

VLIV ZVOLENÝCH FAKTORŮ NA SÍLU SVALOVÝCH VLÁKEN PODLE POHLAVNÍ PŘÍSLUŠNOSTI JATEČNÉHO SKOTU

K. Němcová, J. Šubrt, E. Dračková, R. Filipčík

Došlo: 15. dubna 2010

Abstract

NĚMCOVÁ, K., ŠUBRT, J., DRAČKOVÁ, E., FILIPČÍK, R.: *The influence of selected factors on the muscle fibre diameter according to the sexual classification of slaughter cattle*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 5, pp. 289–298

The aim of this study was to evaluate the muscle fibre diameter of bulls ($n = 136$), heifers ($n = 38$) and steers ($n = 18$). The influence of age at slaughter, weight at slaughter, net daily weight gain, SEUROP meatiness and SEUROP fatness on the muscle fibre diameter was observed. The group of animals included Czech Red Pied and its crossbreeds (F_1) with the specialized meat breeds (Charolais and Galloway), further crossbreeds of hybrid bulls. Bulls were slaughtered at an average age of 587 days and average weight of 610 kg. The average age of heifers was 644 days and average weight at slaughter was 550 kg. The highest average age was that of steers (689 days) and they were fattened to the average weight of 610 kg. The sample of *musculus longissimus lumborum et thoracis (m.l.th.)* was used for the analyses. The results showed that the muscle fibres were stronger in diameter in the negatively selected (culled) heifers ($p > 0.01$) as compared to the category of bulls and steers. Apart from sex we also analysed the effect of age at slaughter of the individual animal categories on the fibre diameter. We discovered that the diameter of the fibre increased with age. The fibre diameter of bulls of up to 530 days of age was $37.86 \mu\text{m}$ and at the age of more than 601 days it was $39.81 \mu\text{m}$. The diameter of the muscle fibres was also affected by the pre-slaughter weight. At lower weights the fibres of all categories of cattle were finer. Of growth factors affecting the fibre diameter we selected the net weight gain which is the general indicator of the life-long growth intensity and carcass yield. The fibre diameter in bulls and steers increased insignificantly ($p > 0.05$) with increasing net weight gains. We also analysed the effect of the SEUROP classification of cattle carcasses and discovered a stronger correlation between the diameter of muscle fibres and meatiness compared to the classification of fatness of the carcasses.

bulls, cattle, heifers, steers, muscle fibre diameter

Základní morfologickou a funkční stavební jednotkou příčně pruhovaného svalu, jehož síla se významně podílí na senzorickém hodnocení hovězího masa, je svalové vlákno. PIPEK (1995) charakterizuje svalové vlákno jako soubuní (syncytium), které má válcovitý tvar se zaoblenými nebo hroty konci, jehož průměrná tloušťka je 10–150 μm a délka až několik centimetrů (1–40 cm). Podle síly se rozdělují (STEINHAUSER *et al.*, 2000) svalová vlákna na tenká a tlustá. Průměr tenkého svalového vlákna se pohybuje mezi 20–40 μm , tlustá svalová vlákna dosahují v průměru až 100 μm . Průměr svalových vláken není v celé jeho délce konstantní. Nej-

většího průměru dosahují svalová vlákna ve střední části, ke koncům se zužují. Délku a průměr svalových vláken ovlivňuje také druhová a plemenná příslušnost skotu. TRNKA a OKROUHLÁ (2007) uvádějí, že sílu svalových vláken významně ovlivňuje i pohlaví, část těla (tělesná krajina), stejně jako i věk, úroveň výživy a další chovatelské podmínky nebo pohybová aktivita zvířat.

Vlivem faktorů ovlivňujících tloušťku svalových vláken roštěnce u plemen s kombinovanou užitkovostí (montbéliarde a české strakaté) se zabývali ŠUBRT a MIKŠÍK (2002), kteří mezi studované faktory zahrnuli vliv věku a porážkové hmotnosti vy-

krmovaných býků. Býci byli vykrmováni souběžně ve stejných chovatelských podmínkách do shodného věku na konci výkrmu (524–527 dnů), kdy býci montbéliardského plemene na konci výkrmu dosáhli porážkové hmotnosti 538 kg s jatečnou výtěžností 57,62 % a s výtěžností masa 76,74 %. U kontrolní skupiny českého strakatého skotu byla porážková hmotnost, výtěžnost masa a jatečná výtěžnost nevýznamně vyšší (557 kg, 58,51 %, 77,58 %). U býků českého strakatého skotu byla (48 hodin post mortem) naměřena vyšší průměrná síla svalových vláken ($37,46 \pm 5,09 \mu\text{m}$) v porovnání se skupinou býků čistokrevného plemene montbéliarde ($35,92 \pm 3,26 \mu\text{m}$). I když difference mezi porovnávanými plemeny byla statisticky nevýznamná, naznačuje tendenci k souběžně pomalejšímu růstu síly svalových vláken a k produkci jemnější svaloviny u plemene montbéliarde. Toto zjištění může být do určité míry vysvětleno i významněji vyšší mléčnou produkcí a geneticky vyšším mléčným potenciálem tohoto dojeného francouzského plemene. Pozitivní vliv volby vyššího věku býků v době porážky a vyššího denního přírůstku na sílu svalových vláken roštěnce u 55 býků čistokrevného černostrakatého skotu prokázali MLYNEK a GULINSKI (2007). Autoři v pokusném výkrmu dvou skupin býků porovnávali věk v době porážky s hranicí 18 měsíců (<18 měsíců>) a denní přírůstek s hranicí 900 g (<900 g.den⁻¹). U býků vykrmovaných do věku 18 měsíců s nižším přírůstkem jak 900 g.den⁻¹ byla stanovena průměrná hodnota svalových vláken $22,6 \pm 2,6 \mu\text{m}$, zatímco u býků s přírůstkem nad 900 g.den⁻¹ (porážka býků ve věku do 18 měsíců) byla naměřena hodnota o 8,4 μm vyšší ($31,0 \pm 6,1 \mu\text{m}$). Ke zvýšení síly svalových vláken v souvislosti s vyšším přírůstkem došlo i ve věku nad 18 měsíců ($35,6 \pm 13,6 \mu\text{m}$, resp. $52,3 \pm 13,7 \mu\text{m}$). ŠUBRT *et al.* (2009) porovnávali kvalitu masa roštěnců býků českého strakatého skotu a jeho kříženců s masnými plemeny, kdy do kvalitativních analýz zahrnuli potomky po otcích masných plemen Charolais (Ch) a Galloway (Ga). Český strakatý skot byl poražen v průměrném věku 622 dní s netto přírůstkem 590 g.den⁻¹, průměrnou třídou zmasilosti 3,83 a třídou protučnělosti jatečných těl 2. Kříženci F₁ generace po otcích plemene Charolais byli poraženi ve věku 624 dnů, s netto přírůstkem 599 g.den⁻¹, třídou zmasilosti 3,79 a třídou protučnělosti jatečných těl 2,05. Kříženci domácí populace českého strakatého skotu s plemenem Galloway byli poraženi v nejvyšším průměrném věku skupiny – 656 dnů (netto přírůstek 419 g.den⁻¹, třída zmasilosti 4, třída protučnělosti 2). V síle svalových vláken autoři publikované práce nestanovili významné rozdíly. Nejlepší vlákna byla zjištěna u kříženců s plemenem Ch ($38,24 \pm 4,19 \mu\text{m}$), za kterým následovala kontrolní skupina býků domácí kombinované populace C ($36,43 \pm 4,38 \mu\text{m}$). Nejjemnější vlákna byla prokázána u kříženců po otcích plemene Ga ($35,23 \pm 3,56 \mu\text{m}$). Autoři v závěrech práce potvrzují výsledky citované u černostrakatého skotu (MLYNEK a GULINSKI, 2007), že výraznější vliv na jem-

nost svaloviny (síla svalových vláken), v porovnání býků různého typu a plemenné příslušnosti, bude mít intenzita růstu jatečných zvířat, který významně ovlivňuje celkové hodnocení jejich zmasilosti. Změny jemnosti svalových vláken roštěnce u jalovic herefordského plemene hodnotili TUMA *et al.* (1962). Autoři citované práce v pokuse zařadili jalovice do dvou skupin podle věkové kategorie (18 měsíců, tj. 540 dnů a 42 měsíců, tj. 1260 dnů). U jalovic ve věku 18 měsíců zaznamenali nižší sílu vláken ($62,1 \mu\text{m}$) než u starších jalovic ($69,3 \mu\text{m}$). LEWIS *et al.* (1977) sledovali změny v síle svalových vláken roštěnce u volů po otcích plemen Aberdeen Angus, Hereford a Charolais. Voli byli poraženi při hmotnosti 454 kg nebo ve věku nad 260 dnů, pokud nedosáhli této porážkové hmotnosti. Při zohlednění stejné porážkové hmotnosti autoři práce stanovili statisticky nevýznamné rozdíly mezi plemeny (Aa – $52,1 \pm 1,0 \mu\text{m}$; He – $51,4 \pm 0,8 \mu\text{m}$ a Ch – $50,4 \pm 0,8 \mu\text{m}$), s tendencí zvýšené síly svalového vlákna u rámcově menších plemen. U volů japonského černého plemene sledovali v závislosti na porážkové hmotnosti, věku v době porážky a denním přírůstkem změny v síle vláken roštěnce OZAWA *et al.* (2000). Poražená zvířata byla rozdělena do čtyř skupin: Skupina A – porážková hmotnost 625 kg, věk 960 dnů, průměrný denní přírůstek 570 g, Skupina B – 671 kg, 750 dnů, 790 g.den⁻¹, Skupina C – 683 kg, 765 dnů, 770 g.den⁻¹, Skupina D – 635 kg, 780 dnů, 690 g.den⁻¹. Nejsilnější svalová vlákna byla v práci stanovena u volů ve skupině D ($54,00 \mu\text{m}$), následovaly skupiny C ($51,73 \mu\text{m}$) a A ($50,93 \mu\text{m}$). Nejslabší vlákna byla změřena u volů ve skupině B ($49,20 \mu\text{m}$). Vliv věku v době porážky volů na sílu svalových vláken roštěnce studovali COVINGTON *et al.* (1970). Pokusní voli byli poraženi v rozmezí hmotnosti 241 až 438 kg. Hodnoceny byly tři věkové kategorie: 1. 360–540 dnů, 2. 540–900 dnů a 3. 900–1140 dnů. Výsledkem publikované vědecké práce bylo zjištění, že zvyšování věku v době porážky pozitivně ovlivňuje sílu svalových vláken s konkrétními skupinovými hodnotami od 62,58 μm do 69,60 μm . Difference změn v síle svalových vláken u 49 zvířat v závislosti na pohlavní příslušnosti skotu analyzovali FILIPČÍK *et al.* (2008). Jednalo se o součást hodnocení kvalitativních parametrů masa býků, jalovic a krav – kříženců F₁ generace českého strakatého skotu s plemenem Charolais. Skupina býků byla poražena v průměrném věku 673 ± 39 dnů, při hmotnosti 646 ± 7 kg. U jalovic byl porážkový věk 694 ± 13 dnů s průměrnou hmotností skupiny 477 ± 13 kg. Vyřazené krávy z chovu byly poraženy v průměrném věku 7,5 roků s porážkovou hmotností skupiny 638 ± 16 kg. V rámci hodnocení faktoru (pohlaví) byly prokázány průkazné difference ($p > 0,01$) v síle svalového vlákna mezi svalovinou roštěnce (*m.l.th.*) býků ($41,88 \pm 5,96 \mu\text{m}$) a jalovic ($35,06 \pm 4,04 \mu\text{m}$). Statisticky průkazné rozdíly v tloušťce vláken ($p > 0,05$) byly také stanoveny mezi skupinami jalovic ($35,06 \pm 4,04 \mu\text{m}$) a krav ($40,75 \pm 5,40 \mu\text{m}$). Výsledky výše uvedeného ukazatele jakostní charakteristiky býků, jalovic a krav v rámci

hodnocení křehkosti masa zvýhodňují jalovice před ostatními pohlavními kategoriemi jatečného skotu.

Cílem naší práce bylo porovnat vliv pohlavní příslušnosti skotu a zvolených faktorů na sílu svalových vláken svaloviny roštěnce.

MATERIÁL A METODIKA

Do jatečných analýz skotu bylo zahrnuto 136 býků, 38 jalovic a 18 volů. Do skupiny zvířat patřil český strakatý skot (C) a jeho kříženci se specializovanými masnými plemeny – Charolais (Ch) a Galloway (Ga) a dále kříženci hybridních býků „Chanel a Iritus“, s plemennou kombinací 50Ch25C25A a 50MS12,5H12,5Sh25Ch. Býci byli vykrmováni ve stáji. Základ krmné dávky tvořila kukuřičná siláž s doplňkovou krmnou směsí. Jalovice byly odchovávány a voly vykrmovány na pastvě. Základem zimní krmné dávky byla travní senáž a seno. Po porážce byla těla zvířat zařazena do odpovídajících jakostních tříd podle normy SEUROP. Třída zmasilosti je hodnocena následným počtem bodů, umožňující matematicko-statistické hodnocení výsledných dat u jednotlivých zvířat (třída S = 1 bod, E = 2 body, U = 3 body, R = 4 body, O = 5 bodů, P = 6 bodů). U analýzy klasifikace protučnění počet bodů odpovídá jakostní třídě (1–5). K laboratorním analýzám byl použit vzorek ze svaloviny vysokého roštěnce (*musculus longissimus lumborum et thoracis*) odebraného mezi 9. a 10. hrudním obratlem. Vzorky svalů o velikosti cca 1 cm³ jsou k jejich uchování vloženy na 50 dní do roztoku formaldehydu (10%), následně jsou před vlastním měřením 3–5 dnů přeloženy do 20% kyseleliny dusičné. Tím jsou uvolněna jednotlivá svalová vlákna, která jsou rozcupována a vložena na podložní sklíčko se směsí glycerinu a vody v poměru 1:1 a přikryta krycím sklíčkem. Pro hodnocení síly svalových vláken pod mikroskopem je využíváno mikroskopické zařízení a software firmy LEICA. Využívaný software je původně určen k měření síly kovových vláken v mikroelektronice a firmou byl upraven k měření svalových vláken. Svalová vlákna jsou pozorována podélně a měření je prováděno příčně.

Mikroskopický obraz rozcupovaných svalových vláken je z mikroskopu snímán kamerou do PC, tzn. že je preparát naskenován a tento obrázek je uložen na hard disku – v paměti počítače. Vlastní měření síly svalových vláken je následně realizováno pomocí upraveného softwaru s vyhodnocením základních statistických ukazatelů na LCD obrazovce. Svalová vlákna ze vzorku svaloviny jsou vybírána náhodně a u jednoho vzorku se provádí 150 měření, ze kterých je vypočítána aritmetická průměrná hodnota a rozptyl. Poměrně vysoký počet měření ve vzorku je volen na základě předchozích statistických výpočtů, kdy zvýšený počet měření významně a s dostatečnou přesností omezuje pravděpodobnost jednostranné volby svalových vláken, tj. vláken shodného typu (bílé, červené a intermediární). Daný počet měření se tedy s vysokou pravděpodobností blíží průměrné síle svalových vláken ve vzorku, bez zohlednění typu měřeného svalového vlákna. Síla svalových vláken se uvádí v μm .

Získaná data uložená v databázi byla statisticky zpracována prostřednictvím programu UNISTAT 5.1. Ke stanovení průkaznosti rozdílů uvnitř a mezi analyzovanými skupinami byl použit Tukeyův HSD test a pravděpodobnost diferencí byla testována na úrovni $p > 0,05$ a $p > 0,01$.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z pohledu pohlavní příslušnosti jsme sílu svalových vláken u stejného svalu výsekové části roštěnce sledovali u jatečných býků, jalovic a volů (tab. II). Statisticky významný rozdíl průměrných hodnot ($p > 0,01$) jsme zaznamenali mezi skupinami býků a jalovic. Ve skupině býků byla zjištěna síla svalových vláken na úrovni $38,63 \pm 3,11 \mu\text{m}$ a u jalovic ($40,40 \pm 3,63 \mu\text{m}$). Významně silnější svalová vlákna jsme v porovnání s býky stanovili u jalovic, což se neshoduje s konečným hodnocením jiných autorů (FILIPČÍK *et al.*, 2008). Rozdílné výsledky jsou s nejvyšší pravděpodobností způsobeny tím, že se v experimentu nejednalo o výkrm jalovic, ale o chovné jalovice, které byly vyřazené z chovu zejména z dů-

I: Základní charakteristika býků, jalovic a volů
I: The basic characteristic of bulls, heifers and steers

Ukazatel/Pohlaví	Býci (n = 136)		Jalovice (n = 38)		Voli (n = 18)		Průměr a variabilita znaku celého souboru (n = 192)	
	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x
Věk při porážce (dny)	587	90	644	83	689	39	608	91
Přepočtená porážková Hmotnost (kg)/*	610	97	550	91	610	90	598	97
Netto přírůstek (g.den ⁻¹)	588	82	462	81	505	97	555	98
SEUROP zmasilost (body) /**	4,00	0,37	3,89	0,86	3,83	0,38	3,96	0,51
SEUROP protučnělost (body) /***	2,29	0,49	2,63	0,49	2,39	0,50	2,36	0,50

/* Hmotnost JUT x 1,78 – býci, volí; hmotnost JUT x 1,85 – jalovice

/** S = 1, E = 2, U = 3, R = 4, O = 5, P = 6 bodů

/*** 1 = 1, 2 = 2, 3 = 3, 4 = 4, 5 = 5 bodů

vodu negativních výsledků v reprodukci a poráženy ve vyšším věku s vysokou variabilitou ($644 \pm 83,29$ dnů). Síla svalových vláken starších jalovic negativně ovlivnila průměrnou sílu vláken v celé skupině. Z tohoto zjištění vyplývá, že maso v tržní síti pocházející z vyražených jalovic z chovu nemusí mít jemnější strukturu svaloviny v porovnání s jatečnými býky (biologická zákonitost) v důsledku jejich vyššího věku v době porážky. Poslední sledovanou skupinou byli voli, u kterých jsme zjistili nevýznamně nižší sílu vláken v porovnání se skupinou jalovic ($38,42 \pm 3,52 \mu\text{m}$).

V další části práce je sledován vliv síly svalových vláken u býků, jalovic a volů v závislosti na zvolených faktorech růstu a klasifikace JUT podle normy SEUROP. Při diferenciaci jednotlivých faktorů jsme zohledňovali variabilitu věku a hmotnosti vykupovaných jatečných zvířat a růstových parametrů dosahovaných na konci výkrmu. Ukazatele u býků jsou uvedeny v tab. III. Jedním z faktorů, který ovlivňuje sílu svalových vláken, je věk skotu v době porážky. V naší práci jsme zjistili, že se zvyšujícím se věkem býků (do 530 dnů, 531–600 dnů a nad 601 dnů) dochází k lineárnímu zvyšování tloušťky vláken ($37,86$ – $38,33$ – $39,81 \mu\text{m}$). Statisticky průkazný rozdíl ($p > 0,01$) byl prokázán mezi první a třetí vě-

kovou kategorií. Rovněž u býků s vyšší jatečnou hmotností se projevuje lineární trend ke zvyšování síly svalových vláken v závislosti na rostoucí porážkové hmotnosti ($37,36$ – $38,02$ – $39,76 \mu\text{m}$). Jako faktor byla použita přepočtená hmotnost býků, která upravuje celkovou hmotnost jatečných býků podle shodné jatečné výtěžnosti ($55,56\%$). Statisticky průkazné rozdíly ($p > 0,01$) byly prokázány mezi první (do 550 kg) a třetí (nad 601 kg) hmotnostní kategorií a mezi druhou a třetí kategorií ($p > 0,05$). Při vyšší porážkové hmotnosti naměřili silnější svalová vlákna také ŠUBRT a MIKŠÍK (2002).

Jako faktor vlastní intenzity růstu jsme zvolili netto přírůstek, jehož výpočet zohledňuje i jatečnou výtěžnost. V práci jsme dospěli k závěru, že při vyšším netto přírůstku mají býci nevýznamně ($p > 0,05$) silnější svalová vlákna ($37,90$ – $38,33$ – $39,21 \mu\text{m}$ podle skupin). Ke stejnému závěru dospěli také další autoři (MLYNEK a GULINSKI, 2007; ŠUBRT *et al.*, 2009). Volbu faktorů majících vliv na růst svalových vláken jsme doplnili o výslednou klasifikaci zmasilosti a tukového krytí jatečných těl podle normy SEUROP. Při analýze vlivu subjektivní klasifikace zmasilosti na sílu svalových vláken jsme zjistili, že jatečná těla býků se silnějším vývinem svaloviny býků jsou spojena se silnějšími svalovými

II: Síla svalových vláken podle pohlavní příslušnosti jatečného skotu

II: The diameter of muscle fibres according to sexual classification of slaughter cattle

Pohlaví	n	\bar{x}	s_x	Statistická průkaznost ¹	
				p > 0,05	p > 0,01
Býci	136	38,63	3,11		
Jalovice	38	40,40	3,63	-	1–2
Voli	18	38,42	3,52		

¹/ Skupina 1 = býci; skupina 2 = jalovice; skupina 3 = voli

III: Síla svalových vláken býků v závislosti na růstových faktorech a klasifikaci jatečného těla

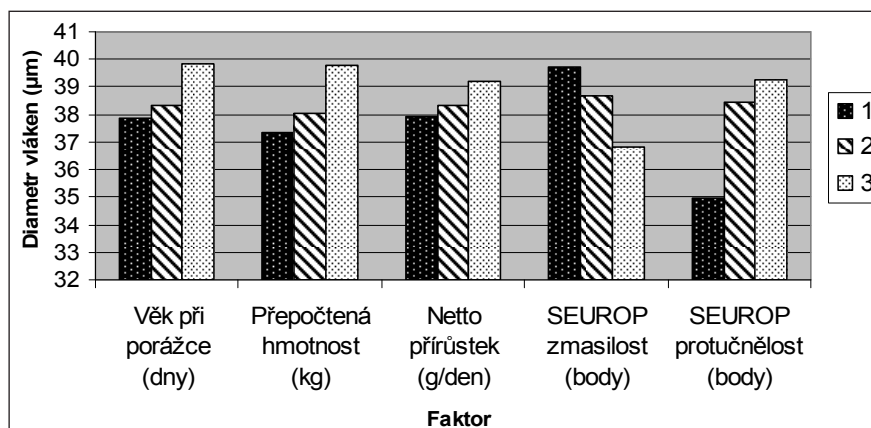
III: The diameter of muscle fibres of bulls depending on growth factors and classification of slaughter body

Faktor	Kategorie /horní index – označení kategorie	n	\bar{x}	s_x	Statistická průkaznost	
					p > 0,05	p > 0,01
Věk při porážce (dny)	Do 530 dnů ¹	41	37,86	2,25		
	531–600 dnů ²	51	38,33	3,17	-	1–3
	Nad 601 dnů ³	44	39,81	3,58		
Přepočtená hmotnost (kg)/*	Do 550 kg ¹	37	37,36	2,90		
	551–600 kg ²	37	38,02	2,39	2–3	1–3
	Nad 601 kg ³	62	39,76	3,24		
Netto přírůstek (g.den ⁻¹)	Do 550 g.den ⁻¹ ¹	31	37,90	2,88		
	551–600 g.den ⁻¹ ²	43	38,33	3,11	-	-
	Nad 601 g.den ⁻¹ ³	62	39,21	3,15		
SEUROP zmasilost (body)	U ¹	9	39,71	4,10		
	R ²	118	38,69	3,01	-	-
	O ³	9	36,80	2,84		
SEUROP protučnělost (body)	1 ¹	2	34,98	2,29		
	2 ²	93	38,45	3,39	-	-
	3 ³	41	39,24	2,21		

/* JUT x 1,78; ^{1,2,3}/pořadí skupiny

vlákna, což potvrzují i výsledky autorů ŠUBRT *et al.* (2009). Ve třídě „U“ byla zaznamenána síla vláken $39,71 \pm 4,10 \mu\text{m}$ a ve třídě „R“ jsme stanovili hodnotu $38,69 \pm 3,01 \mu\text{m}$. Nejslabší svalová vlákna byla zjištěna ($p > 0,05$) v poslední sledované třídě „O“ ($36,80 \pm 2,84 \mu\text{m}$). Tento výsledek lze vzhledem k vysoké variabilitě početního zastoupení býků v klasifikačních třídách hodnotit pouze jako průběžný. Posledním zvoleným faktorem bylo hodnocení vztahu síly svalových vláken a protučnosti. U nejméně protučných jatečných těl třídy 1 byla naměřena nejslabší svalová vlákna ($34,98 \pm 2,29 \mu\text{m}$). Se zvyšující se třídou (2 a 3) za protučnění, tj. se zvyšováním tukového krytí jatečných těl, rostla síla svalových vláken (2 – $38,45 \pm 3,39 \mu\text{m}$ a 3 – $39,24 \pm 2,21 \mu\text{m}$). Při vyšším hodnocení tukového krytí jatečných těl býků lze předpokládat, že byli býci poráženi ve vyšších hmotnostech a vyšším věku, což odpovídá i výše hodnocenému trendu síly svalových vláken v závislosti na věku a hmotnosti býků.

Druhou hodnocenou pohlavní kategorií skotu jsou jalovice, které byly podle věku rozděleny do dvou kategorií s hranicí 650 dnů. Ve věku do 650 dnů jsme stanovili průměrnou sílu svalových vláken *m.l.th.* roštěnce na úrovni $39,62 \pm 3,12 \mu\text{m}$, zatímco u jalovic starších – nad 651 dnů – se síla vláken v průměru zvýšila na $41,19 \pm 4,01 \mu\text{m}$ (tab. IV). Diference mezi věkovými kategoriemi jalovic byly statisticky nevýznamné ($p > 0,05$). Také TUMA *et al.* (1962) zjistili u starších jalovic silnější svalová vlákna v porovnání s mladšími jalovicemi. Ve věku 540 dnů však naměřili vyšší hodnotu ($62,1 \mu\text{m}$). Statisticky nevýznamné rozdíly v síle svalových vláken jsme u jalovic zjistili i při analýze vztahu k přepočtené hmotnosti, při použití koeficientu 1,85 pro přepočet z hmotnosti jatečně opracovaného těla jalovic. V hmotnosti jalovic do 550 kg byla zjištěna síla vláken $39,51 \pm 3,23 \mu\text{m}$ a při průměrně vyšší hmotnosti (nad 551 kg) jsme zaznamenali silnější svalová vlákna ($41,50 \pm 3,90 \mu\text{m}$). Nižší sílu svalových



1: Vztah síly svalových vláken býků a zvoleného faktoru

1: The affinity of muscle fibre diameter of bulls and selected factor

Věk při porážce: 1 – do 530 dnů; 2 – 531–600 dnů; 3 – nad 601 dnů; **Přepočtená hmotnost:** 1 – do 550 kg; 2 – 551–600 kg; 3 – nad 601 kg; **Netto přírůstek:** 1 – do 550 g.den⁻¹; 2 – 551–600 g.den⁻¹; 3 – nad 601 g.den⁻¹; **SEUROP zmasilost:** 1 – U; 2 – R; 3 – O; **SEUROP protučnost:** 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3

IV: Síla svalových vláken jalovic v závislosti na růstových faktorech a klasifikaci jatečného těla

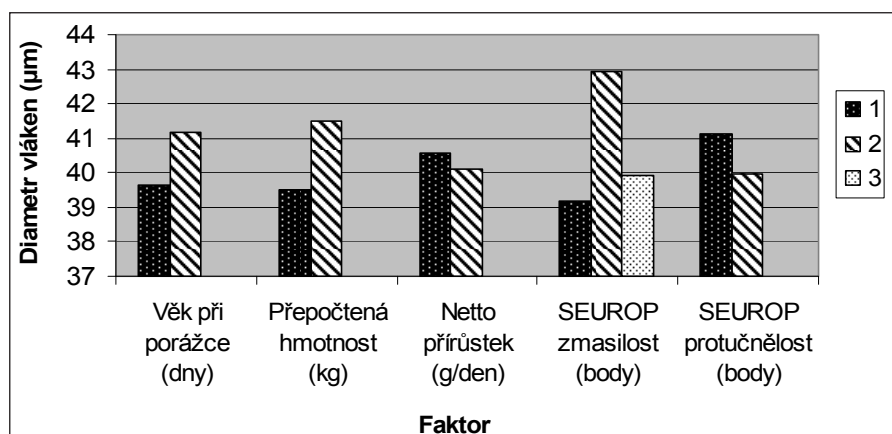
IV: The diameter of muscle fibres of heifers depending on growth factors and classification of slaughter body

Faktor	Kategorie /horní index – označení kategorie	n	\bar{x}	S_x	Statistická průkaznost	
					p > 0,05	p > 0,01
Věk při porážce (dny)	Do 650 dnů/ ¹	19	39,62	3,12	-	-
	Nad 651 dnů/ ²	19	41,19	4,01	-	-
Přepočtená hmotnost (kg) /*	Do 550 kg/ ¹	21	39,51	3,23	-	-
	Nad 551 kg/ ²	17	41,50	3,90	-	-
Netto přírůstek (g.den ⁻¹)	Do 500 g.den ⁻¹ / ¹	25	40,55	3,81	-	-
	Nad 501 g.den ⁻¹ / ²	13	40,12	3,40	-	-
SEUROP zmasilost (body)	U/ ¹	16	39,19	3,38	-	-
	R/ ²	10	42,94	3,34	-	-
	O/ ³	12	39,90	3,38	-	-
SEUROP protučnost (body)	2/ ¹	14	41,11	4,34	-	-
	3/ ²	24	39,99	3,18	-	-

/* JUT x 1,85; ^{1,2,3}/pořadí skupiny

vláken ve svalovině roštěnce ($35,06 \pm 4,04 \mu\text{m}$) jalovic uvádějí FILIPČÍK *et al.* (2008), což bylo pravděpodobně důsledkem jejich nižší porážkové hmotnosti – 477 kg. Při hodnocení netto přírůstku jalovic na sílu svalových vláken jsme zjistili téměř shodné výsledky, kdy rozdíl ve skupině s netto přírůstkem do $500 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$ a nad $501 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$ byl pouze o $0,43 \mu\text{m}$ ($40,55 \pm 3,81 \mu\text{m}$; $40,12 \pm 3,40 \mu\text{m}$). Podle subjektivní metody klasifikace kvality jatečně upraveného těla byly jalovice podle zmasilosti zařazeny jen do úzkého rozsahu tří tříd. Nejsilnější vlákna byla zjištěna u třídy „R“ ($42,94 \pm 3,34 \mu\text{m}$). Ve třídách zmasilosti „U“ a „O“ jsme zaznamenali hodnoty nižší ($39,19 \pm 3,38 \mu\text{m}$; resp. $39,90 \pm 3,38 \mu\text{m}$), což ukazuje na nelineární průběh síly svalových vláken v závislosti na kvalitě zmasilosti jatečného těla v námi hodnoceném souboru jalovic. Obdobný nelineární průběh změn v síle svalových vláken jsme stanovili i při hodnocení tukového krytí jatečných těl jalovic. Ve třídě 2 byla zjištěna tloušťka svalových vláken $41,11 \pm 4,34 \mu\text{m}$ a ve třídě 3 klesla na hodnotu $39,99 \pm 3,18 \mu\text{m}$.

Při hodnocení vlivu faktorů na sílu svalových vláken volů jsme zvolili pro věk při porážce hranici 680 dnů. Ve svalovině roštěnce volů porážených ve věku do 680 dnů byla naměřena síla svalových vláken na úrovni $38,24 \pm 4,43 \mu\text{m}$ a ve věkové kategorii nad 681 dnů se hodnoty nevýznamně zvýšily pouze o $0,33 \mu\text{m}$ ($38,57 \pm 2,85 \mu\text{m}$). Oproti tomu COVINGTON *et al.* (1970) zjistili významné zvýšení síly vláken ve vztahu k věku. Podle porážkové hmotnosti byli volů rozděleni do dvou kategorií s hraniční hodnotou 590 kg. V první kategorii do 590 kg byla zaznamenána tloušťka vláken $37,03 \pm 3,43 \mu\text{m}$ a v druhé kategorii se nevýznamně ($p > 0,05$) síla svalových vláken zvýšila na $39,82 \pm 3,19 \mu\text{m}$, zatímco LEWIS *et al.* (1977) naměřili při nižší hmotnosti (454 kg) hodnoty svalových vláken nad $50 \mu\text{m}$. Hraniční hodnota pro netto přírůstek byla stanovena na úrovni $485 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$, vzhledem k extenzivnímu výkrmu volů s maximálním využitím pastvy. Při netto přírůtku do $485 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$ měla vlákna $37,03 \pm 3,43 \mu\text{m}$ a ve skupině jatečných volů s vyšším netto přírůstkem (nad



2: Vztah síly svalových vláken jalovic a zvoleného faktoru

2: The affinity of muscle fibre diameter of heifers and selected factor

Věk při porážce: 1 – do 650 dnů; 2 – nad 651 dnů; **Přepočtená hmotnost:** 1 – do 550 kg; 2 – nad 551 kg; **Netto přírůstek:** 1 – do $500 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$; 2 – nad $501 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$; **SEUROP zmasilost:** 1 – U; 2 – R; 3 – O; **SEUROP protučnost:** 1 – 2; 2 – 3

V: Síla svalových vláken volů v závislosti na růstových faktorech a klasifikaci jatečného těla

V: The diameter of muscle fibres of steers depending on growth factors and classification of slaughter body

Faktor	Kategorie /horní index – označení kategorie	n	\bar{x}	S_x	Statistická průkaznost	
					p > 0,05	p > 0,01
Věk při porážce (dny)	Do 680 dnů/ ¹	8	38,24	4,43	-	-
	Nad 681 dnů/ ²	10	38,57	2,85	-	-
Přepočtená hmotnost (kg) /*	Do 590 kg/ ¹	9	37,03	3,43	-	-
	Nad 591 kg/ ²	9	39,82	3,19	-	-
Netto přírůstek ($\text{g} \cdot \text{den}^{-1}$)	Do $485 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$ / ¹	9	37,03	3,43	-	-
	Nad $486 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$ / ²	9	39,82	3,19	-	-
SEUROP zmasilost (body)	U/ ¹	3	40,24	2,48	-	-
	R/ ²	15	38,06	3,65	-	-
SEUROP protučnost (body)	2/ ¹	11	37,37	3,21	-	-
	3/ ²	7	40,08	3,56	-	-

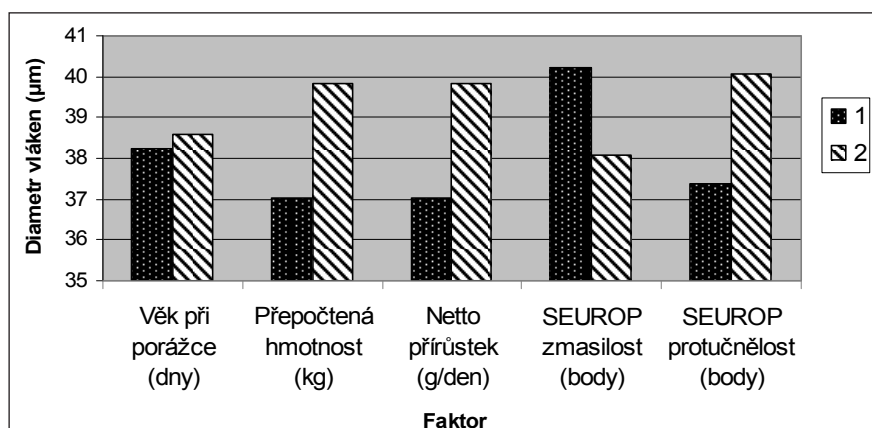
/* JUT x 1,78; ^{1,2} /pořadí skupiny

486 g.den⁻¹) síla vláken vzrostla na hodnotu 39,82 ± 3,19 µm.

OZAWA *et al.* (2000) však nezjistili růst síly svalových vláken se zvyšujícím se netto přírůstkem. Při hodnocení klasifikace zmasilosti jatečných těl volů odpovídají změny ve vývoji síly svalových vláken hodnocení býků. V jakostní třídě „U“ byla naměřena síla vláken 40,24 ± 2,48 µm a v horší třídě zmasilosti „R“ byla zjištěna slabší svalová vlákna (38,06 ± 3,65 µm).

Z tab. VI. vyplývá síla statistické významnosti ($p > 0,05$; $p > 0,01$) diferencí síly svalových vláken podle analyzovaných faktorů mezi býky, jalovicemi a voli. Při analýze věku v době porážky jsme zaznamenali

významné difference mezi býky a jalovicemi. Difference u hodnoceného faktoru mezi býky a volky nebyly na úrovni 95 % statisticky významné. Vyšší význam lze podle výskytu významných diferencí mezi skupinami všech sledovaných věkových kategorií přisuzovat přepočtené hmotnosti jatečných zvířat. Za nejméně významný vliv na sílu svalových vláken z pohledu pohlavních kategorií skotu lze přisuzovat klasifikaci tukového krytí jatečného těla a netto přírůstku. Zmasilost jatečných těl je vysoce významně ovlivněna silou svalových vláken a opačně síla svalových vláken se významně podílí na celkovém hodnocení zmasilosti jatečně upravených těl skotu většiny pohlavních kategorií.



3: Vztah síly svalových vláken volů a zvoleného faktoru

3: The affinity of muscle fibre diameter of steers and selected factor

Věk při porážce: 1 – do 680 dnů; 2 – nad 681 dnů; **Přepočtená hmotnost:** 1 – do 590 kg; 2 – nad 591 kg; **Netto přírůstek:** 1 – do 485 g.den⁻¹; 2 – nad 486 g.den⁻¹; **SEUROP zmasilost:** 1 – U; 2 – R;

SEUROP protučnost: 1–2; 2–3

SOUHRN

Cílem práce bylo porovnat vliv pohlavní příslušnosti skotu a zvolených faktorů na sílu svalových vláken svaloviny roštěnce (*m.l.th.*), odebíraného na úrovni 9. a 10. hrudního obratle. K hodnocení byl použit soubor 136 býků, 38 jalovic a 18 volů. Do pokusu byla zařazena zvířata českého strakatého skotu a jeho kříženci se specializovanými masnými plemeny Charolais a Galloway, dále kříženci hybridních býků. Býci byli poráženi ve věku 587 ± 90 dnů a při hmotnosti 610 ± 97 kg. U jalovic byl průměrný porážkový věk 644 ± 83 dnů a porážková hmotnost 550 ± 91 kg. Další hodnocenou kategorií byli voli vykrmovaní v extenzivních (pastevních) podmínkách do nejvyššího věku v době porážky (689 ± 39 dnů) a hmotnosti (610 ± 90 kg). Po odebrání byl vzorek svaloviny roštěnce uložen na 50 dnů do 10% roztoku formaldehydu. Asi 3 až 5 dnů před měřením byl přeložen do 20% kyseliny dusičné, čímž došlo k uvolnění jednotlivých svalových vláken. Z uvolněných vláken byl zhotoven preparát pro vlastní vyhodnocování. K hodnocení síly svalových vláken bylo použito mikroskopické zařízení a software firmy LEICA. U jednotlivých kategorií skotu byl stanoven vliv věku a hmotnosti v době porážky, dále vliv netto přírůstku, zmasilosti a protučnosti jatečného těla na sílu svalových vláken. K vyhodnocení výsledků analýz byl využit program UNISTAT 5.1. Vyřazené jalovice z chovu měly statisticky významně ($p > 0,01$) silnější svalová vlákna (40,40 ± 3,63 µm) v porovnání s kategorií býků (38,63 µm). Nejslabší vlákna byla naměřena u skupiny volů (38,42 µm). Dále jsme sledovali vliv věku jednotlivých kategorií skotu v době porážky na sílu vláken. Zjistili jsme, že tloušťka svalových vláken je ve významném vztahu k věku jatečného skotu. Vlákna býků ve věku do 530 dnů měla sílu 37,86 µm, zatímco ve věku nad 601 dnů byla síla vláken 39,81 µm. Síla svalových vláken je dále ovlivněna i předporážkovou hmotností. U všech kategorií skotu měla zvířata při nižší hmotnosti slabší vlákna. Jalovice o hmotnosti do 550 kg měly vlákna 39,51 µm, zatímco těžší jalovice měly vlákna nevýznamně silnější (41,50 µm). Dále jsme si všimli vlivu netto přírůstku na sílu svalových vláken. Zjistili jsme, že býci a voli s vyšším netto přírůstkem mají silnější vlákna, zatímco u jalovic lze považovat tento faktor za téměř nevýznamný. Mezi poslední sledované faktory ovlivňující sílu svalových vláken skotu jsme

VI: Statistická významnost diferencí síly svalových vláken podle hodnocených faktorů a pohlavní kategorie

VI: The statistic significance of differences of muscle fibre diameter according to the assessed factors and the sexual category

Faktor	Pohlaví	Kategorie/horní index – označení kategorie	Statistická průkaznost	
			p > 0,05	p > 0,01
Věk při porážce (dny)	Býci	Do 530 dnů/ ¹	1–5, 2–3,	2–5
		531–600 dnů/ ²		
		Nad 601 dnů/ ³		
	Jalovice	Do 560 dnů/ ⁴		
		Nad 561 dnů/ ⁵		
	Voli	Do 680 dnů/ ⁶		
		Nad 681 dnů/ ⁷		
Přepočtená hmotnost (kg)	Býci	Do 550 kg/ ¹	5–6	1–3, 1–5, 2–5
		551–600 kg/ ²		
		Nad 601 kg/ ³		
	Jalovice	Do 550 kg/ ⁴		
		Nad 551 kg/ ⁵		
	Voli	Do 590 kg/ ⁶		
		Nad 591 kg/ ⁷		
Netto přírůstek (g.den ⁻¹)	Býci	Do 550 g/den/ ¹	1–4	-
		551–600 g/den/ ²		
		Nad 601 g/den/ ³		
	Jalovice	Do 500 g/den/ ⁴		
		Nad 501 g/den/ ⁵		
	Voli	Do 485 g/den/ ⁶		
		Nad 486 g/den/ ⁷		
SEUROP zmasilost (body)	Býci	U/ ¹	-	2–5, 3–5, 5–8
		R/ ²		
		O/ ³		
	Jalovice	U/ ⁴		
		R/ ⁵		
	Voli	O/ ⁶		
		U/ ⁷		
SEUROP protučnost (body)	Býci	R/ ⁸	-	-
		1/ ¹		
		2/ ²		
	Jalovice	3/ ³		
		2/ ⁴		
	Voli	3/ ⁵		
		2/ ⁶		
		3/ ⁷		

¹,.../⁷/ pořadí skupiny

zařadili vliv zmasilosti a protučnosti jatečně opracovaných těl. Z výsledků je patrné, že při vyšší zmasilosti jatečného těla mají jatečná zvířata silnější svalová vlákna, zatímco při vyšším tukovém krytí jatečného těla jsou svalová vlákna slabší. Voli zařazení do jakostní třídy zmasilosti „U“ vykazovali u vláken průměrnou sílu 40,24 µm, při nižší třídě zmasilosti však (třída „R“) měli vlákna slabší (38,06 µm). Z výsledků práce vyplývá významná diference průměrné tloušťky svalových vláken ve svalovině roštěnce býků a vyřazených jalovic z chovu v neprospěch jalovic. Nevýznamně jemnější svalová vlákna s vyšší variabilitou, v porovnání se svalovinou býků, jsme zaznamenali ve skupině volů. Celkové hodnoty síly vláken ve skupině jatečných býků a volů, včetně její variability ve zvolených subkategoriích, odpovídajících vlivům jednotlivých faktorů, byly ovlivněny především jejich přepočtenou hmotností před porážkou a věkem v době porážky. Ve všech kategoriích skotu členěných podle pohlavní pří-

slušnosti je naznačen ($p > 0,05$) pozitivní vztah mezi silou svalových vláken a výhodnější klasifikací zmasilosti jatečně opracovaných těl skotu.

býci, skot, jalovice, volí, síla svalových vláken

Poděkování

Práce byla zpracována s podporou grantu QI91A055 a 2B8037.

SUMMARY

The objective of the study was to compare the effect of sex of the cattle and selected factors on the diameter of muscle fibres of the *m.l.th.* taken at the level of the 9th and 10th thoracic vertebra. Our study was conducted with a group of 136 bulls, 38 heifers and 18 steers of the Czech Red Pied cattle and their crossbreeds with the specialised beef breeds Charolais and Galloway, and crossbreeds of hybrid bulls. The bulls were slaughtered at the age of 587 ± 90 days and weight of 610 ± 97 kg. The average slaughter age and slaughter weight of the heifers was 644 ± 83 days and 550 ± 91 kg, respectively. Another evaluated category was steers fattened extensively on pasture to the highest slaughter age (689 ± 39 days) and weight (610 ± 90 kg). The *m.l.th.* was sampled and the sample was placed in a 10% solution of formaldehyde for 50 days. About 3 to 5 days prior to measuring the sample was transferred into 20% nitric acid which loosened up the muscle fibres. A preparation for evaluations proper was made from the loosened fibres. For measurements of the diameter of muscle fibres we used the microscopic equipment and software of the firm LEICA. The effect of age and weight at slaughter, net weight gains, meatiness and fatness of the carcass on the diameter of the muscle fibres were assessed for the individual cattle categories. The UNISTAT 5.1 programme was used to interpret the results of the analyses. The culled heifers had a statistically significantly ($p > 0.01$) thicker diameter of muscle fibres ($40.40 \mu\text{m}$) than the bulls ($38.63 \mu\text{m}$). The thinnest fibres were measured in the group of steers ($38.42 \mu\text{m}$). We then monitored the effect of age of the individual cattle categories at slaughter on the fibre diameter and we discovered that the muscle fibre diameter was significantly correlated with the age of the slaughter cattle. The fibre diameter of bulls of up to 530 days of age was $37.86 \mu\text{m}$, while at the age of more than 601 days it was $39.81 \mu\text{m}$. The diameter of muscle fibres is also affected by the pre-slaughter weight. At a lower body weight the fibres of all categories of cattle were thinner. The fibre diameter of heifers of up to 550 kg was $39.51 \mu\text{m}$, while fibres of heavier heifers were thicker ($41.50 \mu\text{m}$). We also explored the effect of the net weight gain on the muscle fibre diameter and discovered that the fibres of bulls and steers showing higher net weight gains were thicker, while in heifers this factor can be regarded as practically insignificant. As the last factors influencing the diameter of muscles fibres we explored the effect of meatiness and fatness of the carcass meat. According to the results it is obvious that the muscle fibres of meatier carcasses are thicker, while muscle fibres of fatter carcass are thinner. The diameter of muscles fibres of steers classified in the „U“ meatiness class was $40.24 \mu\text{m}$; muscles fibres of lower meatiness classes (class „R“) were thinner ($38.06 \mu\text{m}$). The results show a significant difference in the average diameters of muscles fibres between the muscles of *m.l.th.* of bulls and the culled heifers to the detriment of the heifers. The muscles fibres of the group of steers were insignificantly finer and more variable than muscle fibres of bulls. The total values of fibre diameters in the group of slaughter bulls and steers, including their variability in the respective sub-categories complying with the effects of the individual factors, were influenced particularly by their calculated weight prior to slaughter and by their age at slaughter. In all the categories of cattle divided according to their sex we saw ($p > 0.05$) a positive correlation between the diameter of muscles fibres and better classification of meatiness of the cattle carcasses.

LITERATURA

- COVINGTON, R. C., TUMA, H. J., GRANT, D. L., DAYTON, A. D., 1970: Various chemical and histological characteristics of beef muscle as related to tenderness. *J Anim Sci*, 30: 191–196. ISSN 1525-3163.
- FILIPČÍK, R., ŠUBRT, J., BJELKA, M., DRAČKOVÁ, E., HOMOLA, M., 2008: Kvalita masa v závislosti na pohlaví skotu. In: ŘEHOUT, V. *Biotechnology 2008*. České Budějovice: Scientific Pedagogical Publishing, 105–107. ISBN 80-85645-58-0.
- LEWIS, P. K., BROWN, C. J., HECK, M. C., 1977: Fiber diameter, sarcomere length and tenderness of certain muscles of crossbred beef steers. *J Anim Sci*, 45: 254–260. ISSN 1525-3163.
- MLYNEK, K., GULINSKI, P., 2007: The effect of growth rate and age at slaughter on dressing percentage and colour, pH_{48} and microstructure of *longissimus dorsi* muscle in Black-and-White (BW) bulls vs commercial crossbreeds of BW with beef breeds. *Animal Science Papers and Reports*, 25, 2: 65–71.

- OZAWA, S., MITSUHASHI, T., MITSUMOTO, M., MATSUMOTO, S., ITOH, N., ITAGAKI, K., KOHNO, Y., DOHGO, T., 2000: The characteristics of muscle fiber types of longissimus thoracis muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. *Meat Science*, 54: 65–70. ISSN: 0309-1740.
- PIPEK, P., 1995: *Technologie masa I*, Karmelitánské nakladatelství, 334 s. ISBN 80-7080.
- STEINHAUSER, L. *et al.*, 2000: *Produkce masa*, Vydavatelství Last, 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
- ŠUBRT, J., FILIPČÍK, R., BJELKA, M., DRAČKOVÁ, E., DUFEK, A., NOVÁKOVÁ, K., HOMOLA, M., 2009: Kvalita masa z pohledu konzumenta. In: *Zootechnické aspekty chovu masného skotu*, 21–32.
- ŠUBRT, J., MIKŠÍK, J., 2002: A comparison of selected quality parameters of the meat of Czech Pied and Montbéliard bulls. *Czech J. Anim. Sci.*, 47, 2: 57–63. ISSN: 1212-1819.
- TRNKA, M., OKROUHLÁ, M., 2007: Svalová vlákna – významný ukazatel kvality vepřového masa. *Náš chov*, Profi Press, s. r. o., 67, 11, 32–34. ISSN 0027-8068.
- TUMA, H. J., VENABLE, J. H., WUTHIER, P. R., HENRICKSON, R. L., 1962: Relationship of fiber diameter to tenderness and meatiness as influenced by bovine age. *J Anim Sci*, 21: 33–36. ISSN 1525-3163.

Adresa

Ing. Kateřina Němcová, prof. Ing. Jan Šubrt, CSc., Ing. Eliška Dračková, Ing. Radek Filipčík, Ph.D., Ústav chovu a šlechtění zvířat, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: xnovak31@node.mendelu.cz, jan.subrt@mendelu.cz, eliska.drackova@mendelu.cz, radek.filipcik@mendelu.cz