

THE INFLUENCE OF SEX ON QUANTITATIVE AND QUALITATIVE PARAMETERS OF THE MUSCLE FIBERS IN SELECTED CARCASSE PARTS IN PIGS

Stupka R., Trnka M., Čítek J., Šprysl M., Okrouhlá M., Brzobohatý L.

Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic

Abstract

The aim of this study was to assess the effect of sex on quantitative and qualitative parameters of muscle fibers in selected carcasse parts (loin, ham, shoulder, neck) in pigs. Monitoring was conducted at 216 hybrid pigs of three different genotypes with a balanced sex proportion.

Barrows as well as gilts achieved the highest quality parameter levels of muscle fibers in the ham and loin, the lowest in shoulder. The highest frequency of muscle fibers per unit area were demonstrated in both sexes in the shoulder plece (89,28 resp. 93,13), the lowest in the ham (69,90 resp. 62,31) and loin (65,10 resp. 62,51). Barrows compared gilts can be characterized by lower quality parameters of muscle fibers, especially in ham and loin.

Based on the above facts it can be mentioned that between gilts and barrows exist significant differences in both qualitative and quantitative muscle fibre parameters in the ham (*m. semimembranosus*) and loin (*m. longissimus and thoracis*).

Key Words: pig, quality, muscle fibers, sex, carcass part

Funkční i morfologickou stavební jednotkou příčně pruhované svaloviny je svalové vlákno (JELÍNEK et al., 2003). Svalová tkáň je proto převážně určena počtem svalových vláken a jejich velikostí (REHFELDT et al., 2000).

U většiny druhů se na příčném řezu svalu jeví rozložení typů svalových vláken jako „dvoubarevná mozaika“. U dospělých prasat se vytváří jedinečné uspořádání svalových vláken, které tvoří centrální skupiny pomalých vláken obklopené větším počtem rychlých vláken (BEERMAN et al., 1978). WIGMORE a STICKLAND (1983) ve své studii uvádí, že jedno z centrálních pomalých vláken v každém svazku se vyvíjelo jako primární vlákno.

Hyperplazie, tedy násobení počtu svalových buněk savců, je z velké části dokončena během březosti a počet svalových vláken je tedy pevně stanoven v době narození, zatímco velikost svalových vláken ovlivňuje mnoho postnatálních faktorů (TE PAS et al., 2004). Během postnatálního růstu, je nárůst svalové hmoty způsoben zvětšením velikosti svalových vláken (hypertrofií). Tento proces je doprovázen proliferační aktivitou satelitních buněk, které jsou zdrojem nových jader včleněných do svalových vláken (REHFELDT et al., 2000).

U novorozených zvířat jsou všechny svaly složeny z tenkých svalových vláken o tloušťce 5 – 10 µm. S přibývajícím věkem a v souvislosti s funkčním uplatněním jednotlivých svalů svalová vlákna postupně hypertrofují na pěti až desetinásobek původní hodnoty, takže u dospělých jedinců a vykrmených jatečných zvířat dosahují tloušťky 50 – 100 µm. Ztlušťování svalových vláken, které je provázeno zmnožováním myofibril, neprobíhá však ve všech svalectech stejně. Nejvíce zesilují

vlákna ve svalectech často a značně namáhaných a zatěžovaných, jako jsou např. svaly končetin. Naproti tomu svaly, které se funkčně uplatňují méně často a s vynaložením menší kontrakční síly, např. svaly v blízkosti páteře, jsou u téhož jedince složeny ze svalových vláken podstatně tenčích. Ztlušťování svalových vláken, vedle jejich současného prodlužování, představuje u rostoucího zvířete hlavní způsob, jímž se zvětšuje objem jednotlivých svalů, a tím i celková hmota masa (LEFAUCHEUR et al., 1995).

Velikost vlákna je nejčastěji určována měřením průměru (diametru) svalového vlákna nebo měřením plochy příčného řezu na histologickém příčném řezu (TE PAS et al., 2004).

DWYER et al. (1993) uvádí, že počet svalových vláken je důležitý faktor ovlivňující postnatální růst. Z uvedené práce vyplývá, že prasata s vysokým počtem svalových vláken mají sklon k rychlejšímu a efektivnějšímu růstu než jejich sourozenci s nižším počtem svalových vláken.

Pokud se týká vlivu pohlaví SOLOMON et al. (1990) ve své práci uvádějí, že kanci mají větší plochu příčného řezu svalového vlákna než prasničky a vepři, přičemž vepři mají nejmenší plochu příčného řezu. Shodně s tímto zjištěním také LARZUL et al. (1997) uvádí větší plochu příčného řezu svalového vlákna u prasniček oproti vepřům. U celkového počtu svalových vláken svalu *m. longissimus* nezjistili mezi prasničkami a vepřiky žádné statisticky významné rozdíly. V rozporu s výše uvedenými autory BROCKS et al. (1998) nezjistili žádné statisticky významné rozdíly ve velikosti plochy příčného řezu svalového vlákna mezi prasničkami a vepřiky.

REHFELDT et al. (1999) uvádí, že v počtu svalových

vláken ve svalu *m. longissimus* u prasat nebyly mezi pohlavími zjištěny žádné rozdíly.

Cílem práce bylo posoudit vliv pohlaví na kvalitativní a kvantitativní parametry svalových vláken u vybraných jatečných partií (kýta, pečeně, plec, krkovice).

Materiál a metodika

Zvířata

Sledování byla provedena na 216 ks hybridních prasat tří různých kombinací křížení s vyrovnaným podílem pohlaví. Pokusy proběhly v Pokusné testovací stanici v Ploskově u Lán. Do testovací stanice bylo v rámci každého pokusu naskladněno 72 kusů zvířat, v průměrném věku 65 – 70 dnů od narození o celkové průměrné živé hmotnosti cca 25 kg.

Výživa prasat probíhala dle norem potřeb živin, ve třech fázích s kontinuálním přechodem, přičemž kompletní krmné směsi (KKS) byly složeny z pšenice, ječmene, extrahovaného sojového šrotu a krmného doplňku. Krmení KKS bylo realizováno *ad – libitně* pomocí samokrmítek od firmy Düramat, přičemž KKS byly míchány pro každý kotec samostatně.

Stanovení základních charakteristik svalových vláken

Při dosažení průměrné živé hmotnosti 110kg byla testovaná prasata poražena. Za účelem sledování kvalitativních (tloušťka, plocha, obvod) a kvantitativních (počet) charakteristik svalových vláken byly 24 hodin *post mortem* odebrány vzorky ze svalů *m. longissimus lumborum et thoracis* (pečeně), *m. semimembranosus* (kýta), *m. cleidocephalicus* (krkovice), *m. serratus ventralis* (plec) o velikosti 0,5 x 0,5 x 2cm, následně byly označeny a zmrazeny v tekutém dusíku. Do vlastní analýzy byly vzorky uchovávány v hluboko mrazicím boxu při teplotě -80°C.

Analýza spočívala v získání 10 μm silných plátků napříč svalovými vlákny z daného vzorku svaloviny. Krájení bylo uskutečněno pomocí kryostatu Leica, při teplotě -20°C. Pro změření plochy řezu svalového vlákna, diametru a obvodu svalového vlákna a počtu svalových vláken na 0,5 mm^2 byla použita metoda barvení pomocí Hematoxilinu a Eozinu.

Optickým mikroskopem s fotoaparátem (CAMEDIA-5060, OLYMPUS) byly získány snímky preparátů, které byly následně vyhodnoceny programem obrazové analýzy NIS - Elements.

Byly sledovány následující kvantitativní a kvalitativní ukazatelé:

- počet vláken na 0,5 mm^2 plochy,
- průměrný diametr (tloušťka) svalového vlákna (μm),
- průměrná plocha řezu svalového vlákna (μm^2),
- průměrný obvod svalového vlákna (μm).

Zpracování výsledků v programu SAS

Výsledky pokusů byly vyhodnoceny matematicko statistickými metodami, programem SAS, procedurami MEANS, UNIVARIATE, GLM (SAS, 2001). Rozdíly

mezi jednotlivými sledovanými znaky byly otestovány analýzou variance.

Pro vyhodnocení vlivu hybridní kombinace, pohlaví, partie, genotypu genu RYR1 byl použit model:

$$Y_i = \mu + P_i + e_i, \text{ kde:}$$

μ – průměr populace,

P_i – pevný efekt pohlaví (vepřici, prasníčky); křížení [ČBUxČL; (ČBUxČL)xPN; (ČBUxČL)x(PNxBO)]; partie (pečeně, plec, kýta, krkovice), genotypu genu RYR1 (NN, Nn),

e_i – reziduální chyba.

Výsledky a diskuse

V tabulkách 1 – 4 je provedeno hodnocení vlivu pohlaví na vybrané kvantitativní a kvalitativní parametry svalových vláken u vybraných svalů sledovaných jatečných partií.

Z uvedených tabulek je patrné, že nejvyšší tloušťka svalových vláken u vepřiků byla zjištěna u jatečné partie pečeně (81,85 μm), nejnižší u jatečné partie plec (68,23 μm). S tím úzce korespondují i hodnoty zjištěné pro další dva zjišťované kvalitativní ukazatele, a to pro plochu a obvod svalových vláken, které byly rovněž nejvyšší u jatečné partie pečeně. Průměrná plocha svalového vlákna u MLLT činila 5576 μm^2 , obvod 286, 87 μm . Nejmenší plocha a obvod byla naměřena u jatečné partie plec, kde plocha dosáhla velikosti 3801 μm^2 a obvod 238,49 μm . Těmto údajům odpovídají i hodnoty počtu svalových vláken u vepřiků, kdy jatečná partie pečeně se vyznačovala nejmenším počtem svalových vláken (65,1), plec, naopak, počtem svalových vláken nejvyšším (89,28).

Pokud se týká kategorie prasníček, nejvyšší tloušťka svalových vláken byla zjištěna v partii kýta (85,92 μm), která se vyznačovala i největší plochou (6199 μm^2) a obvodem (307,16 μm). U této partie byla rovněž zjištěna nejmenší četnost vláken na jednotku plochy (62,31). Naopak nejnižší hodnoty kvalitativních parametrů svalových vláken se prokázaly u jatečné partie plec, kde byla naměřena tloušťka o 64,24 μm , plocha 3393 μm^2 a obvod 229,09 μm . U této partie byl zjištěn nejvyšší počet svalových vláken na jednotku plochy (93,13).

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že u skupiny vepřiků i prasníček byly monitorovány obdobné trendy u sledovaných svalů. Nejvyšší hodnoty kvalitativních parametrů svalových vláken byly u obou pohlaví zjištěny u jatečných partií kýta a pečeně, u vepřiků nejvyšší hodnoty vykazala pečeně, u prasníček kýta. Naopak obě pohlaví se vyznačovala nejnižšími hodnotami kvalitativních parametrů u krkovice a plece, přičemž absolutně nejnižších hodnot u obou pohlaví vykazala plec. Analogicky je tomu u počtu vláken. Vepřici i prasníčky měli nejnižší četnost svalových vláken v kýtě a pečení, nejvyšší pak v krkovicí a pleci.

Významné mezipohlavní rozdíly ($P < 0,01$) byly zjištěny u jatečné partie krkovice, a to u tloušťky a plochy svalových vláken s výjimkou jejich četnosti a obvodu.

Rovněž tak u kýty se prokázaly významné rozdíly ($P < 0,01$) mezi pohlavím, a to u tloušťky, počtu, plochy i obvodu. U jatečné partie pečeně byly největší mezipohlavní rozdíly ($P < 0,01$) zjištěny u počtu a obvodu svalových vláken s výjimkou tloušťky a plochy. Rovněž významné rozdíly ($P < 0,01$) mezi vepřiky a prasničkami se prokázaly u plece, a to u tloušťky, počtu, plochy a obvodu svalových vláken.

POUR, HOVORKA (1980) poukazují v souladu s výsledky našeho sledování na vliv pohlaví na tloušťku svalových vláken u jatečné partie pečeně. Potvrzují, že vepřici se vyznačují tenčími svalovými vlákny o menší ploše než je tomu u prasniček. Dále uvádějí, že byl zjištěn rozdíl v počtu svalových vláken mezi vepřiky a prasničkami. Vepřici se v průměru vyznačovali větším počtem svalových vláken než prasničky. Tento závěr se shoduje i s našimi výsledky, kdy byla prokázána existence významných mezipohlavních rozdílů u partií pečeně, kýta a krkovic. Tato skutečnost se však nepotvrdila u jatečné partie plec.

ČERVENKA (2004) ve své práci uvádí, že prasničky měly větší průměrnou tloušťku, plochu i obvod svalových vláken u partie kýty, plece a pečeně ve srovnání s vepřiky.

TICHÁ (1981) došla k závěrům, že u vepřiků byly v oblasti kvalitativních parametrů svalových vláken vysledovány nižší hodnoty než u prasniček.

WANG et al. (2004), SUZUKI et al. (2001) potvrzují vliv pohlaví na charakteristiky svalových vláken prasat. REHFELDT et al. (1999) rovněž konstatuje, že svaly vepřiků jsou složeny z většího počtu svalových vláken než svaly prasniček.

KRATOCHVÍLOVÁ et al. (2011) zjistili významný vliv pohlaví na průměrný počet svalových vláken, průměrnou plochu řezu svalového vlákna a průměrný diametr. Rozdíly mezi prasničkami a vepřiky byly statisticky významné. U prasniček byla zjištěna větší plocha řezu svalových vláken ($4175,31 \mu\text{m}^2$) a větší diametr ($69,83 \mu\text{m}$) oproti vepřikům. Shodně s tímto zjištěním také Larzul et al. (1997) uvádějí větší plochu řezu u prasniček oproti vepřikům. Naopak Bee (2004) naměřili větší plochu řezu svalového vlákna u vepřiků oproti prasničkám.

Naopak WOJTYSIK et al. (2003, 2004) sledoval charakteristiky svalových vláken u svalu MLLT a dochází k závěru, že pohlaví nemá vliv na typologii svalových vláken, ale ovlivňovalo jejich tloušťku a plochu.

Tabulka 1. Charakteristika svalových vláken u pečeně (MLLT) s ohledem na pohlaví

Charakteristika svalových vláken	Vepřici (1)		Prasničky (2)		Významnost		
	x	s	x	s	**	*	NS
Tloušťka (μm)	81,85	20,02	82,31	21,29			1-2,
Počet	65,1	16,95	62,51	21,75	1-2,		
Plocha (μm^2)	5576	2783	5677	2894			1-2,
Obvod (μm)	286,87	76,04	296,59	84,11	1-2,		

** rozdíly mezi průměry jsou statisticky průkazné ($P < 0,01$), * rozdíly mezi průměry jsou statisticky průkazné ($P < 0,05$), NS - neprůkazné rozdíly

Tabulka 2. Charakteristika svalových vláken kýty (MS) s ohledem na pohlaví

Charakteristika svalových vláken	Vepřici (1)		Prasničky (2)		Významnost		
	x	s	x	s.	**	*	NS
Tloušťka (μm)	79,74	18,54	85,92	22,62	1-2,		
Počet	69,9	18,48	62,31	16,86	1-2,		
Plocha (μm^2)	5264	2437	6199	3139	1-2,		
Obvod (μm)	280,44	69,73	307,16	85,48	1-2,		

** rozdíly mezi průměry jsou statisticky průkazné ($P < 0,01$), * rozdíly mezi průměry jsou statisticky průkazné ($P < 0,05$), NS - neprůkazné rozdíly

Tabulka 3. Charakteristika svalových vláken u plece (MSV) s ohledem na pohlaví

Charakteristika svalových vláken	Vepřici (1)		Prasničky (2)		Významnost		
	x	s	x	S	**	*	NS
Tloušťka (μm)	68,23	13,57	64,24	13,94	1-2,		
Počet	89,28	28,2	93,13	47,36	1-2,		
Plocha (μm ²)	3801	1577	3393	1471	1-2,		
Obvod (μm)	238,49	50,48	229,09	55,04	1-2,		

** rozdíly mezi průměry jsou statisticky průkazné (P < 0,01), * rozdíly mezi průměry jsou statisticky průkazné (P < 0,05), NS - neprůkazné rozdíly

Tabulka 4. Charakteristika svalových vláken krkovice (MC) s ohledem na pohlaví

Charakteristika svalových vláken	Vepřici (1)		Prasničky (2)		Významnost		
	x	s	x	S	**	*	NS
Tloušťka (μm)	71,07	15,18	69,1	15,05	1-2,		
Počet	85,38	25,32	84,46	21,59			1-2,
Plocha (μm ²)	4147	1797	3928	1728	1-2,		
Obvod (μm)	246,74	54,62	245,62	58			1-2,

** rozdíly mezi průměry jsou statisticky průkazné (P < 0,01), * rozdíly mezi průměry jsou statisticky průkazné (P < 0,05), NS - neprůkazné rozdíly

Závěr

Vepřici i prasničky dosahovali nejvyšších hodnot kvalitativních parametrů svalových vláken v kýtě a pečení, nejnižších u jatečné partie plec. Nejvyšší četnosti svalových vláken na jednotku plochy byly prokázány u obou pohlaví u plece, nejnižší v kýtě a pečení. Vepřici se, oproti prasničkám, vyznačovali nižšími hodnotami u kvalitativních parametrů svalových vláken, zejména u partie kýty a pečeně.

Na základě výše uvedených skutečností lze konstatovat, že mezi prasničkami a vepřicí existují významné rozdíly jak v kvalitativních tak i kvantitativních parametrech svalových vláken mezi oběma pohlavími u svalů MS a MLLT.

Literatura

- ČERVENKA, T. (2004): Kvalita vepřového masa současných genotypů jatečných prasat s ohledem na charakteristiku jejich svalových vláken. DP, ČZU v Praze, 16-21.
- BEE, G. (2004): Effect of early gestation feeding, birth weight, and gender of progeny on muscle fiber characteristics of pigs at slaughter. J. Anim. Sci., 82, 826-836.

- BEERMAN, D. H., CASSENS, R. G., HAUSMAN, G. J. (1978): A second look at fiber type differentiation in porcine skeletal muscle. J. Anim. Sci., 46, 125-132.
- BROCKS, L., HULSEGG, B., MERKUS, G. (1998): Histochemical characteristics in relation to meat quality properties in the *longissimus lumborum* of fast and lean growing lines of Large White pigs. Meat Sci., 50, 411-420.
- DWYER, C. M., FLETCHER, J. M., STICKLAND, N. C. (1993): Muscle cellularity and postnatal growth in the pig. J. Anim. Sci., 71, 3339-3343.
- JELÍNEK, P., KOUDELA, K., DOSKOČIL, J., ILLEK, J., JELÍNEK, P., KOTRBÁČEK, V., KOUDELA, K., KOVÁŘŮ, F., KROUPOVÁ, V., KUČERA, M., KUDLÁČ, E., TRÁVNÍČEK, J., VALENT, M. (2003): Fyziologie hospodářských zvířat. MZLU Brno, 1., 414.
- LARZUL, C., LEFAUCHEUR, L., ECOLAN, P., GOGUE, J., TALMANT, A., SELIER, P., MONIN, G. (1997): Phenotypic and genetic parameters for Longissimus muscle fibre characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White pigs. J. Anim. Sci., 75, 3126-3137.
- KRATOCHVÍLOVÁ, H. (2011): Charakteristika svalových vláken ve vztahu k jakostním abnormalitám masa a vybraným genetickým markerům. DP, ČZU v Praze, 101.

- LEFAUCHEUR, L., EDMOND, F., ECOLAN, P., BUTLER-BROWNE, G. S. (1995): Pattern of muscle fiber type formation in the pig. *Developmental Dynamics*, 203, 27-41.
- POUR, M., HOVORKA, F. (1980): Síla svalových vláken svalu musculus longissimus dorsi jako ukazatel zmasilosti jatečných prasat. *Sbor. VŠZ v Brně*, 28, 3-4, 376-381.
- REHFELDT, C., STICKLAND, N. C., FIEDLER, I., WEGNER, J. (1999): Environmental and genetic factors as sources of variation in skeletal muscle fibre number. *Basic and Applied Myology*, 9, 235-253.
- REHFELDT, C., FIEDLER, I., DIETL, G., ENDER, K. (2000): Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection, *Livest. Prod. Sci.*, 66, 2, 177-188.
- SOLOMON, M. B., CAMPBELL, R. G., STEELE, N. C. (1990): Effect of sex and exogenous porcine somatotropin on *longissimus muscle* fiber characteristics of growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 68, 1176-1181.
- SUZUKI, K., SHIMIZU, Y., ABE, H., TONAI, K., SUZUKI, A. (2001): Comparison of meat quality between breeds, sex and site of *Longissimus Thoracis* muscle in pigs. *Anim. Sci. J.*, 72, 8, 215-223.
- TE PAS, M. F. W., EVERTS, M. E., HAAGSMAN, H. P. (2004): *Muscle development of livestock animals. Physiology, Genetics and Meat Quality*, CABI Publishing, 411.
- WANG, J., WANG, H., ZHANG, Y. (2004): Research progresses on muscle fibre characteristics of pigs. *Swine Prod.*, 3, 46-48.
- WIGMORE, P. M. C., STICKLAND, N. C. (1983): DNA, RNA and protein in skeletal muscle of large and small fetuses. *Growth*, 47, 67-76.
- WOJTYSIAK, D., PASCIAK, P., MIGDA, W. (2003): The effect of sex on the histochemical profile of the longissimus lumborum muscle of pigs slaughtered at 130 kg body weight. *Roczniki Naukowe Zoot.*, 253-260.
- WOJTYSIAK, D., PASCIAK, P., MIGDA, W., POTOWICZ, K. (2004): Histochemical profile of two parts of the longissimus dorsi muscle in relation to the sex of pigs. *Anim.Sci.,Papers and Reports*, 587-593.

Research was sponsored by the CMEPt No.6046070901.