	196.21	50.95	–	–	–	0.26–0.41	0.33	0.03	2
5 Sept.	8	29	110–330	225.86	51.70	7	4.24	2.010	0.30–0.47	0.38	0.04	
12 Sept.	15	29	120–320	240.00	53.82	7	2.02	0.867	0.30–0.50	0.39	0.05	
19 Sept.	22	29	120–350	261.03	60.42	7	3.00	1.200	0.33–0.53	0.41	0.05	
26 Sept.	29	29	120–350	263.79	61.11	7	0.39	0.150	0.20–0.47	0.39	0.05	
3 Oct.	36	28	150–340	263.20	52.99	7	0.08	–0.032	0.29–0.53	0.37	0.05	
11 Oct.	42	28	170–350	271.07	54.92	8	0.98	0.368	0.27–0.50	0.38	0.04	
17 Oct.	48	28	150–370	268.20	50.85	6	–0.48	–0.177	0.30–0.68	0.37	0.07	
						48	1.50	0.651	0.20–0.68	0.38	0.05	
29 Aug.	1	29	60–220	139.31	43.31	–	–	–	0.26–0.40	0.33	0.04	3
5 Sept.	8	29	70–250	161.03	47.66	7	3.10	2.070	0.25–0.48	0.36	0.05	
12 Sept.	15	29	90–280	179.31	45.71	7	2.61	1.536	0.29–0.53	0.37	0.05	
19 Sept.	22	29	110–270	193.79	49.23	7	2.07	1.109	0.32–0.49	0.39	0.04	
26 Sept.	29	29	100–290	199.66	51.63	7	0.84	0.426	0.32–0.49	0.38	0.04	
3 Oct.	36	28	80–330	194.64	49.17	7	–0.72	–0.364	0.26–0.46	0.35	0.05	
11 Oct.	42	28	100–300	206.79	54.19	8	1.52	0.757	0.27–0.47	0.35	0.05	
17 Oct.	48	28	100–310	207.50	54.94	6	0.12	0.057	0.17–0.50	0.35	0.06	
						48	1.42	0.830	0.17–0.53	0.36	0.05	
29 Aug.	1	29	80–280	190.00	43.47	–	–	–	0.25–0.43	0.34	0.04	4
5 Sept.	8	29	90–330	207.24	50.78	7	2.46	1.241	0.28–0.51	0.37	0.05	
12 Sept.	15	29	90–340	208.97	54.73	7	0.25	0.119	0.27–0.45	0.36	0.05	
19 Sept.	22	29	110–320	228.97	51.35	7	2.86	1.306	0.29–0.45	0.38	0.04	
26 Sept.	29	29	110–370	233.10	56.57	7	0.59	0.255	0.16–0.50	0.37	0.06	
3 Oct.	36	28	120–340	229.60	48.66	7	–0.50	–0.216	0.24–0.87	0.37	0.10	
11 Oct.	42	28	140–360	231.07	50.10	8	0.18	0.798	0.25–0.43	0.34	0.05	
17 Oct.	48	28	110–380	230.40	56.79	6	–0.11	–0.048	0.24–0.45	0.34	0.05	
						48	0.84	0.402	0.16–0.87	0.36	0.06	

12% crude fat, 4.5% crude cellulose and 7.5% ash. One kg feed contained 30 000 I.U. vitamin A, 2 500 I.U. vitamin D3, 200 mg vitamin E and 100 mg vitamin C. In the first half of the experiment (29 August–19 September), the feeding took place twice a day in all troughs (in the morning, the first half of the daily feeding dose, in the afternoon the second half). In the second phase of experiment (20 September–17 October), the feeding took place once per two days (the entire 2 days feeding dose was applied singly). Cleaning of troughs was performed regularly once a week, always at the time of measurements.

Individual measurements and weighings of all specimens reared were carried out at one-week intervals (Tabs. II and III). Once per week, the total length (TL) and weight (*w*) were registered. Occasionally, moreover, the body length (SL), fork length (FL), head length and snout length were registered. For the growth rate description, the fundamental statistical values found in the feature sets, length and weight daily increments (D.I.) and specific growth rate (SLGR, SWGR) were used. For the weight condition characterization, the Fulton's factor of weight condition (FWC) and the length-weight relationship (predictive and functional

regression) were used. For the feeding effect, the factor of food conversion (FCR) and daily feeding rate (DFR) were used. Correlations between the parameters examined were assessed using the linear, powered and polynomial regressions ($y = a + bx$, $y = a \cdot x^b$, $y = a + bx + cx^2 + dx^3$, respectively). In calculations of the condition coefficient, the total length (TL) was always used. The detailed characterization of calculations in the parameters assessed and their abbreviations are as follows:

DFR = Daily Feeding Ratio (in % of body weight)
 DI = Daily Increments (in mm of TL or in g of w)
 FCR = Feed Conversion Ratio

$$\left(FCR = \frac{F}{w_1 - w_0}\right)$$

1/FCR = Biomass Increment attained from 1 kg food (in kg)

FCR/SGR = value of the correlation between the above parameters according to Filipiak et al. (1995)

FHND = Nový Dvůr Fish Hatchery, Pohofelice Pond Fisheries, A.S.

FWC = Fulton's Factor of Weight Condition

$$\left(FWC = \frac{w \cdot 10^5}{TL^3}\right)$$

SLGR = Specific Length Growth Ratio in % of TL

$$\left(SLGR = \frac{\ln TL_1 - \ln TL_0}{t} \cdot 100\right)$$

SWGR = Specific Weight Growth Ratio in % of body weight

$$\left(SWGR = \frac{\ln w_1 - \ln w_0}{t} \cdot 100\right)$$

t = time

D = age of juveniles in days after hatching

Tgh = trough (No. 1–2 = first experimental group, 3–4 = second experimental group).

RESULTS

Length growth rate

In the first and second parts of experiment (29 August–9 September and 19 September–17 October, respectively), a positive length growth rate was found in Siberian sturgeon from all four rearing troughs. This trend was not affected by decreasing water temperature (Tab. I, Fig. 1a), various feeding frequency (Tab. VII) or the type of the pelleted feed applied (see Methods). In the first phase of experiment, at the temperature dropping successively from 18.8 °C down to 11.2 °C and at the feeding twice a day, the mean TL in the first group of Siberian sturgeon (reared in troughs Nr. 1 and 2) rose from 378.9 mm to 393.8 mm (Tab. II). The values of daily increments (D.I.) of 0.03–1.13 mm.d⁻¹ and specific length growth rate (SLGR) of 0.299–0.007% correspond to this TL growth rate. Namely, the values found at week's intervals (Tab. II) are concerned. In the second group of sturgeons (reared in

Figure 1a

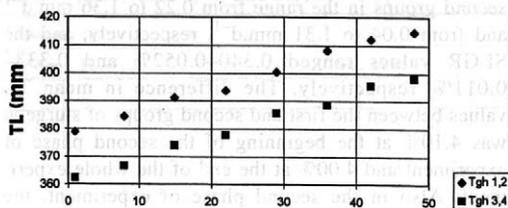


Figure 1b

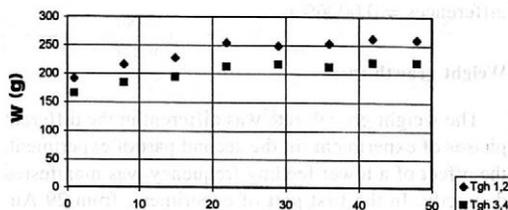
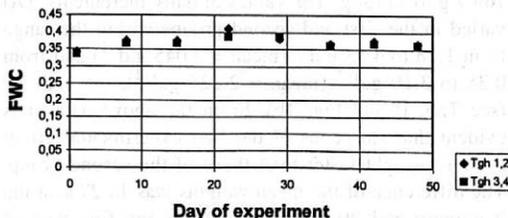


Figure 1c



1a–c. Length and weight growth rate (TL, w) and factor of weight condition (FWC) of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*), reared under trough conditions by two types of pelleted feed in the Nový Dvůr Fish Hatchery, Pohofelice Pond Fisheries, A.S., in 1996

troughs Nr. 3 and 4), the mean TL rose from the value of 362.1 mm to 377.6 mm. To this increase, the values of D.I. 0.30–1.51 mm.d⁻¹ and those of SLGR 0.426–0.079% correspond. The difference in the mean TL values between the first and second groups was 4.4% at the beginning and 4.1% at the end of the first part of experiment on 19 September 1996. Consequently, it is evident that the second group of sturgeon grew in length slightly faster than the first group did. From the statistical point of view, however, the presented difference is not significant. This fact is also confirmed by minimum differences between the TLs (0.32%), DIs (0.03 mm.d⁻¹) and SLGR (0.0194%).

In the second phase of experiment running at a lower but more stable water temperature and at the low frequency of the same daily feeding dose applied (once per two days), the mean TL of the specimens from the first group rose from the value of 393.8 mm to 414.6 mm, and that in the specimens from the second group rose from the value of 377.6 mm to 398.0 mm.

The DI values varied in weekly intervals in the first and second groups in the range from 0.22 to 1.36 mm.d⁻¹ and from 0.04 to 1.31 mm.d⁻¹, respectively, and the SLGR values ranged 0.340–0.052% and 0.333–0.011%, respectively. The difference in mean TL values between the first and second groups of sturgeon was 4.10% at the beginning of the second phase of experiment and 4.00% at the end of the whole experiment. Also in the second phase of experiment, the growth rates in both groups of Siberian sturgeon were very similar (the variance of TL differences = 0.1%, that of DI differences = 0.03 mm.d⁻¹ and that of SLGR differences = 0.0006%).

Weight growth rate

The weight growth rate was different in the different phases of experiment. In the second part of experiment, the effect of a lower feeding frequency was manifested distinctly. In the first part of experiment, from 29 August to 19 September the mean weight of the first experimental group of sturgeon from 192.1 g to 254.7 g, and that of the second experimental group rose from 169.7 g to 211.4 g. The values of daily increments (DI) varied in the first and second groups within the range from 1.38 to 4.53 g.d⁻¹ (mean = 3.045 g.d⁻¹) and from 0.25 to 3.10 g.d⁻¹ (mean = 2.225 g.d⁻¹), respectively (see Tab. II and Fig. 1b). From the above data, it is evident that sturgeons of the first experimental group grew in weight faster than those of the second group. The difference of the mean weights was 14.27% at the beginning and 20.0% at the end of the first part of experiment.

In the second phase of experiment at a lower feeding frequency, the weight growth rate stopped in both groups of sturgeons. The mean weight rose only slightly both in the first and second group from 254.66 g to 259.45 g and from 211.38 g to 211.95 g, respectively. The difference in the mean weights between the first and second groups was 15.61% at the end of experiment. This value is very similar to that found at the beginning of experiment (14.27%). From the above data, it is evident that the effect of different food composition was not manifested markedly in the

weight growth rate. It is also documented by the DI and SWGR values (Tab. III). The lowered feeding frequency (once per two days), applied to the second phase of experiment, is evaluated to be insufficient from the production point of view.

Length–weight relationship and TL : FL : SL relation

The relationship between the length and weight, described using the Fulton's weight condition factor (FWC), was different between the first and second parts of experiment (Tab. II, Fig. 1c). In the first part of experiment, the FWC value rose successively in both groups of sturgeons. In the first experimental group, the FWC mean value increased from 0.340 to 0.410, and that in the second experimental group rose from 0.335 to 0.385.

On the contrary, in the second phase of experiment, the FWC value dropped successively. In the first group, it dropped down to 0.365, and to 0.345 in the second group (Tab. III). The percentage differences between the FWC mean values at the beginning of experiment, at the end of the first part of experiment, and at the end of the whole experiment (1.47%, 6.10% and 5.48% respectively) document the effect of different food composition on the weight condition of sturgeon reared, namely in favour of the feed with higher fat content.

The above finding was also confirmed using the parameters of length–weight relationship (Tab. IV) and the weights calculated from this relationship (Tab. V). When using the analysis of mean weights calculated from size-pooled samples (TL = 340–440 mm, mean = 390 mm), the increasing difference between the first and second groups of sturgeons is evident in the course of experiment, always in favour of the first group fed with the food with a higher fat content (Tab. V). The coefficient values of the linear regression between TL and SL, and between TL and FL are presented in Tab. VI.

Daily feeding ratio, food conversion ratio and mortality

At the daily feeding ratio of 1.46–2.10% of the biomass of sturgeon reared at feeding frequency twice

IV. Coefficients of length–weight relation (*a*, *b*, *u*, *v*, *R*) of *A. baerii* assayed in the Nový Dvůr Fish Hatchery (Pohořelice Pond Fisheries, A.S.) in 1996. Explanations: *a*, *b* = regression coefficients of predictive regression ($y = ax^b$); *u*, *v* = regression coefficient of functional regression ($y = ux^v$); *R* = determination coefficient; group 1 = troughs 1 and 2, group 2 = troughs 3 and 4

Date	Group	Regression coefficient				<i>R</i>	<i>n</i>
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>u</i>	<i>v</i>		
29 Aug.	1	4.60E-06	2.949795	8.29E-07	3.238452	0.9109	58
	2	4.09E-05	2.576665	4.12E-06	2.967061	0.8684	58
19 Sept.	1	9.82E-06	2.852376	1.45E-06	3.172813	0.8990	58
	2	9.22E-06	2.852020	2.06E-06	3.104504	0.9187	58
17 Oct.	1	2.09E-04	2.325437	1.40E-05	2.774375	0.8382	56
	2	1.82E-05	2.718464	1.82E-07	3.488328	0.7793	56

V. Values of body weight of *A. baerii* computed by predictive regression of length-weight relationships ($y = a \cdot x^b$). Explanations: 1 = first group of *A. baerii*, reared in the first and second trough; 2 = second group of *A. baerii*, reared in the third and fourth trough

TL (mm)	Weight (g)					
	29 Aug. 1996		19 Sept. 1996		17 Oct. 1996	
	1	2	1	2	1	2
270	68.30	75.25	-	-	-	-
280	76.03	82.65	-	-	-	-
290	84.32	90.47	-	97.18	-	-
300	93.19	98.72	-	107.04	-	-
310	102.66	107.43	125.43	117.54	-	-
320	112.73	116.59	137.32	128.68	-	117.69
330	123.45	126.21	149.92	140.48	-	127.96
340	134.81	136.30	163.24	152.96	161.40	138.78
350	146.84	146.87	177.32	166.15	172.65	150.16
360	159.57	157.92	192.15	180.05	184.34	162.11
370	173.00	169.48	207.77	194.68	196.46	174.64
380	187.16	181.53	224.19	210.07	209.04	187.87
390	202.06	194.10	241.43	226.22	225.05	201.51
400	217.73	207.18	259.51	243.16	235.52	215.87
410	234.18	220.79	278.45	260.90	249.44	230.86
420	251.43	234.93	298.26	279.46	263.81	246.49
430	269.51	249.62	318.97	298.86	278.65	262.77
440	288.42	264.85	340.59	319.11	293.95	279.72
450	-	-	363.13	-	309.72	297.34
460	-	-	386.63	-	325.97	315.65
470	-	-	-	-	342.68	334.65
480	-	-	-	-	359.88	354.36
390	205.88	196.69	245.63	230.15	224.57	204.62
S.D.	48.62	40.69	56.13	52.59	41.94	44.61
Diff. (%)	4.67		6.73		9.45	

VI. Regression (a , b) and correlation (r) coefficients of the linear regression ($y = a + bx$) between the fundamental lengths (TL : SL, TL : FL), calculated for Siberian sturgeon (*A. baerii*) from experimental culture

Date	Fundamental lengths	a	b	r	n	Values for TL (mm)
3 Oct.	SL	13.809540	-0.789032	0.9612	112	310-470
	FL	19.020780	0.834932	0.9765	112	
17 Oct.	SL	77.313480	-0.638838	0.8579	112	320-482
	FL	68.677310	0.713142	0.8794	112	
Total	SL	45.561510	0.713935	0.9096	224	310-482
	FL	43.849045	0.774037	0.9280	224	

a day, the FCR value 0.99-2.43, 1/FCR value 0.41-1.01 and FGR/SWGR 0.56-2.94 were found in the first phase of experiment. In the second part of experiment at daily feeding rate of 1.47-1.69% biomass of sturgeon, but at the feeding frequency once in two days, the weight growth stopped in both reared groups of sturgeon. To this weight growth rate, unbalanced negative and also positive values of FCR, 1/FCR and FCR/SWGR correspond (Tab. VII).

There is evident from the above data that at the daily feeding rate applied in two portions per day, good production parameters in Siberian sturgeon, corresponding to its size are achieved even at relatively low water temperatures (during the experiment, the water temperature dropped from 18.8 to 11.2 °C). At the feeding intensity decreased down to the level of daily feeding rate supplied once per two days, the capacity of sturgeon was decreased markedly of exploiting the offered

VII. Daily feeding ratio (DFR), feed conversion ratio (FCR), reciprocal value of FCR (1/FCR) and relation FCR/SWGR. Explanations: Gr. Nr. 1 = group of sturgeon in troughs Nr. 1 and 2 (ALMA 7630, NL/fat = 40/16); Gr. Nr. 2 = group of sturgeon in troughs Nr. 3 and 4 (ALMA 6285, NL/fat = 40/12)

Date	Day exp.	Gr. Nr.	n	Total w (g)	DFR (%)	FCR	1/FCR	FCR/SWGR	Feeding frequency
29 Aug.	1	1	58	11 060	1.95	—	—	—	twice a day
		2	58	9 550	2.10	—	—	—	
5 Sept.	8	1	58	12 550	1.72	1.01	0.99	0.56	
		2	58	10 680	1.88	1.25	0.80	0.76	
12 Sept.	15	1	58	13 240	1.63	2.19	0.46	2.88	
		2	58	11 260	1.79	2.43	0.41	2.94	
19 Sept.	22	1	58	14 770	1.46	0.99	1.01	0.63	
		2	58	12 260	1.64	1.41	0.71	1.17	
26 Sept.	29	1	58	14 440	1.50	-4.58	-0.22	13.28	once per 2 days
		2	58	12 550	1.60	4.85	0.21	14.24	
3 Oct.	36	1	56	14 160	1.53	-5.40	-0.19	-22.88	
		2	56	11 880	1.69	-2.10	-0.48	7.24	
11 Oct.	42	1	56	14 690	1.47	2.45	0.41	5.29	
		2	56	12 260	1.64	3.17	0.32	4.08	
17 Oct.	48	1	56	14 530	1.49	-8.10	-0.12	44.12	
		2	56	12 260	1.64	0.00	0.00	0.00	

food amount, which is documented by the unfavourable values of FCR, 1/FCR and FCR/SWGR. Even in spite of this fact, however, an intensive length growth rate occurred in sturgeon of both groups investigated (Fig. 1b), which resulted in a marked decrease of weight condition as documented by the above values of the condition regression coefficients in the length-weight relationship. The described regime of experimental rearing and handling the specimens reared (measurements and weighings) had no effect on the mortality of Siberian sturgeon that was zero within the entire experiment.

DISCUSSION

Comparisons of growth rate in Siberian sturgeon in the environment of aquaculture rearing and under natural conditions are included in the studies by Prokeš et al. (1996a, b, c, 1997b). The comparisons of growth rate parameters found by us in sturgeon reared in the troughs of the nursery facilities in the Nový Dvůr Fish Hatchery (Pohořelice Pond Fisheries, A.S.) with the growth rate parameters of sturgeon reared in the experimental tank in the area of the Institute of Landscape Ecology AS CR in Brno in 1995 revealed that the growth rate in a tank is higher. For instance, in the period from 29 August to 3 October 1996 for the length growth rate of fish from troughs, the DI value of 0.80 mm.d⁻¹ and SLGR value of 0.20% were found, whereas in the period from 4 September to 3 August 1995 for the length growth rate of fish from the tank, the DI value of 1.26 mm.d⁻¹ and SLGR value of 0.37% were found. The differences were 36.5% in the DI

value and 45.9% in the SLGR value. In the weight growth rate, the difference of 5.63% was found in the DI value and that of 23.6% in the SWGR value. The size of the specimens compared, daily feeding ratio and also the water temperature were similar in both cases.

The above data indicate that the sturgeon reared in the troughs were dependent fully on the food amount and feeding intensity whereas, in the sturgeon reared in the tank, this dependence was lower because the fish also consumed natural food components, especially zooplankton, phytoplankton, algal periphyton on walls and insect larvae. In a trough culture, the daily feeding ratio should be divided into two or three portions and applied at the time interval of maximum 6–8 hours. At a lower frequency of feeding doses applied, the production parameters drop down in the reared specimens of Siberian sturgeon at low water temperatures. This conclusion is true for juveniles 0+ of Siberian sturgeon and corresponds fully to the data by Chinyakov (1991), who found in this species two foraging periods with different feeding rates in his experiment. This author emphasizes that, during the first period of short duration, the majority of the ratio was consumed. During the second period, the ratio remained practically unchanged. The presented value of time intervals between individual feeding ratios also corresponds to the intervals of changes in the level of oxygen consumption and to operational conditions of respective fisheries (Jirásek et al., 1997).

Examinations of the growth rate in Siberian sturgeon reared in troughs also revealed that different composition of the foods used affected only the weight growth rate. The length growth rate was practically

coincident in both groups investigated. The experimental specimens were capable of using effectively even the food with a lower fat content and a higher cellulose portion, production-determined for carp. Similar knowledge was obtained also from other feeding experiments that were performed with this species in the Mydlovary Fish Hatchery in 1995–1996 and in the experimental rearing facilities of the Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno (Jirásek et al., 1997).

The favourable production parameters found in the trough culture of Siberian sturgeon at lower water temperatures document a specific feature of this species (modest requirements for water temperatures), which can be applied to pond rearing and to cultures in various water reservoirs in the Czech Republic. The experiments performed by Konstantinov and Sholokhov (1990) indicate that oscillations of temperature accelerates significantly growth and optimizes considerably the conversion of food consumed by juveniles of Siberian sturgeon.

A lower weight condition of Siberian sturgeon, found in the second part of experiment (i.e., preference of length to weight growth rate during starvation period) occurs in this species more frequently than in other sturgeon species (Prokeš et al., 1997b). Regarding the rearing in reservoirs with a natural temperature regime, a suitable parameter of adaptation is concerned here.

Siberian sturgeon belongs to the endangered fish species in its original distribution area (Birstein, 1993) and, at present, its natural reproductive features, similar to other sturgeon species, are endangered heavily by anthropogenic influences (Akimova, Ruban, 1996; Shatunovskiy et al., 1996). Consequently, its aquaculture and pond rearing, nowadays developing in more European countries (Steffens et al., 1990), is of importance not only from the production point of view but also for the conservation of this species.

Acknowledgement

We wish to thank Academician D. S. Pavlov, Dr. N. V. Akimova, Dr. G. I. Ruban and Dr. K. I. Moskalkova for the literature on Siberian sturgeon provided to us.

REFERENCES

- AKIMOVA, N. V. – RUBAN, G. I.: System of affects in sturgeons (Acipenseridae) reproduction under anthropogenic influences. *Voprosy ikhtiologii*, 36, 1996: 65–80 (in Russian).
- AKIMOVA, N. V. – MALYUTIN, V. S. – SMOLYANOV, I. I. – SOKOLOV, L. I.: Growth and gametogenesis of the Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) under experimental and natural conditions. In: Proc. 7th Japan-Soviet Joint Symp. Aquaculture, Sept. 1978. Tokyo, 1979: 179–183.
- BIRSTEIN, V. J.: Sturgeons and paddlefishes. Threatened fishes in need of conservation. *Conserv. Biol.*, 7, 1993: 773–787.
- CHINYAKOV, I. K.: Experimental studies of the ration of juvenile *Acipenser baeri* at varying food concentrations. *J. Ichtyol.*, 31, 1991: 24–29.
- FILIPIAK, J. – SADOWSKI, J. – TRZEBIATOWSKI, R.: Influence of different food rations on results of rearing of two-years old wels (*Silurus glanis*) in cooling waters. In: Proc. Int. Conf. New Fish Species in Aquaculture, Szczecin, 1995: 10–14.
- GERSHANOVITZ, A. D. – PEGASOV, V. A. – SHATUNOVSKIY, M. I.: Ecology and physiology of young sturgeons. Moskva, Agropromizdat 1987. 215 p. (in Russian).
- JIRÁSEK, J. – SPURNÝ, P. – MAREŠ, J. – PEŇÁZ, M. – BARUŠ, V. – PROKEŠ, M.: Biological and ecological aspects of intensive rearing of young sturgeons in condition of the Czech Republic. [Final Report of Grant No. 507/94/0345.] Brno, Mendel University of Agriculture and Forestry and Institute of Landscape Ecology AS CR 1997. 141 p. (in Czech).
- KONSTANTINOV, A. S. – SHOLOKHOV, A. M.: The effect of temperature oscillation on the growth and on the food conversion efficiency in juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). *Vestn. MGU, Biol.*, 1990 (1): 59–65 (in Russian).
- PROKEŠ, M. – BARUŠ, V. – PEŇÁZ, M.: Growth of larvae and juveniles 0+ of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) in aquaculture and experimental conditions of the Czech Republic. *Folia Zool.*, 43, 1996a: 259–270.
- PROKEŠ, M. – BARUŠ, V. – PEŇÁZ, M.: Biology characteristic of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) imported to the Czech Republic in 1995. In: KOZÁK, P. – HAMÁČKOVÁ, J. (eds.): Proc. Ref. II. české ichtyologické konference, VÚRH JU Vodňany, 1996b: 68–73.
- PROKEŠ, M. – BARUŠ, V. – PEŇÁZ, M.: Morphometrical and growth characteristics of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) in the Czech Republic in 1995–1996. In: *Zoologické dny*, Brno, 1996c: 1.
- PROKEŠ, M. – BARUŠ, V. – PEŇÁZ, M.: Meristic and plastic characters of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) imported to the Czech Republic in 1995. *Folia Zool.*, 46, 1997a: 49–60.
- PROKEŠ, M. – BARUŠ, V. – PEŇÁZ, M.: Comparative growth of juvenile sterlet (*Acipenser ruthenus*) and Siberian sturgeon (*A. baeri*) in identical experimental conditions. *Folia Zool.*, 46, 1997b, 163–175.
- RUBAN, G. I. – KONOPLYA, L. A.: Diet of the Siberian sturgeon, *Acipenser baeri*, in the Indigirka and Kolyma rivers. *J. Ichtyol.*, 34, 1994: 154–156.
- SHATUNOVSKIY, M. I. – AKIMOVA, N. V. – RUBAN, G. I.: Response of fish reproduction system on the antropogeny influences. *Voprosy ikhtiologii*, 36, 1996: 229–238 (in Russian).
- SOKOLOV, L. I.: Food of Siberian sturgeon *Acipenser baeri* Brandt in the Lena River. *Vopr. ikhtiologii*, 6, 1966: 550–560 (in Russian).
- SOKOLOV, L. I. – AKIMOVA, N. V.: Methods of age determination on Siberian sturgeon *Acipenser baeri* Brandt from the Lena River. *Vopr. ikhtiologii*, 16, 1976: 853–858.
- SOKOLOV, L. I. – VASILEV, V. P.: *Acipenser baeri* Brandt, 1869. In: HOLČÍK, J. (ed.): *The Freshwater Fishes*

of Europe. Vol. 1, Part. II. General Introduction to Fishes. Acipenseriformes. - Wiesbaden, AULA-Verlag 1989: 263-284.

STEFFENS, W. - JÄHNICHEN, H. - FRIEDRICH, F.: Possibilities of sturgeon culture in Central Europe. Aquaculture, 89, 1990: 101-122.

Received for publication on March 24, 1997

Contact Address:

Ing. Miroslav Prokeš, CSc., Ústav ekologie krajiny AV ČR, Květná 8, 603 65 Brno, Česká republika, tel.: 05/43 32 13 06, fax: 05/43 21 13 46, e-mail: prokes@brno.cas.cz

ANALÝZA KVALITY MASA U HYBRIDNÍ POPULACE PRASAT

ANALYSIS OF MEAT QUALITY IN A HYBRID POPULATION OF PIGS

V. Matoušek, N. Kernerová, J. Václavský, A. Vejčík

University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: Quantitative and qualitative characteristics of meat were determined in 302 final hybrids of pigs of different genotypes that received normal feed mixtures and were slaughtered in a meat-packing plant. Comparison of average values of meat quality obtained by measurements, i.e. pH_1 6.00, pH_2 5.47, meat color 22.02% reflectance, meat juice drippings 4.74%, electrical conductivity 90.26 Ω and limit values for identification of pork defects showed that the above average values in the set under observation corresponded to normal quality of meat. Determined percentage of intramuscular fat 2.39 almost meets the recommended optimum value, i.e. 2.5%. 31.1% of carcasses were assessed as PSE meat on the basis of pH_1 15.6%, meat color 26.8% and electrical conductivity of meat. The incidence of quality deviations on the basis of meat juice drippings was observed in 41.7% of the hybrids. PSE meat was found in 25% of slaughter pigs using two out of three criteria included in the methodology (pH_1 , meat color, meat juice drippings). As for the characteristics of carcass value, average backfat thickness was 26.09 mm, *m.l.l.t.* area 5,180 mm² and the percentage of lean cuts made 52.34%. Correlations between average backfat thickness and pH_1 and/or electrical conductivity of meat were low and positive, and between average backfat thickness and meat color and/or meat juice drippings were low but negative. The correlation coefficients calculated in this study confirmed the fact that the higher the percentage of lean cuts and *m.l.l.t.* area, the worse the meat quality. Correlations with opposite signs were found between the percentage of lean cuts and meat quality unlike those for average backfat thickness, i.e. between the percentage of lean cuts and pH_1 and/or electrical conductivity that were low and negative. The values $r = 0.173^{++}$ and/or 0.219^{+++} were calculated for correlations between the percentage of lean cuts and meat color and/or meat juice drippings. Correlations between the percentage of intramuscular fat and average backfat thickness and/or percentage of lean cuts were highly significant ($r = 0.426^{+++}$, or -0.426^{+++}). Rather a lower coefficient was calculated for correlations between the percentage of intramuscular fat and *m.l.l.t.* area ($r = -0.107$). Applying the present knowledge which shows that the higher the percentage of lean cuts, the lower the average backfat thickness and the *m.l.l.t.* area, highly significant correlations $r = -0.806^{+++}$ and/or 0.300^{+++} were calculated. Correlations between the separate qualitative characteristics were also studied. Correlations of pH_1 with meat juice drippings ($r = -0.298^{+++}$) and meat color ($r = -0.245^{+++}$) was more acceptable than with electrical conductivity. The closest correlation was found between meat color and meat juice drippings ($r = 0.544^{+++}$).

pig; hybrids; meat quality; intramuscular fat; lean meat content; correlation

ABSTRAKT: Hodnotili jsme kvalitu masa u finálních hybridů prasat a korelační vztahy mezi vybranými kvalitativními a kvantitativními znaky. Zjistili jsme, že průměrné naměřené hodnoty kvality masa ve sledovaném souboru, tj. $pH_1 - 6,00$, $pH_2 - 5,47$, barva masa - 22,02 % remise, odkap masné šťávy - 4,74 % a elektrická vodivost - 90,26 Ω , odpovídají normální kvalitě masa. Podíl intramuskulárního tuku 2,39 % téměř dosahuje doporučené optimální hodnoty, tj. 2,5 %. Podíl libového masa byl stanoven ve výši 52,3 %. V souladu s uvedenou metodikou jsme stanovili PSE maso u 25,2 % prasat. Zjištěné korelační koeficienty potvrdily skutečnost, že se zvyšujícím se podílem libového masa a plochou *m.l.l.t.* dochází ke zhoršení kvality masa. Vysoce průkazné korelační vztahy byly nalezeny mezi podílem intramuskulárního tuku a průměrnou výškou hřbetního tuku, resp. podílem libového masa ($r = 0,426^{+++}$, resp. $-0,426^{+++}$).

prasata; hybridy; kvalita masa; intramuskulární tuk; podíl libového masa; korelace

ÚVOD

Cílem všech šlechtitelů prasat je spojit vysokou výkonnost jedinců šlechtěných na produkci libové svaloviny s kvalitou masa. Všeobecně je však znám negativní vztah mezi růstem hodnot kvantitativních ukazatelů

jatečné hodnoty a frekvencí výskytu jakostních vad vepřového masa.

Základním kritériem pro hodnocení kvality masa na testacích stanicích v ČR je hodnota pH masa (pH_1 za 45 až 60 minut a pH_2 za 24 hodin po porážce měřená v nejdelším hřbetním svalu). Od roku 1985 se stanovuje

je také světlost masa přístrojem GÖFO. Na základě poznatků, že heterozygotně založení hybridů vykazují při požadované masné užitkovosti dobrou kvalitu masa, bylo do šlechtitelských programů zařazeno selekční kritérium zahrnující stresovou náchylnost prasat.

Intramuskulární tuk příznivě ovlivňuje organoleptické vlastnosti masa a obsahem esenciálních mastných kyselin přispívá k racionální výživě. Vlivem negativní korelace mezi podílem svaloviny a obsahem vnitrosvalového tuku dochází k poklesu intramuskulárního tuku v *m.l.l.t.* pod požadovanou hranici 2,5 %, čímž vepřové maso ztrácí svoje charakteristické vlastnosti (chuť, šťavnatost, křehkost).

Kvalita masa je charakterizována souhrnem organoleptických, nutričních, hygienických a technologických vlastností masa (H o f m a n n, 1987).

H o v e n i e r et al. (1993) považují za nejdůležitější vlastnosti ovlivňující kvalitu masa barvu masa, podíl intramuskulárního tuku, schopnost masa vázat volnou vodu, jemnost a pH masa. Autoři, kteří ve svém příspěvku analyzují metody ke zjišťování jakostních odchylek masa, stanovili dědivost těchto ukazatelů (v rozpětí od 0,20 u schopnosti masa vázat volnou vodu do 0,50 u množství intramuskulárního tuku) a významné genetické korelace mezi produkčními ukazateli a kvalitou masa.

Pro určení kvality masa jednotlivých jatečných těl doporučují K a u f f m a n et al. (1993) brát v úvahu konečné pH, odraz světla a schopnost masa vázat vodu. Na základě měření odrazu světla HLS (Hunter Labscan) a měření schopnosti masa vázat vodu rozdělují maso do těchto kvalitativních tříd: PSE, RSE, PFN, RFN a DFD.

Genetické korelace stanovené na ukazatelích výkrmnosti z testovací stanice ukazují, že selekce na vysoký podíl libového masa a nízkou spotřebu krmiva mají za následek nižší podíl intramuskulárního tuku a snížení kvality masa a tuku a mají i nežádoucí vliv na „biologické“ zdraví zvířat (G r e g o r, S c h o l z, 1993).

Rovněž genetické korelace, které stanovil C a m e r o n (1990), naznačují, že výsledkem selekce na zvýšení podílu libového masa je zvýšení obsahu vody v mase a snížení pH a intramuskulárního tuku.

Podíl intramuskulárního tuku koreluje negativně s plochou *m.l.l.t.* a podílem kýty a pečeně a pozitivně s výškou hřbetního tuku (B a k k e, S t a n d a l, 1975).

Nízká korelace mezi podílem svalového tuku a výškou hřbetního tuku svědčí o tom, že selekce na zvýšení podílu intramuskulárního tuku, který zvyšuje chutnost masa, by neměla mít za následek vytváření nadměrného množství tuku (W a r r i s s et al., 1990).

C h i z z o l i n i et al. (1993), kteří rozdělili sledovaný soubor jatečných prasat podle EUROP systému, zjistili, že kromě dobře známého negativního vztahu mezi podílem masa a jatečnou hmotností vykazovala těžší a tučnější prasata nepatrně vyšší konečné pH a intenzivnější barvu masa.

Vybranými objektivními metodami hodnocení vepřového masa a vztahy mezi nimi se zabývali G a r r i -

d o et al. (1994). Zjistili korelaci mezi elektrickou vodivostí masa (EV_{24}) a vnitřním světelným rozptylem optickou sondou (FOP_{24}), resp. pH_{24} na úrovni $r = 0,45$, resp. $r = -0,43$ (měřeno v *m.l.l.t.*). Mezi ostatními parametry našli nižší hodnoty korelací.

Vztahy mezi vybranými ukazateli jatečné hodnoty a kvalitou masa u hybridních prasat Slovyh 1 analyzovali D e m o et al. (1993a, b). Potvrdili, že zvýšený podíl masitých částí, zejména zvyšující se plocha *m.l.l.t.*, má v jatečném těle za následek zhoršení především barvy masa a podílu vázané vody ($r = -0,79$, resp. $r = 0,76$).

Výsledky práce autorů D e m o et al. (1993a, b) potvrdily středně vysoké závislosti mezi hodnotami pH_1 a barvou masa stanovenou přístrojem GÖFO ($r = 0,34$), pH_1 a podílem volně vázané vody ($r = -0,27$) i pH_1 a barvou masa zjišťovanou japonskou škálou ($r = 0,48$). Vztahy mezi hodnotami pH_1 a elektrickou vodivostí byly nevýrazné a neprůkazné. Po rozdělení souboru prasat na podskupiny s výskytem, resp. bez zjištění PSE masa byly zjištěny diametrálně odlišné korelační závislosti, především u prasat s výskytem syndromu PSE.

V r i e s a W a l (1993) upozorňují na spojení vysoké heritability u podílu libového masa ($h^2 = 0,52$) a podílu intramuskulárního tuku ($h^2 = 0,41$) s negativními genetickými vztahy mezi těmito dvěma ukazateli, kdy $r = -0,23$. Každé zvýšení podílu libového masa o 1 % je doprovázeno snížením podílu intramuskulárního tuku o 0,07 %. Ve sledovaném souboru prasat plemene holandské bílé byly zjištěny tyto hodnoty: pH_1 6,36, pH_2 5,71, ztráta vody odkapem 4,06 %, intramuskulární tuk 1,32 %.

M e r k s et al. (1989) zjistili, že korelace mezi podílem libového masa a kvalitativními ukazateli (kromě podílu intramuskulárního tuku) jsou nízké – pohybují se mezi $-0,09$ (pH_1) až $+0,12$ (odkap masa). U sledovaného souboru hybridních prasat, kde v otcovské pozici byly použity různé linie plemene holandský yorkshire, naměřili pH_1 6,4, pH_2 5,7, odkap masné šťávy 3,8 % a podíl intramuskulárního tuku 1,4 %.

O l i v e r et al. (1993) analyzovali vliv citlivosti na halotan, plemene a jejich interakce na kvalitu jatečného těla a masa. U halotan pozitivních zvířat byla naměřena nižší výška hřbetního tuku, vyšší podíl libového masa a větší plocha *m.l.l.t.* (13,66 mm, 55,01 %, 4 604 mm², resp. 15,21 mm, 51,17 %, 4 088 mm²). Plemena Pn a BL vykazovala vyšší podíl libového masa (60,16 %, resp. 56,10 %) ve srovnání s plemeny L, LW a D (49,79 %, 48,80 % a 47,39 %). Nejlepší kvalitu masa vykazovala plemena LW a D (pH_1 6,23, resp. 6,39, pH_2 5,68, resp. 5,74). Plemeno L spíše inklinovalo k halotan negativním plemenům. U plemene D byl naměřen nejvyšší podíl intramuskulárního tuku (2,89 %). Vlivem pohlaví na kvalitu masa u kříženců BL x D se zabývali P o l t á r s k y a P a l a n s k á (1991). Z jejich sledování vyplynulo, že kvalita masa byla u obou pohlaví téměř shodná. U vepřiků, resp. prasniček byly naměřeny hodnoty pH_1 5,84, resp. 5,79 a barva masa

(GÖFO) 52,16, resp. 49,88. Vepřící vykazali o 0,40 % více intramuskulárního tuku (3,57 %) než prasničky.

Holková a Bečková (1993) zjistily u 78 finálních hybridů z běžného příhonu na jatky podíl intramuskulárního tuku 2,62 %.

MATERIÁL A METODA

U 302 finálních hybridů prasat různých genotypů, krmných běžnými krmnými směsí a porážených v masokombinátu v Písku, jsme zjišťovali tyto kvantitativní a kvalitativní ukazatele:

- hodnotu pH_1 zjišťovanou 45 minut po porážce v *m.l.l.t.* za posledním hrudním obrátek přenosným digitálním pH-metrem GRYF 209;
- elektrickou vodivost měřenou 45 minut po porážce v *m.l.l.t.* za posledním hrudním obrátek přístrojem MEAT QUALITRON vyvinutým ve VÚMP v Brně;
- průměrnou výšku hřbetního tuku (jednotlivé hodnoty výšky tuku byly měřeny za druhým hrudním, posledním hrudním a prvním křížovým obrátek);
- hodnotu pH_2 zjišťovanou 24 hodin po porážce v *m.l.l.t.* za posledním hrudním obrátek přenosným digitálním pH-metrem GRYF 209;
- barvu masa měřenou 24 hodin po porážce v *m.l.l.t.* za posledním hrudním obrátek přístrojem SPECOL;
- odkap masné šťávy zjišťovaný za 48 hodin po porážce;
- podíl intramuskulárního tuku zjišťovaný Soxhletovou metodou;
- plochu *m.l.l.t.* měřenou planimetrem;
- podíl libového masa zjišťovaný ZP metodou.

ZP (dvoubodovou) metodou jsme zjišťovali výšku tuku a hloubku svaloviny na pravé pólce téhož jatečného těla v linii plicního řezu pomocí posuvného měřítka. Hloubka svaloviny (M) v mm se měří v bederní krajině, a to jako nejkratší spojnice od horní (dorzální) hrany míšního kanálu k přednímu (kranialnímu) okraji středního hýždovce (*musculus gluteus medius*). Výška tuku (S) včetně kůže v mm se měří v bederní krajině v místě nejnižší vrstvy nad středem středního hýždovce (*musculus gluteus medius*). Podíl svaloviny se vypočte dosazením hloubky svaloviny (M) a výšky tuku (S) v mm do této rovnice:

$$Y = 76,6722 - 1,0485 M + 0,00794 M^2 - 0,002884 S^2 + 9,0151 \ln(M/S)$$

- kde: Y – podíl libové svaloviny v %
 S – výška tuku včetně kůže v mm
 M – hloubka svaloviny v mm
 \ln – přirozený logaritmus

Pro objektivní důkaz stanovení jakostní odchylky PSE vepřového masa jsme použili tato hodnotící kritéria: pH_1 , barvu masa zjišťovanou přístrojem SPECOL a odkap masné šťávy. V případech, kdy u dvou z těchto ukazatelů byly překročeny mezní hodnoty, byly vzorky označeny jako PSE maso. Pro normální jakost a PSE maso jsme použili tyto mezní hodnoty:

Hodnotící kritérium	Normální jakost	PSE
pH_1	> 5,8	< 5,7
Barva masa – Specol (% remise)	13–25	> 25
Odkap masné šťávy (%)	1–5	> 5
Elektrická vodivost – Meat Qualitron (Ω)	> 80	< 80

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základní statistické charakteristiky ukazatelů kvality masa a vybraných ukazatelů jatečné hodnoty jsou uvedeny v tab. I. Porovnáním námi naměřených průměrných hodnot kvality masa, tj. pH_1 6,00, pH_2 5,47, barvy masa 22,02 % remise, odkapu masné šťávy 4,74 % a elektrické vodivosti 90,26 Ω , a mezních hodnot pro identifikaci defektního vepřového masa jsme zjistili, že výše uvedené průměrné ukazatele u sledovaného souboru odpovídají normální kvalitě masa. Zjištěný podíl intramuskulárního tuku 2,39 % téměř dosahuje doporučené optimální hodnoty, tj. 2,5 %. U všech kvalitativních ukazatelů byla zjištěna vysoká variabilita. Bendall a Swatland (1988) naměřili ve sledovaném souboru pH_1 v rozpětí od 5,56 do 6,62. Údaje studií zabývajících se podílem intramuskulárního tuku shrnul Schwörer (1988). Zjistil, že u čistokrevných plemen se podíl intramuskulárního tuku pohybuje v rozmezí 0,9–2,7 % u plemene belgická landrase a 2,4–4,5 % u plemene duroc. Hovenier et al. (1993) konstatují, že většina autorů uvádí variabilitu u odkapu masné šťávy od 1,9 do 8 %.

Vzhledem k tomu, že jsme barvu masa zjišťovali přístrojem SPECOL, zatímco v převážné většině prací publikovaných v současné době je barva masa měřena přístroji GÖFO či FOP, je srovnání s literárními prameny obtížné. Stejně tak dostupná literatura neposkytuje dostatek informací k zjišťování vodivosti masa přístrojem MEAT QUALITRON.

Jako PSE bylo hodnoceno podle pH_1 15,6 %, podle barvy masa 26,8 % a podle elektrické vodivosti masa 31,1 % jatečných těl. Podle odkapu masné šťávy byl zjištěn výskyt jakostních odchylek u 41,7 % hybridů. V souladu s výše uvedenou metodikou jsme na základě dvou ze tří jmenovaných kritérií stanovili PSE maso u 25,2 % jatečných prasat. Novotná (1991) stanovila PSE maso měřením pH_1 u 18 %, odkapem masné šťávy u 28 % a měřením elektrické vodivosti u 29 % jatečných prasat. Při současném použití všech stanovených kritérií, tj. pH_1 , barvy masa a odkapu masné šťávy, určila PSE maso u 11 % prasat.

Z ukazatelů jatečné hodnoty byla naměřena průměrná výška hřbetního tuku 26,09 mm, plocha *m.l.l.t.* 5 180 mm² a podíl libového masa 52,34 %. Oliver et al. (1993) uvádějí u halotan pozitivních, resp. halotan negativních zvířat hodnoty podílu libové svaloviny 55,1 %, resp. 51,17 %, výšku hřbetního tuku 13,66 mm, resp. 15,21 mm, plochu *m.l.l.t.* 4 604 mm², resp. 4 088 mm². U jednotlivých plemen byly zjištěny tyto hodnoty: podíl libového masa – Pn 60,16 %, BL

	pH ₁	pH ₂	SPECOL (% remise)	Odkap ¹ (%)	El. vodivost ² (Ω)	Intramuskulární tuk ³ (%)	Výška tuku ⁴ (mm)	<i>m.l.l.t.</i> (mm ²)	Libové maso ⁵ (%)
Minimum	5,05	5,00	9,75	0,97	30	0,79	9,33	2 568	39,35
Maximum	6,90	6,55	37,38	11,47	120	5,57	51,33	7 755	61,57
Průměr ⁶	6,00	5,47	22,02	4,74	90,26	2,39	26,09	5 180	52,34
Směrodatná odchylka ⁷	0,30	0,22	5,16	2,13	16,56	0,88	6,17	827	4,03

¹drippings, ²el. conductivity, ³intramuscular fat, ⁴backfat thickness, ⁵lean cuts, ⁶mean, ⁷standard deviation

II. Korelace mezi sledovanými ukazateli – Correlations between the characteristics studied

	pH ₁	pH ₂	SPECOL (% remise)	Odkap ¹ (%)	El. vodivost ² (Ω)	Intramuskulární tuk ³ (%)	Výška tuku ⁴ (mm)	<i>m.l.l.t.</i> (mm ²)	Libové maso ⁵ (%)
pH ₁	*	0,133 ⁺	-0,245 ⁺⁺⁺	-0,298 ⁺⁺⁺	0,175 ⁺⁺	-0,008	0,031	-0,021	-0,101
pH ₂		*	-0,304 ⁺⁺⁺	-0,476 ⁺⁺⁺	0,120 ⁺	0,063	0,215	-0,062	-0,210 ⁺⁺⁺
SPECOL			*	0,544 ⁺⁺⁺	-0,084	-0,104	-0,067	0,065	0,173 ⁺⁺
Odkap ¹				*	0,001	-0,198 ⁺⁺⁺	-0,084	0,118	0,219 ⁺⁺⁺
El. vodivost ²					*	0,064	0,005	-0,220 ⁺⁺⁺	-0,105
Intramuskulární tuk ³						*	0,426 ⁺⁺⁺	-0,107	-0,426 ⁺⁺⁺
Výška tuku ⁴							*	-0,175 ⁺⁺	-0,806 ⁺⁺⁺
<i>m.l.l.t.</i>								*	0,300 ⁺⁺⁺

For 1-5 see Tab. I

56,10 %, L 49,79 %, LW 48,80 % a D 47,39 %, výška hřbetního tuku – Pn 9,41 mm, BL 12,15 mm, L 17,03 mm, LW 17,82 mm a D 22,15 mm, plocha *m.l.l.t.* – Pn 5 193 mm², BL 4 729 mm², LW 4 002 mm², L 3 904 mm², D 3 674 mm². Merks et al. (1989) zjistili u sledovaného souboru hybridních prasat, kde v otcovské pozici byly použity různé linie plemene holandský yorkshire, podíl libového masa 53,4 %.

V tab. II jsou shrnuty korelační koeficienty charakterizující těsnost vztahů mezi sledovanými ukazateli, tj. průměrnou výškou hřbetního tuku, plochou *m.l.l.t.*, podílem libového masa a kvalitou masa a mezi jednotlivými kvalitativními ukazateli navzájem.

Korelace mezi průměrnou výškou hřbetního tuku a pH₁, resp. elektrickou vodivostí masa byla nízká pozitivní, mezi průměrnou výškou hřbetního tuku a barvou masa, resp. odkapem masné šťávy pak nízká negativní. Můžeme tak podpořit tvrzení autorů Weniger et al. (1975), kteří zjistili negativní korelaci mezi barvou masa a výškou hřbetního tuku.

Námi zjištěné korelační koeficienty potvrdily skutečnost, že se zvyšujícím se podílem libového masa a plochou *m.l.l.t.* dochází ke zhoršení kvality masa. Mezi podílem libového masa a kvalitou masa byly zjištěny korelace opačně orientované, než tomu bylo u průměrné výšky hřbetního tuku, tj. mezi podílem libové svaloviny a pH₁, resp. elektrickou vodivostí byly nalezeny nízké negativní korelační koeficienty. Mezi podílem libové svaloviny a barvou, resp. odkapem masné šťávy byly korelační koeficienty v hodnotě $r = 0,173^{++}$,

resp. 0,219⁺⁺⁺. Chizzolini et al. (1993) sdílejí názor, že ukazatele jatečné hodnoty, jako je např. podíl libového masa, pouze nepatrně korelují s ukazateli kvality masa. Významnou negativní korelaci barvy masa k ploše *m.l.l.t.* stanovili Weniger et al. (1975).

Za vysoce průkazné lze označit korelační vztahy mezi podílem intramuskulárního tuku a průměrnou výškou hřbetního tuku, resp. podílem libového masa ($r = 0,426^{+++}$, resp. $-0,426^{+++}$). Wood et al. (1986) vypočítali mezi intramuskulárním tukem a výškou hřbetního tuku těsnější vztah ($r = 0,56$). Mnohem nižší závislost mezi intramuskulárním tukem a podílem libového masa ($r = -0,13$) uvádějí Vries et al. (1993). Pozitivní korelaci mezi podílem intramuskulárního tuku a výškou hřbetního tuku a negativní korelaci intramuskulárního tuku s plochou *m.l.l.t.* ($r = -0,23$) potvrzují i Bakke a Standal (1995). V posledním sledovaném vztahu byl námi zjištěný korelační koeficient poněkud nižší ($r = -0,107$).

Na základě současných výsledků, které ukazují, že se zvyšujícím se podílem libového masa klesá průměrná výška hřbetního tuku a zvyšuje se plocha *m.l.l.t.*, byly zjištěny vysoce průkazné korelační vztahy ($r = -0,806^{+++}$, resp. 0,300⁺⁺⁺). Demo et al. (1993a, b) stanovili korelační koeficient mezi průměrnou výškou hřbetního tuku a podílem hlavních masitých částí – 0,38⁺⁺⁺.

Sledovali jsme i korelační vztahy mezi jednotlivými kvalitativními ukazateli navzájem. Z tabulky vyplývá, že příznivěji s pH₁ koreloval odkap masné šťávy ($r =$

-0,298⁺⁺⁺) a barva masa ($r = -0,245^{+++}$) než elektrická vodivost. Nejtěsnější závislost byla naměřena mezi barvou masa a odkapem masné šťávy ($r = 0,544^{+++}$). Z výsledků autorů Merks et al. (1989), resp. Vries a Wal (1993) je zřejmé, že pH_1 a odkap masné šťávy jsou v těsnějším vztahu ($r = -0,45$, resp. $-0,44$), než vyplývá z našeho sledování. I mezi odkapem masné šťávy a barvou masa (FOP) udávají Vries a Wal (1993) těsnější závislost ($r = 0,46$). Demo et al. (1993a) zjistili korelační koeficienty mezi barvou masa (GÖFO) a pH_1 , resp. podílem volně vázané vody $r = 0,38$, resp. $r = -0,70$ a mezi pH_1 a podílem volně vázané vody $r = -0,17$. Tyto výsledky se shodují i s údaji autorů Demo et al. (1993b), kteří zjistili středně vysoké závislosti mezi hodnotami pH_1 a barvou masa stanovenou přístrojem GÖFO ($r = 0,34$), pH_1 a podílem volně vázané vody ($r = -0,27$).

LITERATURA

BAKKE, H. – STANDAL, N.: Intramuscular fat content and some carcass composition traits in line of pigs selected for rate of gain and thickness of backfat. *Acta Agric. Scand.*, 25, 1975: 221–224.

BENDALL, J. R. – SWATLAND, H. J.: A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.*, 24, 1988: 85–126.

CAMERON, N. D.: Genetic and phenotypic parameters for carcass traits, meat and eating quality traits in pigs. *Livestock Prod. Sci.*, 26, 1990: 119–135.

DEMO, P. – LETKOVIČOVÁ, M. – HETÉNYI, L.: Analýza vztahov medzi ukazovateľmi výkrmnosti, jatočnej hodnoty a kvality mäsa hybridných ošípaných. *Živoč. Výr.*, 38, 1993a: 21–29.

DEMO, P. – POLTÁRSKY, J. – KRŠKA, P. – GRÁČIK, P. – FÜLÖP, L.: Identifikácia akostných väd mäsa ošípaných rozdielnych genotypov využitím odlišných hodnotiacich metód. *Živoč. Výr.*, 38, 1993b: 457–469.

GARRIDO, M. D. – PEDAUYÉ, J. – BAÓN, S. – LAENCI-NA, J.: Objective assessment of pork quality. *Meat Sci.*, 37, 1994: 411–420.

GREGOR, G. – SCHOLZ, A.: Videobildanalyse zur Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes und Zuchtzieldiskussion beim Schwein. *Arch. Tierz.*, 36, 1993: 383–395.

HOFMANN, K.: Der Begriff Fleischqualität; Definition und Anwendung. *Fleischwirtschaft*, 67, 1987: 44–49.

HOLKOVÁ, I. – BEČKOVÁ, R.: Vnitrosvalový tuk – faktor ovlivňující jakost masa. *Náš Chov (Praha)*, 53, 1993 (1): 24.

HOVENIER, R. – KANIS, E. – ASSELDONK, T. VAN – WESTERINK, N. G.: Breeding for pig meat quality in halothane negative populations – review. *Pig News and Inform.*, 14, 1993: 17N–25N.

CHIZZOLINI, R. – NOVELLI, E. – BADIANI, A. – SELBONO, G. – ROSA, P.: Objective evaluation of pork quality: results of on-line measurements. *Meat Sci.*, 34, 1993: 79–93.

KAUFFMAN, R. G. – SYBESMA, W. – SMULDERS, F. J. M. et al.: The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. *Meat Sci.*, 34, 1993: 283–300.

MERKS, J. W. M. – WAL, P. G. VAN DER – BUITING, G. A. J. – BOLINK, A. H.: The genetic variation for pork quality within herdbook and breeding companies in the Netherlands. In: 40th Annual Meeting of the EAAP, Dublin, Ireland, August 27–31, 1989.

NOVOTNÁ, B.: Jiné možnosti detekce PSE masa. In: Sbor. Sem. Instrumentální metody hodnocení jakosti a chemického složení masa, Klatovy, Masoprogress 1991: 1–7.

OLIVER, M. A. – GISPERT, M. – DIESTRE, A.: The effect of breed and halothane sensitivity on pig meat quality. *Meat Sci.*, 35, 1993: 105–118.

POLTÁRSKY, J. – PALANSKÁ, O.: Vplyv pohlavia a porážkovej hmotnosti na výkrmovú schopnosť a kvalitu mäsa. *Živoč. Výr.*, 36, 1991: 685–693.

SCHWÖRER, D.: Berücksichtigung des intramuskulären Fettes in der Schweinezucht. In: Schweine-Workshop, Kiel, Germany, February 24–25, 1988: 82–94.

VRIES, A. G. DE – WAL, P. G. VAN DER: Breeding for pork quality. Pork quality: genetic and metabolic factors. In: Papers OECD Workshop in Helsinki, Finland. CAB International, 1993: 58–75.

WARRISS, P. D. – BROWN, S. N. – FRANKLIN, J. G. et al.: The thickness and quality of backfat in various pig breeds and their relationships to intramuscular fat and the setting of joints from the carcasses. *Meat Sci.*, 28, 1990: 21–29.

WENIGER, J. H. – STEINHAUF, D. – GLODEK, P.: Meat quality as a selection criterion in the pig. *Z. Tierzücht. Zücht.-Biol.*, 87, 1970: 230–239.

WOOD, J. D. – JONES, R. C. D. – FRANCOMBE, M. A. – WHELEHAN, O. P.: The effects of fat thickness and sex on pig meat quality with special reference to the problems associated with overleanness. 2. Laboratory and trained taste panel results. *Anim. Prod.*, 43, 1986: 535–544.

Došlo 4. 3. 1997

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Václav Matoušek, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra speciální zootechniky, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/401 50, fax: 038/403 01, e-mail: matousek@zf.jcu.cz

Každý den v teletextu na vlnách ČT 1
ZEMĚDĚLSKÉ INFORMACE

s. 590–592



Ekonomika

Zemědělská politika vlád

Aktuální informace pro chovatele a pěstitele

Sezonní zpravodajství ochrany rostlin

Vláhové bilance půd ve vegetačním období

Kalendárium akcí (výstavy, veletrhy, semináře)

Zemědělská technika a stavby

Výživa a potravinářství

Životní prostředí

Meteorologické informace



Pro seriózní zájemce je možné zveřejnit konání seminářů, konferencí
a dalších odborných akcí s krátkým programem



Ústav zemědělských a potravinářských informací

Slezská 7

120 56 Praha 2

Tel.: 02/24 25 17 05 nebo 02/24 25 79 39

Fax: 02/24 25 39 38

DYNAMIKA POSTMORTÁLNÍCH ZMĚN pH V PRSNÍ A STEHENÍ SVALOVINĚ KUŘAT^{*}

DYNAMICS OF POSTMORTAL pH VALUE VARIATIONS IN THE BREAST AND THIGH MUSCLES OF CHICKENS

I. Ingr¹, R. Božek², O. Míka², V. Bačák¹, J. Simeonovová¹

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

²*UKAMO, a. s., Moravian-Silesian Poultry Plants, Modřice, Czech Republic*

ABSTRACT: The objective of the study was to determine individual and group variability in postmortal pH values in the breast and thigh muscles of chickens from standard supplies to a poultry processing plant. pH values are an adequate indicator of the state and pattern of biochemical postmortal changes in meat. Increasing quantities of chicken meat processed to make meat products pose a problem of knowing the quality of this basic foodstuff – of the level, dynamics and variability of postmortal changes. The objective of the study was to determine the dynamics and variability of pH values in two main muscular regions of chickens – breast and thigh muscles. Random sampling of groups of slaughter chickens supplied to processing on a packing line was used within one year. Fifteen groups with 10 chickens in each were evaluated: five groups of plucked and drawn chickens, five groups after chilling with water and five groups divided into half numbers following the mentioned stages of dressing. Detailed evaluation in 30-minute intervals showed elementary differences between the breast and thigh muscles. pH values in the breast muscle decreased relatively dynamically below 6.0 in the first three hours post mortem, further decrease was minute only (Fig. 1). The assumed physiological pH value at the moment of chicken killing is 7.0, and the first values in the breast muscle in 45 minutes *post mortem* were close to 6.3. The rigor mortis set in 3 to 4 hours *post mortem*. The rigor mortis in the thigh muscle was found to terminate 90 minutes *post mortem* at pH around 6.4. pH values started increasing only after this breakpoint, at a very slow rate, to reach pH 6.5 to 6.6 in 7 hours after chicken killing. Different pH values in the breast and thigh muscles can have expressive impacts on the hygienic and technological quality of meat – rapid onset of microbial proteolysis in the thigh muscle, and on the other hand, easier boning and better retention capacity. The breast muscle is expected to show opposite trends. The dynamics of pH values in the warm and chilled muscle exhibited identical trends. pH values in the muscles of chilled chickens were always only a little higher, which can be explained by moderate inhibiting effects of cold on meat autolysis. Relatively large variability in pH values was determined both between the chicken groups and between the separate chickens within the groups (Figs. 2 to 5). Trends of variations were identical, but the differences in average values between the extremely different groups amounted up to 0.8 pH, and individual differences within the groups up to 1.0 pH in the thigh muscle and up to 0.5 pH in the breast muscle. Hence the large variability of meat characteristics in chickens from standard supplies can be derived from this study.

slaughter chickens; long breast muscle; bicipital thigh muscle; pH value

ABSTRAKT: U 150 kusů poražených kuřat (15 skupin po 10 kusech) byly měřeny hodnoty pH v prsní a stehenní svalovině, a to po dobu 7 hodin od porážky v půlhodinových intervalech. Hodnoty pH prsní svaloviny z výchozí hodnoty 6,30 poklesly během prvních tří hodin na 5,90 až 6,00 a dále klesaly jen zcela nepatrně. Ve stehenní svalovině se hodnoty pH stále mírně zvyšovaly z 6,40 na 6,60. Výsledky měření skupin i jednotlivých kuřat vykazovaly velkou variabilitu. Jednalo se o náhodný výběr skupin jatečných kuřat z běžných porážek.

jatečná kuřata; velký prsní sval; dvojhlavý sval stehenní; pH

ÚVOD

Produkce a spotřeba drůbežího masa ve světovém měřítku vykazuje v posledních letech absolutně i rela-

tivně největší nárůst mezi hlavními druhy masa. Světová produkce masa v roce 1995 činila 203,2 milionů tun, z toho drůbežího 54,8 mil. tun, tj. 27,0 %. Více se produkuje jen masa vepřového. Hlavní příčinou vzestupu

* Řešeno v rámci grantu EPO960996197 MZe ČR.

produkce a spotřeby drůbežního masa jsou jeho relativně nízké produkční náklady a rovněž jeho nutriční a zdravotní vhodnost pro lidskou výživu. Více než 75 % světové produkce drůbežního masa představuje maso kuřecí. Zvýraznění pozice kuřecího masa na trhu vede k rozšiřování sortimentní nabídky kuchařských kuřat, děleného a různě upraveného kuřecího masa (porcované, obalované, marinované aj.) pro kulinární uplatnění i jako „pohotové“ potraviny a konečně i k obohacování sortimentu masných výrobků z drůbežního masa (drůbeží šunky, salámy, párky, paštiky aj.).

Tato nová situace nezbytně vyžaduje podrobnější znalosti o drůbežím masě z aspektů technologických, které zatím nebyly příliš potřebné, poněvadž rozhodující podíl kuřat se prodával jako kuchařská kuřata chlazená nebo zmrazená. Poznatky o technologických vlastnostech vepřového a hovězího masa jsou jen zčásti použitelné pro hodnocení jakosti kuřecího masa, poněvadž jde o velmi rozdílné typy svaloviny.

Nejcennějšími partiemi kuřat jsou svalovina prsní a stehenní. Jejich histologická struktura a mnohé jakostní znaky jsou velmi rozdílné (Uhrín, 1995). Markantní rozdíl není jen v barvě svaloviny, ale i v dalších vlastnostech. Je zajímavé, že publikované studie o kuřecím masě se týkají převážně jen prsní svaloviny.

Z technologického hlediska jsou u jatečných kuřat a kuřecího masa nejdůležitější jatečná výtěžnost, výtěžnost stehenní a prsní svaloviny, chuťové a texturní vlastnosti masa, obsah vody, bílkovin a tuku, barva svaloviny, její schopnost poutat vodu a stadium postmortálních změn (Ristič, 1991). Hodnota pH je obecně považována za významný indikátor průběhu postmortálních změn masa a je tedy i ukazatelem aktuálního biochemického stavu kuřecího masa se vztahem k jeho hygienickým, senzorickým, technologickým a kulinárním vlastnostem. V dřívější práci (Ingr et al., 1994) jsme poukázali na postmortální dynamiku hodnot pH v průběhu pěti hodin po zabití kuřat i na rozdíly mezi prsní a stehenní svalovinou.

Na vlastnosti kuřecího masa včetně průběhu hodnot pH má vliv řada vnitřních a vnějších faktorů, zejména plemeno, resp. hybridní kombinace kuřat, pohlaví a věk kuřat, porážková hmotnost, resp. rychlost růstu, předporážkové okolnosti včetně transportu, způsob omračování kuřat i dalšího průběhu jatečního zpracování včetně chlazení jatečně opracovaných těl kuřat (Ali et al., 1955; Young et al., 1996; Hillebrand et al., 1996; Papinaho, Fletcher, 1996; Sanders, Van der Sluis, 1996). Je studován také vliv rozdílného růstu kuřat včetně využití proteinů (Schreurs, 1995) a doby lačnění kuřat před porážkou (Smith et al., 1995) na průběh hodnot pH v masě *post mortem* a konečně i proměnlivost texturních vlastností kuřecího masa (Gault et al., 1995).

Naší snahou je přispět ke standardizaci technologické jakosti jatečných kuřat a kuřecího masa. Smyslem předložené práce bylo posouzení variability jakosti masa kuřat z běžných dodávek na porážku z hlediska

změn pH v prsní a stehenní svalovině včetně vlivu chlazení jatečně opracovaných kuřat.

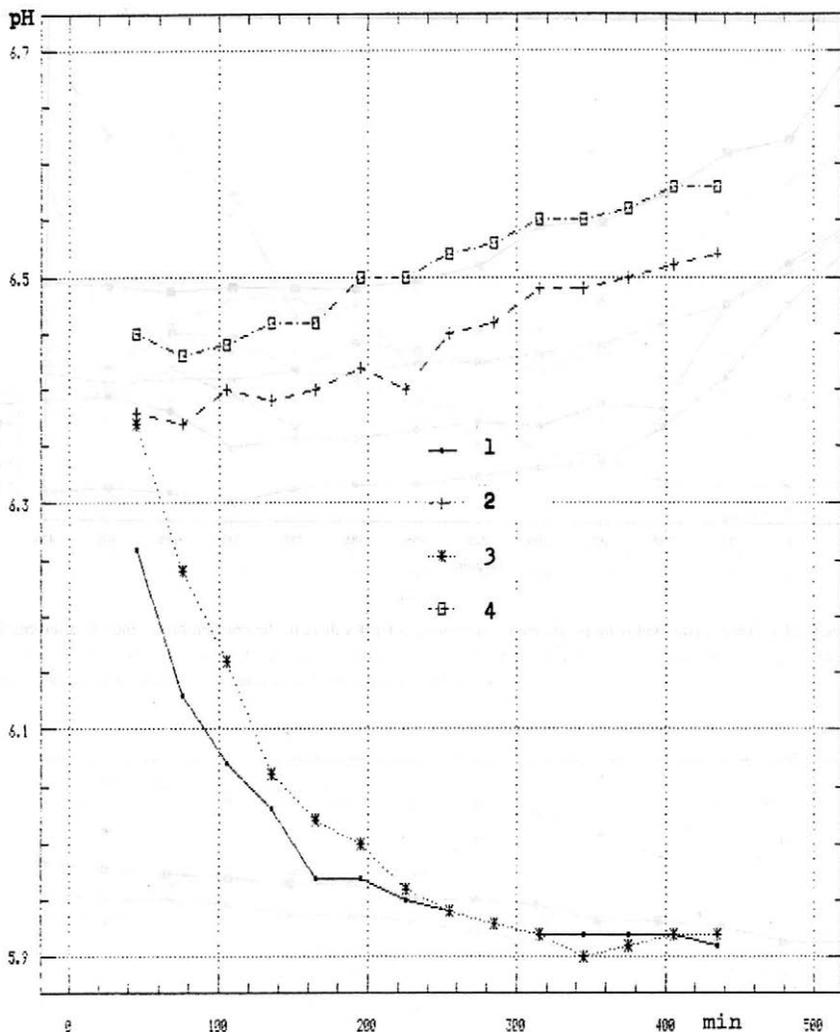
MATERIÁL A METODY

V letech 1995 a 1996 bylo hodnoceno náhodně vybraných 15 skupin běžně porážených kuřat, vždy 10 kuřat za sebou bezprostředně následujících. Prvních 5 skupin kuřat bylo svěšeno z linky po kuchařích, dalších 5 skupin bylo odebráno po chlazení a posledních 5 skupin bylo vždy rozděleno na pětice, z nichž první byla odebrána po kuchaři a druhá po chlazení. Ve velkém prsním svalu a v dvojhlavém svalu stehenním byly v půlhodinových intervalech měřeny hodnoty pH a teploty, a to po dobu 7 hodin. Kuřata byla od různých dodavatelů, 13 skupin byli hybridi Ross a po jedné skupině ISA Vedette a Cobb. Věk kuřat byl 37 až 42 dní, průměrná hmotnost živých kuřat ve skupinách byla 1,25 až 1,99 kg.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Grafické vyjádření postmortálního průběhu hodnot pH (obr. 1) ukazuje výrazné rozdíly mezi prsní a stehenní svalovinou. Východí hodnoty jsou poměrně blízké (prsní cca 6,30, stehenní cca 6,40 pH), ale další průběh je zcela rozdílný. Hodnoty pH v prsní svalovině klesají poměrně rychle a po třech až čtyřech hodinách *post mortem* jsou v rozmezí 5,90 až 6,00 a poté klesají již jen zcela nepatrně. Rovněž Ali et al., (1995) i Sanders, Van der Sluis (1996) zjistili, že tzv. konečného pH (pH_{ult}) se v prsní svalovině kuřat dosahuje již za čtyři až šest hodin *post mortem*. V dřívější práci (Ingr et al., 1994) jsme zaznamenali pokles až k hodnotě pH 5,80 a ještě v čase pět hodin *post mortem* byl patrný pokles hodnot pH. Většina autorů uvádí pouze hodnoty naměřené v čase 15 minut a 24 hodin *post mortem*, aniž by postihovala dynamiku celého průběhu. Citovaní autoři zjistili za 15 minut po zabití kuřat v jejich prsní svalovině velmi široké rozmezí hodnot pH, a to od 6,05 do 6,78, po 24 hodinách hodnoty 5,56 až 6,00 pH. Konečné hodnoty pH mají vliv na rychlost a intenzitu mikrobiální proteolýzy masa, na snadnost dělení a vykostování kuřat i na vaznost kuřecího masa.

Stehenní svalovina vykazovala od prvních měření (obr. 1) neustálý, ale jen velmi mírný vzestup hodnot pH do oblasti 6,50 až 6,60. Je to nepochybně důsledek odlišné histologické stavby svalů (Uhrín, 1995) i funkční zátěže stehenního svalstva kuřat při jejich nakládce, transportu a vykládce a následného zavěšování na porážecí linku a příslušné fyzické zátěže až do fáze omráčení a vykvrvení. Svalový glykogen se vyčerpal a také kyselina mléčná byla ze svalů odplavena, takže nejsou předpoklady pro okyselení masa, které by mohlo vzdorovat mikrobiálnímu kažení. Naproti tomu prsní svalovina dosahuje hodnot pH s určitým bakteriostatickým účinkem (hodnoty 6,0 a nižší).



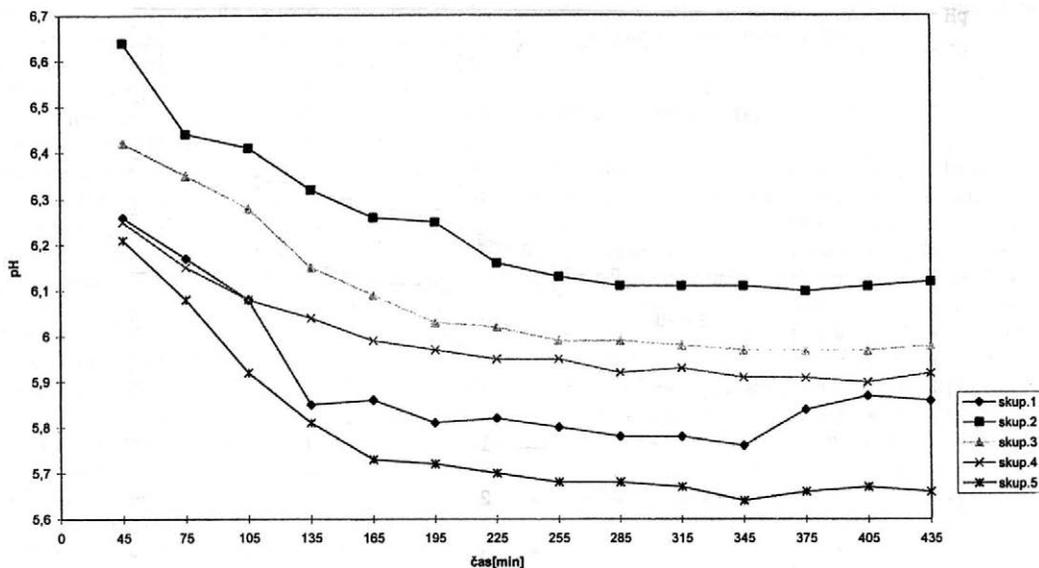
1. Průběh hodnot pH v prsní a stehenní svalovině kuřat po kuchání a po chlazení v časovém úseku sedmi hodin *post mortem* (kuřata odebraná z linky po kuchání: 1 – prsní svalovina, 2 – stehenní svalovina; kuřata odebraná z linky po vychlazení: 3 – prsní svalovina, 4 – stehenní svalovina) – The curve of pH values in the breast and thigh muscles of plucked and drawn chickens and after their chilling within seven hours *post mortem* (plucked and drawn chickens sampled from the line: 1 – breast muscle, 2 – thigh muscle; chickens sampled from the line after chilling: 3 – breast muscle, 4 – thigh muscle)

Poslední fází jatečního zpracování kuřat je jejich zchlazení. Hodnotili jsme proto průběh hodnot pH ve svalovině zchlazených kuřat a pro srovnání i před zchlazením, tedy po operaci kuchání. Z grafického vyjádření (obr. 1) je zřejmé, že rozdíly jsou jen velmi malé. Hodnoty pH ve svalovině zchlazených kuřat jsou vždy nepatrně vyšší, ale v případě prsní svaloviny se po třech hodinách zcela vyrovnají. Předložené průměrné hodnoty pH ukazují základní tendence změn a rozdílnost průběhu v prsní a stehenní svalovině.

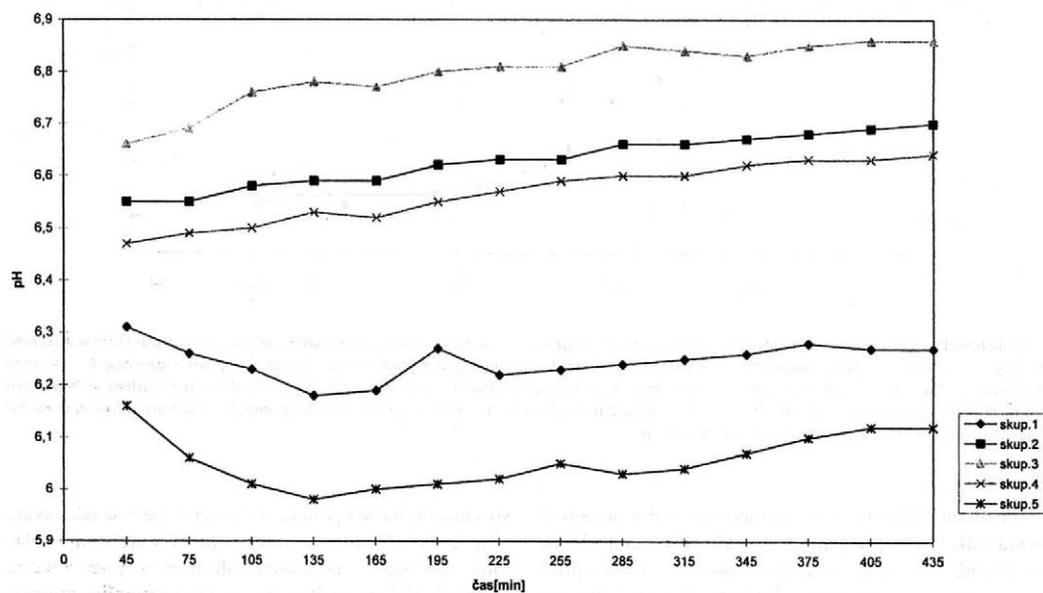
Pro zpracovatelskou praxi je žádoucí standardní surovina. Proto bylo dalším cílem práce zjistit variabilitu změn pH ve svalovině. Zjištěné vzájemné rozdíly mezi

srovnatelnými skupinami byly větší, než se očekávalo (obr. 2 a 3). Tendence změn u prsní a stehenní svaloviny byly sice vždy shodné, ale úroveň hodnot velmi rozdílná. Vzhledem k volbě experimentálního materiálu ani nebyla snaha vyvozovat míru závažnosti možných faktorů, naopak se prokázalo, že s tak velkou variabilitou se u milionů porážených kuřat musí počítat nejen u hodnot pH, ale i u většiny jakostních znaků kuřecího masa.

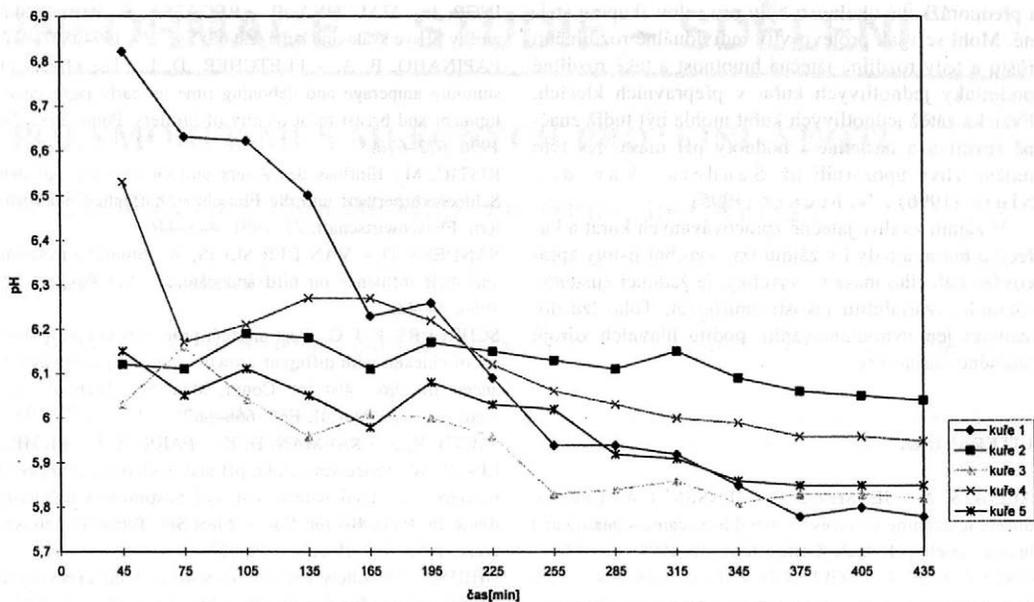
Velmi rozdílné hodnoty pH byly zjištěny i ve svalovině jednotlivých kuřat uvnitř hodnocených skupin. V tomto případě jsou příčiny zjištěných rozdílů (obr. 4 a 5) méně zřejmé, poněvadž původ kuřat, jejich výkrm



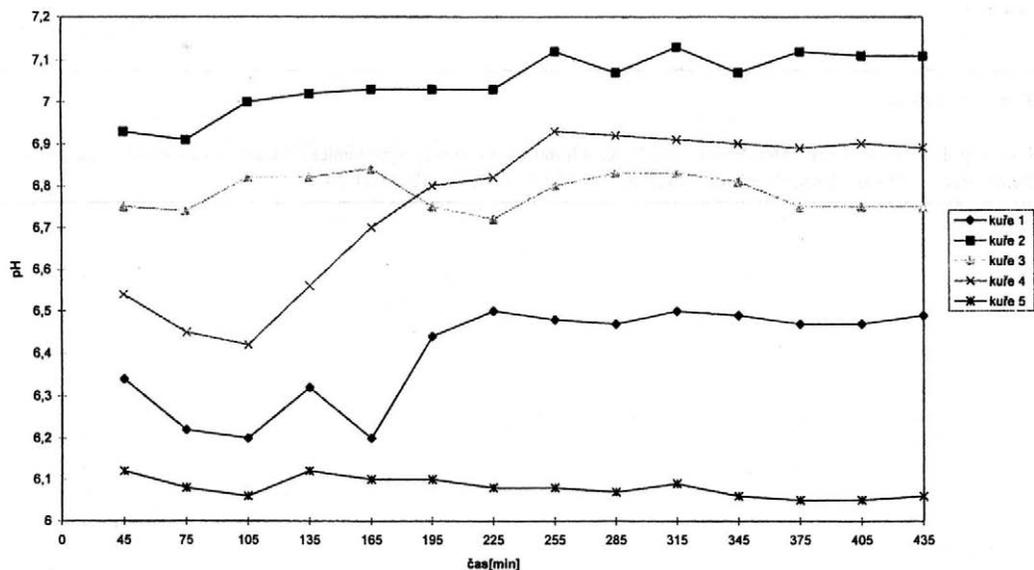
2. Dynamika hodnot pH v kuřecí prsní svalovině po chlazení – Dynamics of pH values in the chicken breast muscle after chilling; čas = time (for Figs. 2–5)



3. Dynamika hodnot pH v kuřecí stehenní svalovině po chlazení – Dynamics of pH values in the chicken thigh muscle after chilling



4. Dynamika hodnot pH v kuřecí prsní svalovině po chlazení – měřeno uvnitř skupiny během jednoho dne – Dynamics of pH values in the chicken breast muscle after chilling – measured within the group within one day



5. Dynamika hodnot pH v kuřecí stehenní svalovině po chlazení – měřeno uvnitř skupiny během jednoho dne – Dynamics of pH values in the chicken thigh muscle after chilling – measured within the group within one day

i předporážkové okolnosti byly pro celou skupinu stejné. Mohl se však projevit vliv individuálně rozdílného růstu a tedy rozdílná jatečná hmotnost a také rozdílné podmínky jednotlivých kuřat v přepravních klecích. Fyzická zátěž jednotlivých kuřat mohla být tudíž značně rozdílná a následně i hodnoty pH masa. Na tyto možné vlivy upozornili již Sanders, Van der Sluis (1996) i Schreurs (1995).

V zájmu kvality jatečně zpracovávaných kuřat a kuřecího masa, a tedy i v zájmu tzv. výrobní jistoty zpracování kuřecího masa na výrobky, je žádoucí zjištěnou rozsáhlou variabilitu jakosti zmírňovat. Toho lze dosáhnout jen vyhodnocováním podílů hlavních zdrojů zmíněné variability.

LITERATURA

ALI, A. S. A. – JENSEN, J. F. – JENSEN, J. A.: Effect of different stunning voltages on blood loss, carcass quality and breast muscle pH. *Arch. Geflügelkde*, 59, 1995: 126–131.

GAULT, N. F. S. – TOLLAND, E. L. C. – DUNN, A. A.: The contribution of shortening to textural variability in chicken pectoralis muscle. In: *Proc. 41st Int. Congr. Meat Sci. Technol.*, San Antonio, 1995, Vol. II, E37: 616–617.

HILLEBRAND, S. J. W. – LAMBLOOY, E. – VEERKAMP, C. H.: The effects of alternative electrical and mechanical stunning methods on hemorrhaging and meat quality of broiler breast and thigh muscles. *Poult. Sci.*, 75, 1996: 664–671.

INGR, I. – MALCOVÁ, P. – REGASSA, S.: Postmortální změny pH ve svalovině kuřat. *Živoč. Výr.*, 39, 1994: 837–847.

PAPINAHU, P. A. – FLETCHER, D. L.: The effects of stunning amperage and deboning time on early rigor development and breast meat quality of broilers. *Poult. Sci.*, 75, 1996: 672–676.

RISTIČ, M.: Einfluss des Alters und Geschlechts auf den Schlachtkörperwert und die Fleischbeschaffenheit bei Broilern. *Fleischwirtschaft*, 71, 1991: 443–446.

SANDERS, D. – VAN DER SLUIS, W.: Stunning methods and their influence on bird and carcass. *Wld Poultry*, 12, 1996: 44–48.

SCHREURS, F. J. G.: Post mortem processes in breast muscle of chicken with different growth rates and protein efficiencies. In: *Proc. 41st Int. Congr. Meat Sci. Technol.*, San Antonio, 1995, Vol. II, E62: 666–667.

SMITH, B. S. – SALMAN, H. K. – FARR, A. J. – McMILLIN, K. W.: Processing yield, pH and tenderness changes in broilers with feed withdrawal and postmortem deboning times. In: *Proc. 41st Int. Congr. Meat Sci. Technol.*, San Antonio, 1995, Vol. II, E37: 616–617.

UHRÍN, V.: Rozdiely v štruktúre medzi bielymi a červenými svalmi vtákov. *Živoč. Výr.*, 40, 1995: 337–342.

YOUNG, L. L. – NORTH CUTT, J. K. – LYON, C. E.: Effect of stunning time and polyphosphates on quality of cooked chicken breast meat. *Poult. Sci.*, 75, 1996: 677–681.

Došlo 7. 2. 1997

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Ivo Ingr, DrSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Agronomická fakulta, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 31 97, fax: 05/45 21 20 44

POLYMORFISMUS MLÉČNÝCH PROTEINŮ SKOTU

THE POLYMORPHISM OF MILK PROTEINS IN CATTLE

J. Čítek, J. Mašková

University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: The practical sense of genotyping of milk proteins related to milk production is discussed in the review. The methods of genotyping are briefly described, and the allele frequencies in different cattle breeds of recent years are summarized.

cattle; milk; proteins; polymorphism; genotyping; milk performance; allele frequencies

ABSTRAKT: V článku jsou zpracovány literární údaje shromážděné s využitím databází Agris, Agricola a Biological Abstracts a z domácích pramenů z posledních několika let. Je diskutován praktický význam genotypizace mléčných proteinů ve vztahu k produkci mléka. Jsou zde stručně popsány metody genotypizace zejména s ohledem na rozvoj molekulárněgenetických metod a shrnuty frekvence alel nejčastěji sledovaných mléčných proteinů u různých plemen skotu.

skot; mléko; proteiny; polymorfismus; metody genotypizace; užitkovost; frekvence alel

Mléčné proteiny

Polymorfismus mléčných proteinů skotu je po několika desetiletí objektem zájmu zejména pro možný vztah ke kvantitativním a kvalitativním aspektům produkce mléka. V této studii jsou diskutovány některé výsledky z posledních let.

Největší skupinu mléčných proteinů, cca 78–82 %, tvoří kazeiny, 18–22 % syrovátkové proteiny (Kräusslich et al., 1994 aj.). Výčet alel hlavních proteinových komponent kravského mléka lze nalézt u řady autorů. Např. Rottmann, Schlee (1992) a Kräusslich et al. (1994) uvádějí pro α_{s1} -kazein (CN) alely A, B, C, D a E, α_{s2} -kazein alely A, B, C a D, β -kazein alely A¹, A², A³, B¹, B², C, D a E a κ -kazein alely A, B, C, D a E. Dalšími důležitými mléčnými proteiny jsou syrovátkové α -laktalbumin (LA) s alelami A, B a C, β -laktoglobulin (LG) s alelami A, B, C, D, E, F, G a W, sérový albumin a imunoglobulin.

Prinzenberg et al. (1996) a Erhardt (1996) popisují pro κ -kazein nové alely F a G nalezené u populací skotu plemen ayrshire a pingavské, Zakharov et al. (1996) uvádějí nové alely G a H u jaha, zubra a buvola. Rovněž alely C a E byly detekovány poměrně nedávno (Seibert et al., 1987; Erhardt, 1989). Baranyi et al. (1992) detekovali u maďarského šedého skotu novou alelu X na β -laktoglobulinovém lokusu. Protože varianty se liší několika substitucemi

v sekvenci aminokyselin, předpokládá se, že k odlišení alel v rámci jednoho systému došlo jednoduchými bodovými mutacemi. Vztahy mezi alelami uvnitř systému patří ke kodominantnímu typu dědičnosti.

Monteagudo et al. (1992) řadí κ -kazein do syn-tenní skupiny U 15. Mezi lokusy kódujícími kazeiny existuje genetická vazba: α_{s1} -CN, β -CN, α_{s2} -CN a κ -CN jsou lokalizovány na chromozomu 6 ve fragmentu dlouhém přibližně 200 kb (Feretti et al., 1990; Threadgill, Womack, 1990).

Detekce alel a genotypů

V prvních pracích, které popisují rozlišení různých variant proteinů, byla používána metoda přímé detekce elektroforézou na gelu. Odlišná primární struktura jednotlivých variant vede ke vzniku odlišného elektrického náboje. Rozdíly tohoto náboje způsobí po zapojení jednosměrného proudu v elektroforetickém zařízení různou rychlost migrace molekul proteinů v gelu. Po obarvení je možné vidět jednotlivé frakce jako pásy v různé vzdálenosti od startu. Na základě takto zjištěných fenotypů jsou určeny genotypy sledovaných zvířat.

S rozvojem molekulárněgenetických metod se začaly používat přímé analýzy genotypů z DNA. Tyto metody umožňují zjistit variantu genu pro mléčné proteiny i u samčí části populace a u mladých, dosud nelaktujících

cích plemenic. Analyzovaná DNA se získává nejen z krve, ale také ze spermatu nebo srsti zvířat (např. Schlee, Rottman, 1992a) nebo stěru nosní sliznice (Schellander et al., 1992). Pro izolaci DNA se používají např. metody publikované autory Kawasaki (1990), Wang et al. (1994), Gemmel, Akiyama (1996) aj.

Dvě základní metody genotypizace jsou: kombinace polymerázové řetězové reakce (PCR) a polymorfismu délky restričních fragmentů (RFLP) a alelově specifická polymerázová řetězová reakce (ASPCR). Princip první metody spočívá v amplifikaci určitého úseku DNA, ve kterém leží část genu sledovaného proteinu, pomocí dvou primerů (metoda PCR). Tato část probíhá v termální cyklu, kde se v několika cyklech opakuje sled optimálních teplot pro jednotlivé kroky amplifikace. Po amplifikaci následuje rozštěpení jedné ze dvou přítomných variant PCR produktu specifickou restriktázou, jejíž cílová sekvence je shodná s místem, kde došlo k substituci, která odlišuje dvě varianty sledovaného proteinu (metoda RFLP). Výsledek se zjišťuje pomocí elektroforézy na agarózovém gelu s ethidium bromidem.

Druhá metoda využívá faktu, že dva oligomery lišící se bázi na 3' konci nemohou pracovat jako primery. Taq polymeráza pracuje s porušeným primerem výrazně hůře než se správným. Pro každou analyzovanou bodovou mutaci je nutné vždy provést dva PCR testy s jedním specifickým a druhým obecným primerem. Dva alelově specifické primery odpovídající na 3' konci nukleotidové sekvenci jedné nebo druhé alely se použijí ve dvou PCR spolu s jedním obecným primerem. Amplifikace proběhne jen za přítomnosti alely obsahující stejnou sekvenci nukleotidů, jako má specifický primer. Další pár primerů amplifikuje při všech prováděných analýzách další fragment jako vnitřní kontrolu (Schlee et al., 1992). Výsledky se opět zjišťují elektroforeticky buď na agarózovém gelu s ethidium bromidem, nebo na polyakrylamidovém gelu.

Při určování variant κ -CN je používána metoda PCR/RFLP. K rozlišení alel A a B je používána restriktáza Hind III nebo Hinf I. Pro rozlišení alel A a E je PCR produkt nositelů alely A štěpen enzymem Hae III. K odlišení alely C od alel A, B a E je PCR produkt štěpen Mae II restriktázou, která má restriční místo u variant A, B a E, ale u varianty C chybí. Schlee, Rottmann (1992a) a Pešek et al. (1996) použili primery 5' CACGTCACCCACCCATTATC3' a 5' TAATTAGCCATTTCGCCTTCTCTGT 3', teplotu při annealingu 56 °C, délka frakce alely A byla 379 bp, alely B 223+156. Čítek a Antes (1996) použili k amplifikaci primery 5' ATCATTATGCCATTCCACCAAAG 3' a 5' GCCCATTTCGCCTTCTCTGTAACAGA 3', teplotu při annealingu 55 °C, délka frakce alely A byla 351 bp, alely B 219+132. Lien a Rogne (1993) při identifikaci alel A, B a E amplifikovali s primery 5' CCATCTACGGTAGTTTAGATG 3' a 5' GAAATCCTACCATCAATACC 3' při 62 °C fragment 271 bp,

Velmala et al. (1993) při identifikaci těchže alel použili primery 5' CATTATGGCCATTCCACCAAAG 3' a 5' CATTATGGCCATTCCACCAAAG 3', při 60 °C byl amplifikován fragment 337 bp. Sekvence primerů pro identifikaci alely C uvádějí Schlee, Rottmann (1992b). Chung et al. (1995) a Sulimova et al. (1992) referují o použití restriktáz Hind III, Rsa I, Taq I a Pst I při genotypizaci alel A a B. Určení pohlaví a genotypu pro κ -kazein u embryí pomocí jedné PCR a následné digesce Pst I provedli Schellander et al. (1993).

Pracovně náročnější, avšak detailnější analýzou než PCR/RFLP nebo ASPCR je sekvenování, které umožňuje odhalit všechny bodové mutace studovaného úseku DNA. Schild et al. (1994) zjistili při sekvenování cca 1 kb dlouhého úseku 5' flanking oblasti κ -kazeinového genu, který zahrnoval exon I celkem 15 variant DNA, některé polymorfismy byly lokalizovány v potenciálních regulačních místech.

Metoda PCR/RFLP je dále používána při rozlišení alel A a B u β -LG genu. Schlee a Rottmann (1992c) použili pro štěpení restriktázu Hae III. Amplifikací vznikl fragment o 256 bp, který byl štěpen na úseky 166+99 bp u genotypu AA, 99+92+72 bp u BB a 166+99+92+72 bp u heterozygotů AB. Fragmenty mající podobnou délku jsou však těžko rozlišitelné elektroforeticky na 4% agarózovém gelu, a proto autoři doporučují použít metodu ASPCR, která při genotypizaci β -LG genu poskytuje lépe rozlišitelné výsledky. Dále tito autoři popisují rozlišení alel A¹, A², B a C β -CN genu metodou ASPCR. Metodu PCR/RFLP použili rovněž Chung et al. (1994) a Rodellar et al. (1992).

Metoda ASPCR je využívána v případech, kdy alely nelze jinak rozlišit. Příkladem je gen pro α_{S1} -CN. Jeho dvě alely B a C se liší substitucí na 192. aminokyselinové pozici, nelze je však rozlišit pomocí RFLP. Schlee a Rottmann (1992d) dokázali rozlišit tyto dvě alely pomocí specifických primerů. Primer AS1 (5' GGCTCTGAGAACAGTGA3') byl použit jako specifický pro alelu B a primer AS2 (5' GGCTCTGAGAACAGTGG3') jako specifický pro alelu C. Jako obecný primer posloužil AS3 (5' CCATTTTCAGAAAATTGTAGTATAGGAC3'). Amplifikace proběhla ve 25 cyklech při teplotách: 92 °C – 60 s, 60 °C – 60 s, 72 °C – 60 s. David a Deutch (1992) genotypizovali α_{S1} -kazein alelově specifickou PCR a κ -kazein metodou PCR/RFLP. Amplifikáty k analýze byly získávány v jedné polymerázové řetězové reakci.

Pro genotypizaci β -kazeinu aplikovali Schlee a Rottmann (1992c) alelově specifickou PCR a Pinder et al. (1991) hybridizaci s alelově specifickým nukleotidem na membráně. Tuto metodu doporučují jako rychlejší a citlivější než tradiční RFLP analýzy.

Na α -laktalbuminovém lokusu se alely A a B liší aminokyselinou na 10. pozici – u alely B je zde arginin, u alely A glutamin (Schlee, Rottmann, 1992c).

Protože se však alela A u běžných evropských plemen skotu nevyskytuje, analyzovali genotyp fečkého stepního skotu, egyptského buvola, egyptských baladi, bantenga, dahomey a zebu. Z 28 zvířat byla pouze dvě heterozygotními nositeli alely A.

Frekvence alel α_{S1} -kazeinu, β -kazeinu, κ -kazeinu a β -laktoglobulinu u různých plemen skotu

Při sledování polymorfních systémů mléčných bílkovin u různých plemen skotu jsou zjišťovány rozdílné frekvence alel (tab. I). Tato variabilita se projevuje zejména mezi nejčastěji zjišťovanými variantami jednoho proteinu.

U α_{S1} -CN byla nejčastěji zjištěna alela B s frekvencí 0,80–0,97, přičemž výraznější rozdíl mezi plemeny není patrný. Výskyt alely A uvádějí např. Ortner et al. (1995), Tong et al. (1993).

U β -CN je nejčastěji se vyskytující alelou A^2 (0,23–0,75) a $A1$ (0,10–0,78). Vysoké frekvence alely A^1 zjistili Panicke (1996) u německého černostrakatého a černostrakatého mléčného plemene a Pinder et al. (1991) u holštýnsko-fríského plemene, naproti tomu u kombinovaných plemen alpského původu – simenského, hnědého, maďarského strakatého a maďarského šedého – uvádějí Ortner et al. (1995) a Baranyi et al. (1993) nižší výskyt. Frekvence alel A^3 , B a C jsou velmi nízké, hodnota 0,16 pro hnědý skot představuje výjimku.

Vzhledem k prokazatelnému pozitivnímu vlivu alely B na syřitelnost mléka je nejvíce údajů k dispozici pro κ -CN. U kombinovaných plemen je frekvence alely B poměrně vysoká – Čítek, Antes (1996) zjistili u české červinky 0,48, Řehout et al. (1992) rovněž u červinky 0,54, Mácha (1992) u českého strakatého skotu 0,47, u slovenského strakatého 0,48, u jerseykého 0,48 a 0,89, Ortner et al. (1995) u hnědého skotu 0,59, Vašíček et al. (1995) u simenského 0,56, Sabour et al. (1993) u jerseykého 0,92. Ghuravel et al. (1996) uvádějí frekvence alely B u hnědého karpatského skotu 0,36, u šedého ukrajinského 0,50 a u červeného gorbatovéského 0,47–0,57.

U holštýnsko-fríského skotu a u populací, které jsou pod silným vlivem tohoto vysoce produktivního plemene, jsou většinou autorů uváděny nízké frekvence alely B – od 0,31 (Mácha, 1992), 0,13 (Panicke et al., 1996), 0,14 a 0,11 (Sabour et al., 1993) až po 0,10 (Ghuravel et al., 1996). Čítek et al. (1997) zjistili u českého strakatého skotu frekvenci alely B 0,414 a u černostrakatého skotu 0,220. Rozdíl byl statisticky významný na hladině 0,01, stejně jako rozdíl ve frekvencích genotypu BB. Litwinczuk (1991) a Kaminski, Figiel (1993) uvádějí pro zmíněnou otázku vcelku výstižný závěr, že u analyzované populace polského černostrakatého skotu klesala frekvence alely B se stoupajícím podílem holštýnsko-fríského plemene. Frekvence alel C a E byly velmi nízké. Zarazaga et al. (1996) uvádějí u autochtinného špa-

nělského plemene menorquina frekvenci alely C 0,13. Nebola a Dvořák (1994) zjistili alelu E u 4 ze 40 analyzovaných krav. Chrenek et al. (1996) uvádějí u slovenského pincgavského plemene frekvenci 0,0164, u slovenského strakatého 0,0077 a u holštýnského 0,0169, Lien a Rogne (1993) u populace skotu v Norsku 0,05. Zakharov et al. (1996) uvádějí pro alelu G κ -CN u jaka a zubra frekvenci 0,52 a 0,78 a pro alelu F u jakutského skotu 0,07.

U posledního ze sledovaných polymorfních proteinů – β -LG – byla u většiny populací v převaze alela B, poněkud nižší frekvenci vykazovala alela A (Řehout et al., 1992; Panicke et al., 1996; Fahr, Lengerken, 1996; Vági et al., 1996). Ostatní alely (D, X) se vyskytovaly vzácně s frekvencemi okolo 0,02. Hanuš a Beber (1995) uvádějí u plemen české strakaté a černostrakaté nižší frekvence alely C 0,48 a 0,62, Trakovnická et al. (1996) u jedné ze čtyř sledovaných populací 0,093.

Praktický význam

Detekci genotypů na polymorfních lokusech pro mléčné proteiny lze využít k populačněgenetickým studiím, jako je posouzení homogenity, resp. heterogenity populace, sledování vývoje plemene, mapování aj.

Polymorfismu mléčných bílkovin skotu je však v posledních 30 letech věnována velká pozornost zejména z důvodu možného vztahu mezi variantami mléčných proteinů a užitkovostí. Nejvíce jsou sledovány varianty β -LG, β -CN a κ -CN. Doposud byla většina analýz prováděna k vědeckým účelům, jen menší část pro použití v praktickém chovu (Schlee, 1993).

β -LG gen: Panicke et al. (1996) uvádějí, že genotyp AA má pozitivní, statisticky významný vliv na obsah bílkovin v mléce a zlepšuje významně poměr proteinů k tuku. Produkce mléka, tuku a bílkovin a obsah tuku nebyly významně ovlivněny. Dále uvádí, že alela A β -LG spolu s alelami A^2 β -CN genu a B κ -CN genu aditivně zvyšují poměr proteinů k tuku. Hill (1993) uvádí, že vzorky mléka od krav s genotypem AA pro β -LG gen obsahovaly o 28 % více syrovátkových proteinů a o 11 % méně tuku než vzorky s genotypem BB v tomto genu. Naproti tomu Mao et al. (1992) uvádějí, že alela B byla významně spojena se zvýšením obsahu tuku; genotyp na kazeinových lokusech tučnost neovlivnil. Fahr a Lengerken (1996) uvádějí mezi genotypy jen nízké difference v užitkovosti.

β -CN gen: Panicke et al. (1996) zjistili u jedné ze dvou sledovaných populací pozitivní vliv genotypu A^2A^2 na produkci mléka a pozitivní vliv genotypu A^1A^1 na obsah tuku, Fahr a Lengerken (1996) rovněž u černostrakatého skotu uvádějí statisticky významně příznivý vliv genotypu A^2A^2 na produkci mléka, tuku a bílkovin v kilogramech. Schlee a Rottmann (1992c) uvádějí, že alela A^2 zvyšuje produkci mléka, proteinů a tuku více než alela A^1 .

I. Frekvence alel α_{S1} -, β - a κ -kazeinu a β -laktoglobulinu u různých plemen skotu – Frequencies of alleles of α_{S1} -, β - and κ -casein and β -lactoglobulin in different cattle breeds

Autor ¹	Gen/alela ²	α_{S1} -CN			β -CN					κ -CN				β -LG					
	plemeno ³	A	B	C	A	A ¹	A ²	A ³	B	C	A	B	C	E	A	B	C	D	X
1	česká červinka ⁴		0,96	0,04	0,79				0,21		0,46	0,54			0,43	0,57			
2	simenské ⁵		0,87	0,13		0,22	0,69	0,002	0,08	0,01	0,70	0,29	0,02		0,46	0,52		0,02	
	braunvieh ⁶	0,001	0,93	0,07		0,11	0,71		0,16	0,01	0,40	0,59	0,01		0,42	0,58			
3	německé černostrakaté ⁷		0,96	0,04		0,78	0,20		0,02		0,74	0,17		0,09	0,50	0,50			
	černostrakaté ⁸		0,97	0,03		0,53	0,41	0,004	0,05		0,70	0,29		0,02	0,36	0,64			
	holštýnsko-friské ⁹		0,98	0,03		0,43	0,55	0,004	0,02		0,83	0,13		0,05	0,39	0,61			
4	maďarské strakaté ¹⁰		0,89	0,11		0,21	0,72		0,06	0,01	0,75	0,22	0,03		0,47	0,50		0,03	
	maďarské šedé ¹¹		0,82	0,18		0,23	0,75		0,02		0,64	0,36			0,20	0,75			0,05
5	norský skot ¹²		0,90	0,10		0,40	0,49		0,10		0,84	0,11		0,05					
6	české strakaté ¹³		0,92	0,08	0,98				0,01	0,01	0,65	0,35			0,52		0,48		
	černostrakaté nížinné ¹⁴		0,97	0,03	0,96				0,04		0,72	0,02			0,38		0,62		
7	holštýnsko-friské ⁹		0,97	0,03															
	jerseyské ¹⁵		0,78	0,22															
8	černostrakaté ⁸ 1					0,52	0,42	0,01	0,05		0,74	0,26			0,41	0,59			
	černostrakaté 2					0,52	0,42	0,01	0,05		0,72	0,28			0,41	0,59			
	černostrakaté 3					0,46	0,49	0,02	0,03		0,73	0,17			0,39	0,61			
	černostrakaté 4					0,41	0,53	0,01	0,05		0,77	0,23			0,44	0,56			
9	holštýnsko-friské ⁹					0,61	0,29	0,05	0,05		0,80	0,20							
10	česká červinka ⁴										0,52	0,48							
11	české strakaté ¹³										0,67	0,32		0,02	0,53	0,47			
12	české strakaté ¹³										0,51	0,42		0,07					
	černostrakaté ⁸										0,76	0,22		0,02					
13	holštýnsko-friské ⁹				0,93				0,07		0,82	0,18			0,42	0,58			
	asturské nížinné ¹⁶				0,96				0,04		0,62	0,38			0,52	0,48			
	plavé galické ¹⁷				0,89				0,11		0,53	0,47			0,55	0,45			
	pyrenejské ¹⁸				0,89				0,11		0,53	0,47			0,61	0,39			
	limousine ¹⁹				0,95				0,05		0,28	0,72			0,85	0,15			

Pokračování Tab. I – Continuation of Tab. I

Autor ¹	Gen/alela ²	α_{S1} -CN			β -CN						κ -CN				β -LG					
	plemeno ³	A	B	C	A	A ¹	A ²	A ³	B	C	A	B	C	E	A	B	C	D	X	
14	české strakaté ¹³										0,53	0,47								
	slovenské strakaté ²⁰										0,52	0,48								
	holštýnsko-fríské ⁹										0,79	0,31								
	ayrshire ²¹										0,88	0,12								
	jerseyské ¹⁵ (1)										0,52	0,48								
	jerseyské (2)										0,11	0,89								
15	finský ayrshire ²²										0,62	0,10		0,29	0,25	0,75				
	finské fríské ²³										0,85	0,14		0,01	0,56	0,44				
16	polské černostrakaté ²⁴										0,76	0,24								
17	holštýnsko-fríské ⁹										0,82	0,18	0,00	0,00	0,41	0,59				
18	holštýnsko-fríské ⁹										0,79	0,21								
	černostrakaté ⁸										0,78	0,22								
	simenské ⁵										0,44	0,56								
	pinzgavské ²⁵										0,76	0,24								
19	české strakaté										0,59	0,33		0,08						
	montbéliard ²⁶										0,56	0,41		0,03						
	polské strakaté ²⁷										0,63	0,36		0,01						

1 – Řehout et al. (1992), 2 – Ortner et al. (1995), 3 – Panicke et al. (1996), 4 – Baranyi et al. (1993), 5 – Lien, Rogne (1993), 6 – Hanuš, Beber (1995), 7 – David, Deutch (1992), 8 – Fahr, Lengerken (1996), 9 – Pinder et al. (1991), 10 – Čítek, Antes (1996), 11 – Havlíček et al. (1996), 12 – Čítek et al. (1997), 13 – Osta et al. (1994), 14 – Mácha (1992), 15 – Velmala et al. (1993), 16 – Kaminski, Figiel (1993), 17 – Pazdera et al. (1995), 18 – Vašíček et al. (1995), 19 – Nebola et al. (1996)

¹source, ²gene/allele, ³breed, ⁴Czech Red cattle, ⁵Simmental cattle, ⁶Braunvieh, ⁷German Black-Pied cattle, ⁸Black-Pied cattle, ⁹Holstein-Friesian cattle, ¹⁰Hungarian Pied cattle, ¹¹Hungarian Grey cattle, ¹²Norwegian cattle, ¹³Czech Pied cattle, ¹⁴Black-Pied Lowland cattle, ¹⁵Jersey cattle, ¹⁶Asturian Lowland cattle, ¹⁷Galician Blond cattle, ¹⁸Pyrenean cattle, ¹⁹Limousine cattle, ²⁰Slovakian Pied cattle, ²¹Ayrshire cattle, ²²Finnish Ayrshire cattle, ²³Finnish Friesian cattle, ²⁴Polish Black-Pied cattle, ²⁵Pinzgau cattle, ²⁶Montbéliard cattle, ²⁷Polish Pied cattle

κ -CN gen: Pozitivní vliv na vlastnosti mléka při výrobě sýrů má genotyp BB. P e š e k et al. (1996) zjistili, že u tohoto genotypu byla nejkratší doba syření a až 20krát nižší množství syrovátkového prachu v syrovátce než u genotypu AA. Tyto výsledky jsou v souladu se závěry prací autorů M á c h a (1992), P u t z et al. (1991), D a v o l i et al. (1990) a P a n i c k e et al. (1996). Posledně jmenovaní autoři zjistili u jedné ze dvou populací černostrakatého skotu statisticky významně vyšší tučnost mléka a obsah bílkovin u genotypu BB a AB ve srovnání s genotypem AA. Vliv genotypu na produkci mléka, tuku a bílkovin byl statisticky nevýznamný. U druhé populace zjistili významný vliv na produkci bílkovin, zatímco produkce mléka a obsah tuku a bílkovin genotypem ovlivněny nebyly. E r h a r d t et al. (1996) sledovali vliv alely B κ -CN na sýrařské vlastnosti mléka. Sledovaná stáda rozdělili na dvě skupiny podle zastoupení alely B a vytvořili směsné vzorky mléka. Výsledky ukázaly, že u skupiny s vyšším zastoupením alely B byla o 2,3 % vyšší produkce sýra, která byla způsobena vyšším obsahem tuku a bílkovin. Také sýry z tohoto mléka obsahovaly vyšší podíl bílkovin.

H a v l í č e k et al. (1996) se zaměřili na vliv genotypů κ -CN a β -LG na technologické vlastnosti mléka. Oproti očekávanému nejlepšímu výsledku u genotypu BB/BB se v souhrnném hodnocení ukázal jako nejlepší genotyp β -LG AB / κ -CN AB. Nejhorší vlastnosti pro výrobu sýra vykazovalo mléko genotypu β -LG AA / κ -CN AA. H a v l í č e k (1996) zjistil u genotypu κ -CN BB spotřebu 3,73 litru mléka na výrobu 1 kg smetanového sýra, u genotypu AB 4,33 litru. U genotypu AA došlo při zpracování syření ke rozpadu sraženiny na kašovitou hmotu a při nalití ke značnému úniku syrového prachu do syrovátky. P a b s t a G r a v e r t (1996) zjistili u mléka dojníc s κ -CN genotypem BB vyšší výtěžnost sýra a nižší obsah syrového prachu v syrovátce. Doba potřebná k zasýření, senzoričké vlastnosti a proces zrání sýra nebyly ovlivněny. Upozorňují, že v literatuře dosud nejsou údaje o významu mléka s genotypem BB pro další mlékárenské produkty. F a h r a L e n g e r k e n (1996) na rozdíl od výše uvedených autorů zjistili u genotypu BB signifikantně kratší dobu syření než u genotypu AA; genotyp AB byl intermediární. U genotypu BB byla také o cca 30 % vyšší pevnost syřeniny a statisticky významně vyšší obsah bílkovin v syrovém mléce. E e n e n n a a m a M e d r a n o (1991a) sledovali expresi κ -kazeinového genu u heterozygotních krav. Uvádějí, že alela B má úroveň exprese vyšší, což podle nich podporuje předěšlá zjištění, že podíl κ -kazeinu v mléce má vztah ke genotypu v pořadí BB > AB > AA. C r e a n g a et al. (1996) zjistili významné rozdíly v celkovém obsahu bílkovin a obsahu kazeinů mezi homozygoty AA a BB. B a r t a l o s et al. (1996) zjišťovali vliv genotypu pro κ -CN, β -LG, α_{s1} -CN a β -CN na výšku nádoje, obsah tuku, bílkovin a některých minerálních látek a na fyzikální a technologické vlastnosti mléka.

Vzhledem k opakovaně prokázanému vztahu mezi genotypem, zejména pro κ -CN a β -LG, a kvalitativními vlastnostmi mléka diskutují někteří autoři možnost využití tohoto vztahu ve šlechtitelských programech. N g - K w a i - H a n g et al. (1991) zvažovali možnost zvýšení frekvence alely B v populaci holštýnského skotu. P u t z et al. (1991) se zabývali možnostmi selekce sýrařsky výhodných genotypů mléčných proteinů u strakatého skotu (Fleckvieh) v Bavorsku. Konstatovali, že pokud není mléko s lepší syřitelností lépe placeno, není selekce na tyto vlastnosti ekonomicky efektivní. Tuto skutečnost konstatují i E r h a r d t et al. (1996).

Kromě výše uvedených autorů se vztahem mezi geny pro mléčné proteiny a kvantitativními aspekty produkce mléka zabývali např. V e l m a l a et al. (1995), kteří genotypizovali polymorfismus genu pro α_{s1} -CN (alely B a C), β -CN (A^1 , A^2), κ -CN (A, B, E) a mikrosatelity v κ -CN genu. Zjišťovali asociaci mezi devíti různými haplotypy a mléčnou užitkovostí (produkce mléka a tuku, obsah tuku a bílkovin a dojitelnost), přičemž přímý efekt nenalezli. U jedné ze sledovaných rodin zjistili, že chromozomální segment charakterizovaný jedním z haplotypů byl asociován s vyšší produkcí mléka a nižší tučností. U α_{s1} -kazeinového lokusu je alela C spojována s vyšším podílem proteinů v mléce, a zdá se, že zlepšuje vlastnosti mléka pro výrobu sýra (G r a m l et al., 1988). P a n i c k e et al. (1996) zjistili u jedné ze dvou sledovaných populací statisticky významně vyšší produkci tuku u genotypu BC ve srovnání s genotypem BB; obsah tuku ovlivněn nebyl. U druhé populace naopak uvádějí nevýznamné rozdíly v produkci tuku, významně vyšší tučnost a nižší dojivost u genotypu BB. Produkce a obsah bílkovin u obou sledovaných skupin nebyly ovlivněny.

B o v e n h u i s et al. (1992) uvádějí, že κ -CN gen, nebo geny s ním těsně vázané, má vliv na procento bílkovin, gen pro β -LG, nebo geny s ním těsně vázané, ovlivňuje procento tuku. Dále shledali významný vliv genotypu pro β -CN na produkci mléka, procento tuku a produkci bílkovin a genotypu pro β -LG na produkci mléka a proteinu. Podle nich není zcela jasné, zda vliv na produkční parametry mléka má pouze genotyp mléčných proteinů, nebo se na tomto ovlivnění podílí i jiné, s nimi těsně vázané geny. B o v e n h u i s a W e l l e r (1994) popisují vliv β -CN, κ -CN a β -LG a s nimi vázaných QTL na produkci mléka a mléčných složek. M a o et al. (1992) uvádějí, že lokusy pro mléčné proteiny byly zodpovědné za 0,94, 0,81, 1,08, 1,66 a 2,74 % variability pro produkci mléka, tuku a proteinů a obsah tuku a proteinů. E e n e n n a a m a M e d r a n o (1991b) nezjistili významný vliv genotypu pro α_{s1} -CN, β -CN a β -LG na mléčnou užitkovost.

Přes značný počet prací a rozsah studia vztahů mezi geny pro mléčné proteiny a výši mléčné produkce nelze uvést jednoznačný závěr pro selekci. Zjištěné vztahy mezi genotypy pro mléčné proteiny a kvantitativními ukazateli nejsou většinou opakovatelné, proto, jak uvádí H a v l í č e k (1996), zůstává většina autorů na úrovni konstatování zjištěných statistických rozborů.

Rovněž Ortner et al. (1995) shrnují výsledky tak, že nalezené závislosti mezi genotypem pro mléčné proteiny (α_{s1} -CN, β -CN, κ -CN a β -LG) a užitkovými vlastnostmi u krav byly příliš nízké na to, aby z nich bylo možné vyvodit závěry pro selekci. S tímto závěrem se shodují i Ruotien et al. (1996).

LITERATURA

BARANYI, M. – BÖSZE, Z. – BUCHBERGER, J. – KRAUSE, I.: Genetic polymorphism of milk proteins in Hungarian Spotted and Hungarian Grey cattle: A possible new genetic variant of β -lactoglobulin. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993: 630–636.

BARTALOS, T. – HYNKOVÁ, L. – HABÁŇ, R. – POSPÍŠKOVÁ, L. – HLOUŠEK, M. – VEČEŘOVÁ, D.: Vztah genotypu ke složení a vlastnostem mléka. In: XVII. Genetické dny, Brno, MZLU, 1996: 119–120.

BOVENHUIS, H. – WELLER, J. I.: Mapping and analysis of dairy cattle quantitative trait loci by maximum likelihood methodology using milk protein genes as genetic markers. *Genetics*, 137, 1994: 267–280.

BOVENHUIS, H. – VAN ARENDONK, J. A. M. – KORVER, S.: Associations between milk protein polymorphisms and milk production traits. *J. Dairy Sci.*, 75, 1992: 2549–2559.

CREANGA, S. – PIPERNEA, N. – POP, M. – GILCA, I.: The influence of kappa casein polymorphism on some milk production parameters in dairy cows. In: Book of Abstr. 47th Annual Meeting of EAAP, Lillehammer, 1996: 42.

ČÍTEK, J. – ANTES, R.: Detekce alel A a B na κ -kazeinovém lokusu u plemene česká červinka. *Živoč. Vyr.*, 41, 1996: 49–51.

ČÍTEK, J. – ŘEHOUT, V. – HAJIČ, F. – KOŠVANEC, K. – ŠOCH, M.: Genetic polymorphism of kappa-casein locus in Czech Pied and Black Pied cattle. *Živoč. Vyr.*, 42, 1997: 1–4.

DAVID, V. A. – DEUTCH, A. H.: Detection of bovine α_{s1} -casein genomic variants using the allele-specific polymerase chain reaction. *Anim. Genet.*, 23, 1992: 425–429.

DAVOLI, R. – DALL'OLIO, S. – RUSSO, V.: Effect of kappa-casein genotype on the coagulation properties of milk. *J. Anim. Breed. Genet.*, 107, 1990: 458–464.

EENENNAAM, A. VAN – MEDRANO, J. F.: Differences in allelic protein expression in the milk of heterozygous kappa-casein cows. *J. Dairy Sci.*, 74, 1991a: 1491–1496.

EENENNAAM, A. VAN – MEDRANO, J. F.: Milk protein polymorphisms in California dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 74, 1991b: 1730–1742.

ERHARDT, G.: κ -caseins in bovine milk. Evidence of a further allele (κ -Cn E) in different breeds. *J. Anim. Breed. Genet.*, 106, 1989: 225–231.

ERHARDT, G.: Detection of a new κ -CN variant in milk of Pinzgauer cattle. *Anim. Genet.*, 27, 1996: 105–107.

ERHARDT, G. – MÜNSCHER, A. – BEUING, R. – GRANDKE, R. – RENZ-SCHAUER, A.: Effect of genetic polymorphism of bovine milk proteins on cheese yield under practical conditions. In: Book of Abstr. 47th Annual Meeting of EAAP, Lillehammer, 1996: 44.

FAHR, R. D. – LENGERKEN, G.: Die Frequenz bedeutsamer genetischer Varianten der Milchproteine und ihre Nutzungsmöglichkeiten. In: Nové poznatky v technologii výroby a zpracování mléka, Č. Budějovice, Jihočeská univerzita, 1996: 44–47.

FERETTI, L. – LEONE, P. – SGARAMELLA, V.: Long range restriction analysis of the bovine casein genes. *Nucl. Acid Res.*, 18, 1990: 6829–6833.

GEMMEL, N. J. – AKIYAMA, S.: An efficient method for the extraction of DNA from vertebrate tissues. *TIG*, 12, 1996: 338–339.

GHURAVEL, H. V. – KOSTETSKII, I. E. – GLAZKO, V. I.: The kappa-casein polymorphism study in some Ukrainian and Russian local cattle breeds. In: Book of Abstr. XXVth Int. Conf. on Animal Genetics, Tours, France, 1996: 31.

GRAML, R. – BUCHBERGER, J. – PIRCHNER, F.: Züchtung auf Käseeritauglichkeit der Milch? *Züchtungskunde*, 60, 1988: 11–23.

HANUŠ, O. – BEBER, K.: Temporal comparison of gene frequency in milk protein of two bovine breeds. In: Books of Abstr. 46th Meeting of EAAP, Praha, 1995: 48.

HAVLÍČEK, Z.: Genetická variabilita mléčných proteinů ve vztahu k jejich produkci a kvalitě. [Dizertace.] Brno, 1996. 180 s. – Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.

HAVLÍČEK, Z. – HARTMAN, I. – SÁBLÍKOVÁ, L.: Genetické varianty mléčných proteinů a sýrařské vlastnosti mléka. In: XVII. Genetické dny, Brno, MZLU, 1996: 117.

HILL, J. P.: The relationship between beta-lactoglobulin phenotypes and milk composition in New Zealand dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993: 281–286.

CHRENEK, P. – VAŠÍČEK, D. – UHRÍN, P. – BAUEROVÁ, M. – ŠÁTKOVÁ, D. – BULLA, J.: Occurrence of E allele of κ -casein gene in bovine nucleus herds in Slovakia. *Živoč. Vyr.*, 41, 1996: 145–147.

CHUNG, E. R. – KIM, W. T. – HAN, S. K.: DNA genotyping of β -lactoglobulin locus using PCR-RFLP as a selection aid for genetic improvement of dairy cattle. *Korean J. Anim. Sci.*, 36, 1994: 606–612.

CHUNG, E. R. – KIM, W. T. – CHOI, S. H. – RHIM, T. J. – HAN, S. K.: Genotyping of κ -casein locus as genetic marker for dairy cattle improvement using PCR-RFLP method. *Korean J. Anim. Sci.*, 37, 1995: 33–42.

KAMINSKI, S. – FIGIEL, I.: Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White x Holstein Friesian bulls by polymerase chain reaction. *Genet. Polon.*, 34, 1993: 65–72.

KAWASAKI: Sample preparation from blood, cells and other fluids. In: PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications. New York, Academic Press 1990: 146–152.

KRÄUSSLICH, H.: Tierzüchtungslehre. 4. vyd. Stuttgart, Ulmer Verlag 1994. 464 s.

LIEN, S. – ROGNE, S.: Bovine casein haplotypes: number, frequencies and applicability as genetic markers. *Anim. Genet.*, 24, 1993: 373–376.

LITWINCZUK, A.: Polymorphism of milk proteins in Black-and-White cows and crosses with different share of Holstein-Friesian cattle blood. *Animal Sci. Papers and Reports*, 7, 1991: 37–44 (distributed 1992).

MÁCHA, J.: Genetická analýza kapa-kazeinu v mléce skotu. *Živoč. Vyr.*, 37, 1992: 645–651.

- MAO, I. L. – BUTTAZZONI, L. G. – ALEANDRI, R.: Effects of polymorphic milk protein genes on milk yield and composition traits in Holstein cattle. *Acta Agric. Scand., Section A, Anim. Sci.*, 42, 1992: 1–7.
- MONTEAGUDO, L. V. – TEJEDOR, M. T. – ARRUGA, M. V. – MAZHAR, K. – PINDER, S. J. – SAVVA, D. – SKIDMORE, C. J.: Confirmation of assignment of the bovine κ -casein locus by PCR. *Res. Veter. Sci.*, 52, 1992: 264–265.
- NEBOLA, M. – DVOŘÁK, J.: Kapa-kazeinová alela E u skotu v České republice. *Živoč. Vyr.*, 39, 1994: 849–850.
- NEBOLA, M. – DVOŘÁK, J. – SZULC, T.: Polymorfismus genu pro kappa-kazein u plemen skotu chovaných v České republice a Polsku. *Živoč. Vyr.*, 41, 1996: 429–431.
- NG-KWAI-HANG, K. F. – ZADWORNÝ, D. – HAYES, J. F. – KUHNLEIN, U.: Identification of kappa-casein genotype in Holstein sires: a comparison between analysis of milk samples from daughters and direct analyses of semen samples from sires by polymerase chain reaction. *J. Dairy Sci.*, 74, 1991: 2410–2415.
- ORTNER, M. – ESSL, A. – SÖLKNER, J.: Zur züchterischen Bedeutung verschiedener Milchprotein-Genotypen beim Rind. *Züchtungskunde*, 67, 1995: 353–367.
- OSTA, R. – ZARAGOZA, P. – RODELLAR, C. – MARTÍN, I. – MARCOS, S. – ZARAZAGA, I.: Tipificación rápida mediante PCR/RFLPs de variantes genética de lactoproteínas en siete poblaciones españolas de ganado vacuno. *Inform. técnica econ. agr.*, 90, 1994: 38–57.
- PABST, K. – GRAVERT, H. O.: Bedeutung von Milchproteinvarianten – insbesondere von Kappa-Casein – für die Käesereipraxis. In: *Kolloquium Milchprotein und Proteinansatz*, Graal-Müritz, FBN Dummerstorf, Universität Rostock, 1996: 15.
- PANICKE, L. – FREYER, G. – ERHARDT, G.: Effekte der Milchproteinpolymorphismen auf die Leistung. In: *Kolloquium Milchprotein und Proteinansatz*, Graal-Müritz, FBN Dummerstorf, Universität Rostock, 1996: 20.
- PAZDERA, J. – FUTEROVÁ, J. – HRUBAN, V. – KOPEČNÝ, J. – URBAN, F.: Genotyping of κ -casein and β -lactoglobulin of mothers of bulls selected for the Holstein cattle breeding programme in the Czech Republic in the year 1994. *Živoč. Vyr.*, 40, 1995: 485–488.
- PEŠEK, M. – ŘEHOUT, V. – ČÍTEK, J.: Technologické vlastnosti mléka dojníc ve vztahu ke genotypu na kapa-kazeinovém lokusu. In: *Nové poznatky v technologii výroby a zpracování mléka*, Č. Budějovice, Jihočeská univerzita, 1996: 94.
- PINDER, S. J. – PERRY, B. N. – SKIDMORE, C. J. – SAVVA, D.: Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of the polymerase chain reaction. *Anim. Genet.*, 22, 1991: 11–20.
- PRINZENBERG, E. M. – HEINDLEDER, S. – RUOTTIEN, O. – ERHARDT, G.: Genotyping of six bovine kappa-casein alleles including the two new alleles F and G. In: *Book of Abstr. XXVth Int. Conf. on Animal Genetics*, Tours, France, 1996: 39.
- PUTZ, M. – AVERDUNK, G. – BUCHBERGER, J.: Genotypes for milk protein in German Brown. Special breeding with view to certain milk protein variants is reasonable only when the better suitability of milk for cheese making is paid. *Tierzüchter*, 43, 1991: 245–247.
- PUTZ, M. – AVERDUNK, G. – AUMANN, J. – BUCHBERGER, J.: Genotypes for milk protein in Bavarian Simmental. Frequency of the genotypes with favorable traits for cheese technology and their correlation with dairy performance traits. *Tierzüchter*, 43, 1991: 479–481.
- RODELLAR, C. – OSTA, R. – ZARAZAGA, I. – ZARAGOZA, P. – BRAILLON, C. – LEVEZIEL, H.: Identificación de las variantes genéticas de la Beta-lactoglobulina bovina mediante las técnicas de PCR y RFLPs. *Arch. Zootec.*, 41, 1992: 661–666.
- ROTTMANN, O. – SCHLEE, P.: Analyse der Milchprotein-gene mit PCR/RFLP und PASA. *Arch. Tierz.*, 35, 1992: 65–76.
- RUOTTIEN, O. – IKONEN, T. – OJALA, M.: Associations of composite casein genotypes and β -lactoglobulin genotypes with breeding values for milk production traits in the Finnish Ayrshire cows. In: *Book of Abstr. 47th Annual Meeting of EAAP*, Lillehammer, 1996: 41.
- ŘEHOUT V. – ČÍTEK J. – HAJIČ, F. – KOŠVANEC, K.: Charakteristika genomu českých červinek – ohrožené genové rezervy skotu. *Sbor. ZF JU, Řada zootech.*, 1992 (2): 23–36.
- SABOUR, M. P. – LIN, C. Y. – KEOUGH, A. – MECANDA, S. M. – LEE, A. J.: Effects of selection practiced on the frequencies of kappa-casein and beta-lactoglobulin genotypes in Canadian artificial insemination bulls. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993: 274–280.
- SEIBERT, B. – ERHARDT, G. – SENFT, B.: Detection of a new κ -casein variant in cow's milk. *Anim. Genet.*, 18, 1987: 269–272.
- SCHELLANDER, K. – MAYR, B. – KALAT, M.: Genomische Analyse des κ -Casein-Locus bei österreichischen Zuchtstieren. *J. Anim. Breed. Genet.*, 109, 1992: 311–315.
- SCHELLANDER, K. – MAYR, B. – ERTL, K. – PELI, J.: Simultaneous genotyping of sex and κ -casein of bovine *in vitro* fertilized embryos by the PCR technique. *J. Vet. Med., Serie A*, 40, 1993: 307–309.
- SCHILD, T. A. – WAGNER, V. – GELDERMANN, H.: Variants within the 5'-flanking regions of bovine milk protein genes: I. κ -casein-encoding gene. *Theor. Appl. Genet.*, 89, 1994: 116–120.
- SCHLEE, P.: Genetische Varianten der Milchproteine in der Rinderzucht: Ergebnisse einer internationalen Umfrage. *Arch. Tierz.*, 36, 1993: 583–587.
- SCHLEE, P. – ROTTMANN, O.: Bovine kappa-casein: Determination of alleles A and B by polymerase chain reaction and RFLP analysis using pruned hair as a source of DNA. *Arch. Tierz.*, 35, 1992a: 347–349.
- SCHLEE, P. – ROTTMANN, O.: Identification of bovine κ -casein C using the polymerase chain reaction. *J. Anim. Breed. Genet.*, 109, 1992b: 153–155.
- SCHLEE, P. – ROTTMANN, O.: Genotyping of bovine β -casein, β -lactoglobulin and α -lactalbumin using the polymerase chain reaction. *J. Anim. Breed. Genet.*, 109, 1992c: 456–464.
- SCHLEE, P. – ROTTMANN, O.: Determination of bovine alphaS1-casein alleles B and C by allele-specific polymerase chain reaction. *J. Anim. Breed. Genet.*, 109, 1992d: 316–319.

- SCHLEE, P. – ROTTMANN, O. – BUCHBERGER, J. – GRAML, R. – AUMANN, J. – BINSER, R. – PIRCHNER, F.: Die Milchproteingene des Fleckviehbulle „Haxl“ und dessen Einfluss auf die Allelfrequenzen. *Züchtungskunde*, 64, 1992: 312–322.
- SULIMOVA, G. E. – SHAIKHAEV, G. O. – BERBEROV, E. M. – MARKARYAN, A. Y. – KANDALOVA, L. G.: Genotypic at the kappa-casein locus in cows using the polymerase chain reaction. *Sov. Genet.*, 27, 1992: 1461–1468.
- THREADGILL, D. W. – WOMACK, J. E.: Genomic analysis of the major bovine milk protein genes. *Nucl. Ac. Res.*, 18, 1990: 6935–6942.
- TONG, P. S. – VINK, S. – FARKYE, N. Y. – MEDRANO, J. F.: Effect of genetic variants of milk proteins on the yield of cheddar cheese. *Int. Dairy Feder.*, 1993: 179–187.
- TRAKOVNICKÁ, A. – KÚBEK, A. – ŽITNÝ, J. – MICHALIČKOVÁ, E.: Genetická diverzita polymorfných markérov mlieka slovenského strakatého plemena. In: *Zbor. mezin. Konf. Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodarstva na Slovensku*, 1996: 23.
- VÁGI, J. – BARANYI, M. – BÖSZE, Z. S.: Relationships between milk protein genetic variants and production, as well as secondary traits in Holstein, Hungarian Red Spotted and crossbred herds. In: *Book of Abstr. 47th Annual Meeting of EAAP, Lillehammer*, 1996: 43.
- VÁŠÍČEK, D. – UHRÍN, P. – CHRENEK, P. – BAUEROVÁ, M. – OBERFRANC, M. – BULLA, J.: Genotyping of κ -casein in different cattle breeds in Slovakia. *Živoč. Vyr.*, 40, 1995: 241–244.
- VELMALA, R. – MÄNTYSAARI, E. A. – MÄKI-TANILA, A.: Molecular genetic polymorphism at the κ -casein and β -lactoglobulin loci in Finnish dairy bulls. *Agric. Sci. Finl.*, 2, 1993: 431–435.
- VELMALA, R. – VILKKI, J. – ELO, K. – MÄKI-TANILA, A.: Casein haplotypes and their association with milk production traits in the Finnish Ayrshire cattle. *Anim. Genet.*, 26, 1995: 419–425.
- WANG, L. – HIRAYASU, K. – ISHIZAWA, M. – KOBAYASHI, Y.: Purification of genomic DNA from human whole blood by isopropanol-fractionation with concentrated NaI and SDS. *Nucl. Acid Res.*, 9, 1994: 1774–1775.
- ZAKHAROV, I. A. – SULIMOVA, G. E. – UDINA, I. G. – BANNIKOVA, L. V. – BADAGUEVA, Y. N.: The study of the polymorphism of casein genes in some Russian cattle breeds and related species of Bovinae. In: *Book of Abstr. XXVth Int. Conf. on Animal Genetics, Tours, France*, 1996: 42.
- ZARAZAGA, I. – GARCIA-MURO, E. – MARTIN-BURRIEL, I. – RODELLAR, C.: Genotyping milk proteins by PCR in the Spanish Menorquina cattle breed. In: *Book of Abstr. XXVth Int. Conf. on Animal Genetics, Tours, France*, 1996: 43.

Došlo 20. 2. 1997

Kontaktní adresa:

Ing. Jindřich Čítek, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/777 25 91, fax: 038/777 25 93, e-mail: citek@lynx.zf.jcu.cz

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
Živočišná výroba (Animal Production)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Lesnictví – Forestry	12
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6

PŮKYNY PRO AUTORY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

OBSAH – CONTENTS

Genetika a šlechtění – Genetics and Breeding

- Žitný J., Ostertág I., Michalíčková E., Kúbek A., Trakovická A., Gavalier M.: Rozdiely v mliekovej úžitkovosti rôzneho α_{s1} -kazeinového genotypu dojníc slovenského strakatého plemena – Differences in milk performance of dairy cows of the Slovakian Pied breed of various α_{s1} -casein genotypes 481

Fyziologie a reprodukce – Physiology and Reproduction

- Sirotkin A. V., Kozikova L. V., Bulla J.: Autoradiographic analysis of RNA synthesis in bovine oocyte-cumulus complexes during *in vitro* maturation – Autorádiografická analýza syntézy RNA v bovinných oocyt-kumulárných komplexoch v priebehu dozrievania *in vitro* 487

Výživa a krmení – Nutrition and Feeding

- Párová J., Herman M., Prokop V.: The effect of dietary fat in market rainbow trout on fish weight gain, conversion coefficient and chemical composition of body – Vliv tuku ve směsích pro tržního pstruha duhového na přírůstek ryb, koeficient konverze a chemické složení těla 495
- Prokeš M., Baruš V., Peňáz M., Jirásek J., Mareš J.: Growth of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) fed two types of pelleted feed under trough farming conditions – Růst juvenilních jedinců jesetera sibiřského (*Acipenser baerii*) krmených dvěma typy granulí v produkčních žlabových podmínkách 501

Živočišné produkty – Animal Products

- Matoušek V., Kernerová N., Václavovský J., Vejčík A.: Analýza kvality masa u hybridní populace prasat – Analysis of meat quality in a hybrid population of pigs 511
- Ingr I., Božek R., Míka O., Bačák V., Simeonovová J.: Dynamika postmortálních změn pH v prsní a stehenní svalovině kuřat – Dynamics of postmortal pH value variations in the breast and thigh muscles of chickens 517

INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDIES – REPORTS

- Čítek J., Mašková J.: Polymorfismus mléčných proteinů skotu – The polymorphism of milk proteins in cattle 523