Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky

Vliv intenzity růstu na charakteristiky svalových vláken vepřového masa

Bakalářská práce

Autor práce: Pavla Jelínková

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D.

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv intenzity růstu na charakteristiky svalových vláken vepřového masa" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2014 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jaroslavu Čítkovi, Ph.D. za pomoc při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu a trpělivost.

Vliv intenzity růstu na charakteristiky svalových vláken vepřového masa

Souhrn

Ze svalových vláken se skládají všechny kosterní svaly. Rozlišuje se několik typů svalových vláken. Vlákna typu I mají nejmenší průměr, oxidativní metabolismus a největší odolnost proti vyčerpání. Opakem těchto vláken jsou vlákna typu IIB. Přechod mezi těmito typy tvoří vlákna typu IIA. Na charakteristiky jednotlivých typů svalových vláken jako je jejich procentuelní zastoupení ve svalech nebo jejich velikost má řada faktorů. Jedním z nejvýraznějších vlivů je v rámci druhu plemeno (genetické faktory), dále např. věk, pohlaví, vliv prenatální a postnatální výživy a intenzita růstu.

Do studie bylo zahrnuto celkem 216 prasat. Studie byla rozdělena na 3 po sobě následující testy. V každém testu bylo naskladněno 72 zvířat s průměrnou živou hmotností 25 kg. Pohlaví u tohoto souboru zvířat bylo vyrovnané. Soubor zvířat byl ve vybraných hmotnostních intervalech rozdělen dle intenzity růstu na tři skupiny. Průměrná porážková hmotnost zvířat byla 107 kg. Byly získány ukazatele jako počet vláken na 0,5 mm^2 plochy, procento plochy svalových vláken (%), procento počtu svalových vláken (%), průměrná plocha řezu svalového vlákna (μm^2). Za účelem stanovení základních charakteristik svalových vláken k vybraným ukazatelům byly odebrány vzorky svaloviny ze svalu *musculus longissimus lumborum et thoracis* (pečeně). Tyto vzorky byly použity ke zhotovení trvalých histologických preparátů.

V práci byla před vlastním barvením využita zásaditá preinkubace a inkubace. Proto se vlákna typu I zabarvila světle a vlákna typu IIB tmavě. Intenzitou růstu byla ovlivněna plocha řezu svalových vláken a to nejvýrazněji světlá a přechodná svalová vlákna, zatímco procento plochy svalových vláken denním přírůstkem živé hmotnosti nebylo ovlivněno. Významný byl i vztah s počtem ploch svalových vláken. Dále intenzita růstu ovlivnila procento počtu vláken světlých a tmavých a také počet vláken na jednotku plochy.

Klíčová slova: prase, intenzita růstu, svalová vlákna, živá hmotnost

The influence of growth intensity on muscle fiber chracteristics in pigs

Summary

All skeletal muscles are composed of muscle fibers. There is a several type of muscle fibers. Type I fibers have the smallest diameter, oxidative metabolism and the greatest resistance to fatigue. The opposite of these fibers are fibers of type IIB. The transition between these types is the fiber type IIA. Many factors influence the characteristics of the different type of muscle fibers (percentages of muscle fibers and size of muscle fibers). One of the most significant influences is within species breed (genetic factors), as well as age, gender, the impact of prenatal and postnatal nutrition and growth rate.

The study included a total of 216 pigs. The study was divided into three consecutive tests. In each test was stock 72 animals with an average live weight of 25 kg. Males and females in this group of animals were balanced. Set of animals at selected weight intervals was divided into three groups of growth intensity. The average slaughter weight of animals was 107 kg. Indicators were obtained: number of muscle fibers to 0.5 mm^2 area, area percentage of muscle fibers (%), the percentage of muscle fibers (%), average muscle fiber cross-sectional area (μm^2). To determine the basic characteristics of the muscle fibers to selected indicators were sampled from *musculus longissimus lumborum et thoracis* (roast). These samples were used for making permanent histological slides.

In this work before self-staining was used alkaline pre-incubation and incubation. Therefore the muscle fibers of type I were light and fibers of type IIB were dark. Cross sectional area especially of light and intermediate muscle fibers were affected by growth intensity, while muscle fiber area percentage was not affected by daily live weight gain. The relationship with the area quantity of muscle fibers was significant too. Furthermore, the intensity of growth affected the percentage of the number of light and dark fibers and number of fibers per unit area.

Keywords: pig, growth rate, muscle fibers, live weight

Obsah

1. Úvod 8
2. Cíl práce 9
3. Literární rešerše 10
3.1 Svalstvo 10
3.2 Sval 10
3.2.1. Vývoj svalů 11
3.3 Svalové vlákno 11
3.3.1. Rozdělení vláken 12
3.3.2. Faktory ovlivňující svalové vlákno 14
3.3.2.1. Divoká x domestikovaná prasata 14
3.3.2.2. Prostředí 15
3.3.2.3. Stres 17
3.3.2.4. Hmotnost při narození 17
3.3.2.5. Věk 17
3.3.2.6. Pohlaví 18
3.3.2.7. Vliv prenatální výživy 19
3.3.2.8. Vliv postnatální výživy 20
3.3.2.9. Druh 20
3.3.2.10. Plemeno 21
3.3.2.11. Intenzita růstu 22
4. Materiál a metodika 27
4.1. Odebrání a zmrazení vzorků 27
4.2. Příprava vzorků a vyhotovení histologického preparátu 27
4.3. Vyhodnocení pomocí mikroskopu 28
4.4. Zpracování výsledků v programu SAS 28

4.5. Barvení histologických řezů (aktomyosinová ATPáza) 29
5. Výsledky a diskuze 31
6. Závěr 40
7. Seznam zkratek 41
8. Seznam literatury 43

1. Úvod

Nedílnou součástí chovu hospodářských zvířat je chov prasat. Patří mezi nejvýznamnější odvětví živočišné produkce nejen v České republice ale i na celém světě. Chov prasat je přímo navázaný na pěstování obilovin a je na něm závislý. Tím že jsou prasata významným konzumentem rostlinné produkce, podílí se tak do značné míry na stabilitě zemědělského sektoru. Spotřebují velkou část krmných směsí vyrobených v České republice.

Kvůli vysoké schopnosti prasat syntetizovat proteiny a ukládat tukové rezervy v těle patří prasata mezi nejvýkonnější hospodářská zvířata. Značná intenzita růstu, ranost, výborná plodnost, mléčnost, krátké období březosti a příznivá jatečná výtěžnost patří k výhodám chovu prasat.

V posledních dvaceti letech došlo v naší zemi k markantnímu poklesu stavů hospodářských zvířat, což je patrné u produkce vepřového masa i chovu skotu. Nejdůležitější a nejnáročnější část chovu prasat, na které je závislá ekonomika chovu prasat, je produkce selat. Počet narozených selat a počet dochovaných selat na prasnici a rok je mezinárodně uznávaným měřítkem reprodukční výkonnosti stáda prasnic.

Hlavním úkolem chovu prasat je produkce kvalitního vepřového masa. Vepřové maso představuje důležitou roli v zásobování obyvatelstva masem. Maso je nedílnou součástí pestré a vyvážené výživy člověka. Je to jeden z hlavních předpokladů zdravého tělesného vývoje jedince a neodmyslitelně patří mezi základní výrobní surovinu masných výrobků v české kuchyni. Zabezpečuje nutriční proteinovou bilanci nejenom u nás ale i prakticky na celém světě. V současné době průměrný obyvatel ČR za rok sní zhruba 41 kg vepřového.

Kvalita masa je ovlivňována řadou faktorů. Spadá sem výživná hodnota, senzorické vlastnosti masa a například typ a utváření svalových vláken. Přiměřené množství nitrosvalového tuku spolu s množstvím a charakterem nitrosvalového vaziva jsou dalšími důležitými činiteli ovlivňující kvalitu masa. Na jakost i množství masa od narození po poražení zvířete působí i vnější vlivy jako je výživa, podmínky ustájení zvířat, technika krmení a druh použitých krmiv. Patří sem i vlivy onemocnění zvířete a jakostní vady masa, jako například PSE maso (bledé, měkké, vodnaté) vyskytující se zvláště u prasat.

2. Cíl práce

Cílem práce je popsat faktory ovlivňující charakteristiky svalových vláken u prasat. Byl popsán vliv intenzity růstu prasat v různých obdobích výkrmu na charakteristiky svalových vláken.

3. Literární rešerše

3.1 Svalstvo

Svalstvo je specializovaná soustava sloužící k vykonávání pohybu, k měnění tvaru a velikosti tělních dutin a otvorů. Díky schopnosti svalové tkáně měnit chemickou energii živin v mechanickou energii v podobě aktivního zkrácení - kontrakce, dochází k zabezpečování žádoucí polohy těla a jeho částí (Marvan a kol., 2007). Svaly v organismu plní v těle různorodé funkce a tak svalstvo dosahuje 45-50 % tělesné hmotnosti (Reece, 1998). U jatečných zvířat svalstvo představuje nejdůležitější součást masa, tj. hlavní surovinu těženou z jejich těl.

Reece (1998), Marvan a kol. (2007) dělí svalovou tkáň na hladkou, kosterní a srdeční. Tvarová a funkční jednotka svalstva je sval.

Svalovina je silně prokrvená svalovými tepnami a inervována senzitivními, motorickými a autonomními nervy. Místo vstupu a výstupu cév a nervů ze svalu se označuje jako hillus. Pomocnými svalovými orgány, které usnadňují činnost svalů, jsou svalové povázky, mazové váčky a šlachové pochvy (König a kol., 2003; Marvan a kol., 2007).

3.2 Sval

V těle zvířat je něco přes 600 jednotlivých kosterních svalů a jsou zde velké rozdíly mezi tvarem, velikostí a funkcí. Mnoho svalů je připojeno přímo ke kostem, ale jiné mají primární ukotvení v kůži, chrupavce a povázce (vazivový obal), zatímco jiné jsou připojené k vazům. O převaze svalových vláken v kosterní svalovině svědčí fakt, že tvoří něco mezi 75 – 90 % celkového objemu svalů, přičemž zbytek je tvořen pojivovou tkání, krevními cévami, nervy a extracelulární tekutinou (Lawrence a Fowler, 2002; Lefaucheur, 2010)

Sval se skládá ze svalového bříška, schopného kontrakce (tzv. aktivní část), a z jeho odstupových a úponových šlach (tzv. pasivní část), které přenášejí sílu na kost (König a kol., 2003). Sval je složen z velkého počtu svalových vláken, která jsou jemným vazivem (endomysium) spojena do primárních svalových snopců. Tyto primární svalové snopce obklopuje vazivo označované jako vnitřní perimysium. Celý sval pak pokrývá vnější perimysium (vazivová blána) neboli tzv. epimysium (Jelínek a kol., 2003).

3.2.1. Vývoj svalů

Kosterní svaly vznikají při procesu známém jako myogeneze (Lawrence a Fowler, 2002). Oksbjerg a kol. (2004) rozděluje vývoj a růst svalů do třech hlavních stádií. První etapou je embryonální a fetální vývoj, kde myoblasty proliferují a diferencují v myotuby. Následuje perinatální a postnatální růst.

Embryonální vývoj svalů začíná diferenciací mezenchymálních kmenových buněk derivovaných ze somitů středního zárodečného listu (mezodermu) přes premyoblasty v kontraktilní myoblasty. Nediferencované kmenové buňky zůstávají zachované jako tzv. satelitní buňky během celého života a hrají důležitou úlohu při regeneraci svalů (König a kol., 2003).

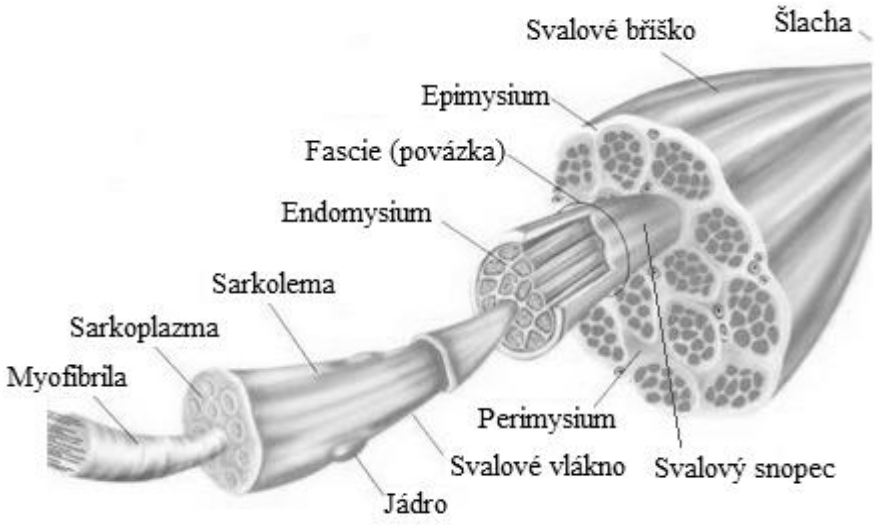
Du a kol. (2010) uvádí, že během počáteční fáze myogeneze v embryonálním vývoji se formují primární vlákna. Následuje fetální fáze vývoje kosterních svalů, která je velmi důležitá, protože počet svalových vláken se po narození již nezvyšuje. V tomto fetálním období se během druhé vlny formují sekundární svalová vlákna a tvoří většinu kosterních svalových vláken. Postnatální růst svalů je hlavně způsoben zvětšováním velikosti svalového vlákna nikoli tvorbou nových svalových vláken. Vznik sekundárních svalových vláken se částečně překrývá se vznikem intramuskulárních adipocytů a fibroblastů. Společně tyto 3 typy buněk: svalová buňka (myocyt), adipocyt (tuková buňka) a fibroblast (buňka vazivové tkáně) vytváří základní strukturu kosterní svaloviny.

3.3 Svalové vlákno

Ze svalových vláken se skládají všechny kosterní svaly. Svalové vlákno je válcovitý útvar, jehož délka závisí na stavbě svalu a tloušťka na genetické determinaci, pohybové aktivitě a výživě. U novorozených zvířat jsou všechny svaly složeny z tenkých svalových vláken o tloušťce 5 - 10 mikrometrů. U dospělých jedinců a vykrmených jatečných zvířat svalová vlákna ztlušťují na tloušťku 50 - 100 mikrometrů v souvislosti s přibývajícím věkem a s funkčním uplatněním jednotlivých svalů. Geneticky podmíněný je i počet svalových vláken, který se pohybuje v závislosti na tloušťce vláken od 10 do 100 tisíc na ploše 1 cm čtverečního příčného průřezu svalem (Marvan a kol., 2007). Povrch svalového vlákna je tvořen cytoplasmatickou membránou – sarkolemou pod níž jsou v řadách uložena početná jádra. V cytoplasmě (sarkoplazmě) jsou

kromě buněčných organel a inkluzí pravidelně uspořádaná a podélně orientovaná myofilamenta. Z těchto myofilament se skládají svalová vlákenka myofibrily, které obsahují 1000-2000 těchto myofilament. Rozlišujeme myofilamenta slabá (aktinová) a myofilamenta silná (myozinová) jejichž pravidelné střídání podmiňuje příčné pruhování myofibril ve svalovém vláknu. Tlustá myofilamenta jsou složena z protáhlých molekul myozínu, tenká myofilamenta jsou tvořena dvěma spirálovitě stočenými molekulami aktinu, dále troponinem a tropomyozinem. Na myofibrilách lze rozeznat funkčně i morfologicky specifické úseky – sarkomery. Sarkomera je úsek myofibrily, který je ohraničen příčnými liniemi (Z-liniemi).

Oporu svalových vláken tvoří nitrosvalové-intramuskulární vazivo, které představuje v průměru 2 – 5 % hmoty svalu. Vazivo má velký význam pro vlastní činnost svalu a tvoří funkci mechanickou, spojovací a vyplňovací (Jelínek a kol., 2003; Marvan a kol. 2007).



Obr. 1: Stavba svalu, zdroj - < http://www.tutorvista.com/biology/parts-of-the-muscles>

3.3.1. Rozdělení vláken

Podle reakce na enzym ATPázu a hodnoty pH rozdělují Brooke a Kaiser (1970) 2 typy vláken: vlákna typu I (světlá) a vlákna typu II (tmavá). Tmavá dále rozdělili na tři skupiny: IIA, IIB a vedlejší skupinu vláken typu IIC.

Peter a kol. (1972) klasifikovali tři typy svalových vláken: SO (oxidativní vlákno s pomalým stahem), FOG (oxidativně glykolytické vlákno s rychlým stahem) a FG (glykolytické vlákno s rychlým stahem). Toto odlišení stanovili barvením pomocí rozdílné aktivity ATPázy a barvení enzymem NADH – TR. Ashmore a Doerr (1971) rozčlenili typy vláken na βR (oxidativní vlákna s pomalým stahem), αR (oxidativní vlákna s rychlým stahem) a αW (glykolytická vlákna s rychlým stahem). Larzul a kol. (1997) použili označení typů vláken podle Nachlas a kol. z roku 1957: I, IIA, IIBr a IIBw, přičemž k určení oxidativních vláken použil index *r* a „neoxidativních" index *w*. Vlákna typu IIA a IIBr odpovídají vláknům αR podle Ashmore a kol. (1972), zatímco vlákna typu I odpovídají vláknům βR a IIBw vlákna vláknům αW.

Marvan a kol. 2007 rozdělují svalová vlákna podle obsahu myoglobinu na červená a bílá. Reece (1998) je rozdělil na 3 typy: červená neboli tmavá, bílá neboli světlá a přechodná. Hodně myoglobinu, mitochondrií a méně myofibril obsahují tenká červená svalová vlákna. Pracují převážně aerobně, pomaleji se smršťují, ale jsou vytrvalejší než bílá vlákna. Slouží tedy k dlouhodobým a pomalým stahům (Jelínek a kol., 2003). Málo myoglobinu a mitochondrií a úměrně více myofibril obsahují silnější svalová vlákna bílá. Převládá u nich anaerobní metabolismus kvůli velkému množství glykolytických enzymů (Reece, 1998). Jsou výkonnější, ale dříve se unaví. Přechodná vlákna (intermediární) mají vysoký obsah myoglobinu a reagují pomalu (Jelínek a kol., 2003; Marvan a kol., 2007).

Během období růstu ve svalech domestikovaných prasat je intenzita růstu vláken typu IIB (glykolytických vláken s rychlým stahem) dvakrát rychlejší než růst vláken typu I a IIA. Proto jsou ve stejném věku vlákna typu IIB výrazně větší než vlákna typu I a IIA (Ruusunen a Puolanne, 2004).

Tabulka 1: Rozdělení jednotlivých typů svalových vláken podle různých autorů.

AUTOR	TYP SVALOVÝCH VLÁKEN		
Brooke a Kaiser (1970)	I	IIA	IIB
Bogucka a kol. (2008)	STO	FTO	FTG
Reece (1998)	červená	přechodná	bílá
Peter a kol. (1972)	SO	FOG	FG
Ashmore a Doerr (1971)	βR	αR	αW
Larzul a kol. (1997)	I	IIA, IIBr	IIBw

SO (STO) - slow twitch-oxidative - oxidativní svalové vlákno s pomalým stahem

FOG (FTO) - fast twitch oxidative-glycolytic – oxidativně-glykolytické svalové vlákno s rychlým stahem

FG (FTG) - fast twitch glycolytic - glykolytické svalové vlákno s rychlým stahem

αR - oxidativně glykolytické červené svalové vlákno s rychlým stahem

αW - glykolytické bílé svalové vlákno s rychlým stahem

βR - oxidativní červené svalové vlákno s pomalým stahem

3.3.2. Faktory ovlivňující svalové vlákno

3.3.2.1. Divoká x domestikovaná prasata

Všeobecně domácí prasata obsahují více vláken typu IIB a méně vláken typu I než prasata divoká (Ruusunen a Puolanne, 2004).

Jednotlivé charakteristiky u divokých a domácích prasat v pečeni porovnávali např. Müller a kol. (2002), Ruusunen a Puolanne (2004), Bogucka a kol. (2008) a Rehfeldt a kol. (2008).

Müller a kol. (2002) porovnávali například průměr a podíl jednotlivých svalových vláken u divokých prasat a u plemen Pietrain a Meishan.

Divoká prasata oproti domácím měla vyšší podíl přechodných vláken. Červených měla nejméně. Podíl bílých vláken byl největší u plemene Pietrain a nejnižší u plemene Meishan.

Stejně jako Müller a kol. (2002) zjistili i Bogucka a kol. (2008), že divoká prasata měla nejmenší diametr všech vláken oproti domácím, přičemž u divokých prasat dosahovala nejvyšších hodnot červená vlákna, následovala bílá vlákna a nejmenší byla vlákna přechodná. Největší diametr svalového vlákna byl naměřen u bílého vlákna u plemene Pietrain.

Ve studii Ruusunen a Puolanne (2004) byla oproti domestikovaným prasatům více zastoupena vlákna I a IIA u divokých prasat. Další významný rozdíl byl mezi zastoupením vláken typu IIB, kde nejvyšší hodnoty dosahovaly u domestikovaných prasat. Zároveň domestikovaná prasata vykazovala větší plochu řezu těchto vláken než divoká prasata.

Podle Bogucka a kol. (2008) byla vlákna STO (I) stejně tak jako FTO (IIA) nejvíce zastoupena u divokých prasat. Tyto výsledky jsou stejné jako ve studii Ruusunen a Puolanne (2004). Nejvyšší zastoupení vláken FTG (IIB) bylo prokázáno u domácích prasat plemene Duroc. Divoká prasata měla vyšší podíl přechodných vláken oproti plemeni Polská Landrace a Duroc.

Ve studii Rehfeldt a kol. (2008) porovnávali charakteristiky svalových vláken, kde velikost vlákna byla vyjádřena velikostí plochy řezu svalového vlákna.

Stejně jako ve studii Ruusunen a Puolanne (2004) i zde u divokých prasat byla plocha řezu všech svalových vláken menší než u domácích prasat. U domácích prasat byla největší plocha řezu zaznamenána u vláken typu IIB a nejmenší u typu IIA. Domestikovaná prasata vykazovala vyšší podíl vláken typu IIB než divoká. Toto je ve shodě s výsledky Ruusunen a Puolanne (2004), Bogucka a kol. (2008).

3.3.2.2. Prostředí

Bee a kol. (2004) zkoumali vliv extenzivního a intenzivního chovu prasat na svalová vlákna ve svalech *longissimus muscle* (LM), *rectus femoris* (RF), *semitendinosus* (ST). Jednalo se o prasata plemene Large White. Vliv prostředí chovu na plochu řezu tří typů vláken byl minimální. Prasata chovaná extenzivně více inklinovala k menším oxidativním vláknům s pomalým stahem (SO) ve světlé části svalu *semitendinosus* (STL), než prasata v chovu intenzivním.

Rozdíly byly pozorovány i v rámci pohlaví: Prasničky chované intenzivně měly menší vlákna FG (glykolytická vlákna s rychlým stahem) ve svalu *rectus femoris* než stejně chovaní

vepři. Bez ohledu na prostředí chovu prasničky měly menší vlákna FOG (oxidativně glykolytické vlákno s rychlým stahem) ve svalu *rectus femoris* než vepři.

V porovnání s intenzivně chovanými prasaty, svaly *longissimus muscle* a *rectus femoris* prasat chovaných extenzivně měly více vláken FOG a méně vláken FG, ovlivněn prostředím chovu nebyl podíl vláken SO.

Gentry a kol. (2004) hodnotili vliv podmínek chovu a narození prasat ve venkovním a vnitřním prostředí na charakteristiky svalů. Prasata narozená venku měla vyšší procento vláken typu I a nižší procento vláken typu IIA ve svalu *longissimus muscle* (LM), u svalu *semimembranosus* (SM) prostředí narození však procentuelní zastoupení vláken neovlivnilo.
Prasata, která byla dochovaná venku, měla poté procento vláken typu IIA vyšší a nižší procento vláken typu IIB ve svalu LM a SM než prasata, která byla dochovaná ve vnitřním prostředí.
Prostředí narození prasete nemělo efekt na plochu řezu, nicméně prasata chovaná venku měla větší plochu řezu vláken typu IIB než prasata chovaná uvnitř. Ve svalu SM měřená plocha řezu vláken typu I a IIA u prasat dochovaných venku byla menší než u SM z prasat dochovaných uvnitř. U plochy řezu vláken typu IIB ve svalu SM nebyly nalezeny žádné rozdíly.

Prasata (vepři) byla ve studii Gentry a kol. (2002) rozdělena do dvou prostorů: průmyslově doporučený prostor o velikosti 1.0 x 3.6 m, 0.90 m^2/prase a dlouhý kotec se zvětšeným prostorem 1.8 x 21.0 m, 9.45 m^2/prase, určeným ke zvýšení pohybové aktivity prasete. Byl zde zkoumán vliv těchto dvou velikostně odlišných prostor na charakteristiku svalových vláken a kvalitu masa. Zastoupení typů vláken nebylo významně odlišné mezi prasaty, které byly dochovány v těchto dvou prostorech. Jak bylo očekáváno vlákna typu IIB/X byla převládajícím typem vláken v obou svalech *longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) a *semimembranosus* (SM). Pro MLLT sval byl dominantní IIB/X typ vláken (63.9 %) následovaný typem I (19.7 %) a IIA (16.4 %). Pro sval SM byl také nejčastější typ vlákna IIB/X (57.1 %). Tento typ vláken IIB/X je v rámci vláken IIB rozlišován u Eggert a kol. (2002) podle myozinových těžkých řetězců. Tento typ vláken je charakterizován jako vlákno s rychlým stahem a přechodným metabolismem (Depreux a kol., 2000).

3.3.2.3. Stres

Nynější studie prokazuje, že stresové hormony jako kortizol a katecholaminy (adrenalin a noradrenalin) ovlivňují několik ukazatelů důležitých pro produkci vepřového masa, jako je např. obsah libového masa a pH (Foury a kol., 2005).

Vliv hladiny kortizolu, jakožto hlavního stresového hormonu, na charakteristiky svalových vláken zkoumali Choi a kol. (2012). Vztah mezi koncentrací kortizolu a zastoupením svalových vláken není ještě zcela objasněna. S výjimkou zastoupení vláken typu IIA, neměla hladina kortizolu souvislost s dalšími charakteristikami svalových vláken (velikost plochy řezu, hustota vláken na mm^2).

3.3.2.4. Hmotnost při narození

U selat s nižší porodní hmotností byl ve studii Gondret a kol. (2005) stanoven celkově nižší průměrný denní přírůstek než u jejich sourozenců s vyšší porodní hmotností.

Selata s nižší porodní hmotností měla výrazně větší průměrnou plochu řezu vlákna ve svalech *semitendinosus* (o 13%), *rhomboideus* a *longissimus lumborum et thoracis* (o 20%). Naopak selata s vyšší porodní hmotností měla vyšší celkový počet svalových vláken ve svalech *semitendinosus* (o 14%) a *rhomboideus* (o 20%).

I přesto, že průměrná plocha svalových vláken ve studii Gondret a kol. (2006) byla vyšší u prasat s nižší porodní hmotností, měla tato prasata nižší hmotnost svalů (*m. semitendinosus*, *m. longissimus*). Celkový počet svalových vláken ve svalu SM byl nižší u prasat s nižší porodní hmotností než u prasat s vyšší porodní hmotností.

Stejným tématem se zabýval i Bee (2004), který zjistil, že selata s nižší porodní hmotností oproti selatům s vyšší porodní hmotností měla větší plochu řezu vláken SO, FOS, FG ve svalech *longissimus*, *rectus femoris* a *semitendinosus*.

Selata s vyšší porodní hmotností měla o něco vyšší procento zastoupení vláken FOG a FG. Pouze vláken typu SO bylo více u selat s nižší porodní hmotností.

3.3.2.5. Věk

Postnatální diferenciace svalových vláken u prasat je převážně dokončena během prvních tří měsíců věku po narození, proto na podíl jednotlivých svalových vláken nemá vliv věk nebo hmotnost prasat (Čandek-Potokar a kol., 1999). Postnatální růst svalů je tedy založen hlavně

na základě zvětšování délky a průměru svalových vláken a nikoliv na zvětšování jejich počtu (Wojtysiak, 2013).

Ve studii Wojtysiak (2013) byla poražena prasata plemene Polská Large White ve věku 90, 150 a 210 dní. Prokázalo se, že se zvyšujícím se věkem se zvětšuje velikost diametru svalových vláken.

Ve studii Bee a kol. (2006) velikost vláken (plocha řezu) typu SO ve svalu *longissimus* (LM) a velikost vláken typu FOG a FG byla jak ve svalu LM, tak ve světlé části svalu *semitendinosus* větší u starších a těžších prasat oproti jejich mladším a lehčím sourozencům.

3.3.2.6. Pohlaví

Bee (2004) porovnával prasničky a vepříky ve stejné tělesné hmotnosti a uvádí rozdíl mezi vepříky a prasničkami v ploše řezu vláken FOG a FG ve světlých úsecích svalu *semitendinosus*, přičemž plocha vláken byla výrazně větší u prasniček. Prasničky měly menší vlákna typu SO oproti vepříkům ve svalech *longissimus* a *rectus femoris*. V této studii byl zaznamenán i rozdíl v podílu vláken FOG a FG u svalu *rectus femoris*. U prasniček převyšoval podíl vláken FG, u vepřů to byl vyšší podíl vláken FOG. U ostatních svalů (LM, ST) nebyly mezi pohlavími nalezeny významné rozdíly. Celkově byla SO vlákna nejvíce zastoupená u prasniček. Vlákna FG a FGO o něco více převažovala naopak u vepřů.

Elminowska-Wenda (2006) porovnává mezi pohlavími průměr a zastoupení vláken červených, přechodných a bílých ve svalu MLLT. Nebyl zde zjištěn žádný vliv pohlaví na procentuelní zastoupení typů vláken. Rozdíl byl pouze v průměru červených vláken u vepřů, který byl výrazně vyšší než u prasniček. Průměry u zbývajících typů vláken byly mezi pohlavími podobné.

Nissen a kol. (2003) porovnávali charakteristiky primárních a sekundárních vláken u stejně starých pohlaví ve svalu *semitendinosus*. Rozdíly mezi pohlavími byly patrné na počtu primárních svalových vláken, kdy vyšší počet byl zaznamenán u vepříků. Kdežto vliv pohlaví nebyl významný v počtu sekundárních svalových vláken, celkovém počtu svalových vláken a v zastoupení vláken typu I. Ani velikost vláken vyjádřená plochou řezu vláken typu I a IIA nebyla pohlavím ovlivněna. Larzul a kol. (1997) však uvádí opak. U svalu *longissimus* zjistili, že prasničky měly významně větší průměrnou plochu řezu vláken oproti vepříkům. Větší velikost platila zejména pro vlákna typu IIBw.

Zastoupením jednotlivých typů vláken mezi pohlavím ve svalech se ve své studii zabývali i Brocks a kol. (2000). V této studii byla použita prasata (prasničky a kanečci) druhé a čtvrté generace a selektována byla na snížení hřbetního tuku nebo na rychlý růst. U čtvrté a druhé generace se zkoumal vliv selekce na charakteristiky svalových vláken. Ve svalu *biceps femoris* a MLLT měly obecně prasničky méně vláken typu I než kanečci, měly však více vláken typu IIBw nežli kanečci. Vliv pohlaví byl patrný u zastoupení přechodných vláken IIA a IIBr v bílé části svalu *biceps femoris*, kdy prasničky vykazovaly také menší hodnoty oproti kanečkům. Tyto výsledky jsou v rozporu se studií Larzul a kol. (1997), kde nebyly mezi pohlavími zjištěny žádné rozdíly v zastoupení typů vláken.

3.3.2.7. Vliv prenatální výživy

Prasnice ve studii Bee (2004) byly krmeny směsmi o různé výživové hodnotě po dobu padesáti dní jejich březosti. Charakteristiky svalových vláken byly porovnávány u svalů *longissimus, rectus femoris, semitendinosus*. Z výsledků vyplývá, že výživa během březosti prasnic neovlivňuje u potomstva plochu svalových vláken. Nebyly nalezeny ani významné rozdíly mezi zastoupením jednotlivých typů vláken.

Cerisuelo a kol. (2009) porovnávali vliv výživy prasnic během březosti na charakteristiky svalových vláken jejich potomků ve svalu MLLT. Kontrolní skupina byla krmena standardně používaným krmivem po celou dobu březosti a druhá skupina byla krmena zvýšenou krmnou dávkou od 45. do 85. dne březosti. Výživa matky od 45. do 85. dne březosti vedla k menšímu množství vláken typu IIB, ale neovlivnila počet vláken typu I a IIA.

Potomstvo narozené od matek krmených zvýšenou krmnou dávkou mělo menší procento výskytu vláken typu IIB a větší procento výskytu vláken typu I a IIA ve srovnání s potomstvem narozeným kontrolní skupině matek.

Potomstvo narozené prasnicím krmené zvýšenou krmnou dávkou mělo větší průměrnou plochu řezu všech typů svalových vláken oproti potomstvu kontrolní skupiny matek.

Oproti tomu Nissen a kol. (2003) zjistili, že adlibitní způsob krmení a restringovaný způsob krmení březích prasnic neměl žádný významný vliv na charakteristiky svalových vláken u jejich potomstva.

3.3.2.8. Vliv postnatální výživy

Ve studii Čandek-Potokar a kol. (1999) restringovaný způsob krmení neměl vliv na procentuelní zastoupení žádného z typů vláken ani na jejich velikost vyjádřenou plochou řezu v μm^2. Pouze vlákna βR (I) byla větší u restringovaně krmených prasat oproti prasatům krmených adlibitně.

Bee a kol. (2007) porovnávali restringovaně a adlibitně krmená prasata. Ve svalu *rectus femoris* zde nebyl objeven vliv restringovaného krmení na žádný typ svalového vlákna.
Vliv restringovaného krmení byl patrný ve světlé části svalu *semitendinosus,* kde plocha všech typů vláken byla menší. Ve svalu LM byla menší vlákna SO a FG, zatímco u vláken FOG nebyl vliv restringovaného krmení zaznamenán.

Karlsson a kol. (1993) studovali u prasat kvalitu masa při selekci na zvýšenou intenzitu růstu libové tkáně. Porovnávali svaly *longissimus* (LM), *quadriceps femoris* (QF) a *biceps femoris* (BF). Obě generace byly krmeny na základě nízko-proteinové nebo vysoko-proteinové diety. Mezi oběma dietami a generacemi nebyly zjištěny významné odlišnosti v procentuelním zastoupení vláken typu I, IIA nebo IIB.

Druhá generace prasat krmená nízko-proteinovou dietou měla trochu vyšší podíl vláken typu I ve svalu QF a LM a nižší podíl vláken typu IIB ve svalu QF a čtvrtá generace prasat měla vyšší podíl vláken typu IIA ve svalu QF než prasata krmena vysoko-proteinovou dietou.

Porovnání bylo provedeno i mezi svaly, zřetelný rozdíl byl nalezen v podílu různých typů vláken. Sval *longissimus* měl nejnižší podíl vláken typu I a nejvyšší podíl vláken typu IIB, zatímco sval QF měl nejnižší podíl vláken typu IIB a nejvyšší podíl vláken typu IIA.

3.3.2.9. Druh

Velikost a hmotnost těla obratlovců je rozdílná. Množství svalové hmoty je dáno počtem a velikostí svalových vláken. Odlišná tělesná velikost jednotlivých druhů zvířat není odrazem rozdílné velikosti svalových vláken. Velryba, jakožto největší savec na světě, nevlastní největší svalová vlákna. Největší vlákna nalezneme u prasete (Rehfeldt a kol., 2004).
Svaly malých savců jako je myš se skládají především z vláken přechodných a vláken typu IIB, zatímco svaly velkých savců jako je člověk jsou složeny převážně z vláken typu I a IIA Schiaffino a Reggiani (2011).

Zochowska-Kujawska a kol. (2009) porovnávali velikost plochy řezu a procentuelní zastoupení jednotlivých typů vláken u tří různých druhů ve svalu *semimembranosus* . Nejvyšší procento vláken typu I bylo zjištěno u divokého prasete, nejnižší procento bylo typické pro srnce. U daňka v porovnání s ostatními testovanými druhy zvířat vykazoval nejvyšší procento vláken typu IIB a nejnižší procento vláken typu IIA. Nižší procento bílých vláken bylo zjištěno u srnce, nejnižší pak u jelena a divokého prasete.

Největší plocha řezu byla zjištěna u divokého prasete a nejmenší u daňka a srnce.

3.3.2.10. Plemeno

Jedním z důležitých faktorů ovlivňující celkový počet vláken, plochu řezu a skladbu typů vláken daného svalu v rámci jednoho druhu je plemeno. Obecně platí, že volně žijící zvířata obsahují více oxidativních, méně glykolytických vláken a menší vlákna v porovnání s domácími zvířaty (Lefaucheur, 2010).

Významné rozdíly v charakteristikách svalového vlákna mezi různými plemeny prasat ve svalu MLLT byly zkoumány ve studii Lee a kol. (2012). Hodnotila se následující plemena prasat: Berkshire, Duroc, Landrace a Yorkshire. Plocha řezu vláken typu I byla mnohem větší u prasat plemene Berkshire (3302 μm^2), než tomu bylo u ostatních plemen. Naopak plochy vláken typu IIA a IIB u toho plemene byly značně menší (2801 a 4398 μm^2), oproti ostatním plemenům.

Hustota vláken a jejich celkový počet (248 vláken/mm^2), stejně tak jako hustota a počet vláken typu IIB (194 počet vláken/mm^2 a 892,000) byli vyšší u tohoto plemene než u ostatních plemen.

Procentuelní zastoupení vlákna typu IIA bylo o něco vyšší u plemene Berkshire a Duroc (9.39 % a 9.06 %) než u plemen Landrace a Yorshire (7.55 % a 8.29 %). Zastoupení ostatních typů vláken nebylo u plemen příliš rozdílné.

Konzumní kvalita vepřového u prasat plemene Berkshire se podobala kvalitě prasat plemene Duroc, ale byla výrazně odlišná od prasat plemene Yorkshire. Celkově lze říci, že vařená vepřová pečeně z prasat Berkshire byla měkčí, jemnější a měla lepší vůni než pečeně z ostatních plemen.

Ve studii nebyly nalezeny rozdíly mezi plemeny v zastoupení typů svalových vláken ve svalu MLLT. Rozdíly však byly patrné u velikosti svalových vláken. U plemene Pietrain se

ukázal vyšší diametr všech typů vláken v porovnání s ostatními plemeny: Polská Landrace a Polská Large White.

3.3.2.11. Intenzita růstu

Intenzita růstu, může být zdrojem variability velikosti svalových vláken (Orzechowska a kol., 2008).

Ve studii Ruusunen a Puolanne (2004) zjišťovali vliv intenzity růstu u domestikovaných prasat na vlastnosti svalového vlákna u třech světlých svalů *longissimus lumborum et thoracis* (MLLT), *semimembranosus* (SM), *gluteus superficialis* (GS) a dvou tmavých svalů *infra spinam* (IS) a *masseter* (MAS). Intenzita růstu byla vyjádřena živou hmotností ve 165+-2 dni a denním přírůstkem živé hmotnosti od 88 do 165 dne experimentální výživy.

Podle Ruusunen a Puolanne (2004) intenzita růstu ovlivňuje vlastnosti svalových vláken pouze ve světlých svalech. Ve svalu MLLT byla nalezena pozitivní korelace mezi živou hmotností a procentem plochy vláken typu I (r = 0,361). U ostatních svalů byl tento koeficient podstatně nižší. Naopak negativní korelace byla stanovena mezi živou hmotností a procentem plochy vláken typu IIB (r = -0,345). Žádný vliv neměla intenzita růstu na vlastnosti vláken tmavých svalů IS a MAS.

Nejvíce se s rostoucí intenzitou růstu zvětšila plocha řezu u vláken typu IIA ve svalu SM. Avšak počet tohoto typu vláken je velmi nízký, a proto nemají žádný podstatný vliv na velikost svalové hmoty.

Když se zvýšila intenzita růstu, u svalů MLLT, SM a GS plocha řezu vláknem typu IIA se zvětšila, ale jejich procento plochy ze všech vláken se v těchto svalech nezvýšilo.

Velikost všech typů vláken ve svalu MLLT vzrostla, když se zvýšila intenzita růstu, ale významná byla pouze korelace mezi denním přírůstkem živé hmotnosti a plochou řezu vlákna typu I (r = 0,327). Podobných výsledků dosáhli i Orzechowka a kol. (2008) s tím rozdílem, že významný vztah byl mezi denním přírůstkem živé hmotnosti a velikostí (diametr) vlákna typu IIB. Co se týká zastoupení vláken (procento počtu), byla zjištěna negativní korelace mezi zastoupením vláken typu I a denním přírůstkem živé hmotnosti. Naopak pozitivní byl s vlákny typu IIB. Denní přírůstek živé hmotnosti měl pozitivní vztah k velikosti (plocha řezu) vláken typu IIB i ve studii Larzul a kol. (1997). Negativní korelace zde byla uvedena mezi denním

přírůstkem a zastoupením vláken typu I a IIBw. Tento typ IIBw odpovídá vláknu typu αW podle Ashmore a Doerr (1971).

Tabulka 2: Korelační koeficienty různých autorů mezi charakteristikami svalových vláken, denním přírůstkem a živou hmotností v pečeni.

AUTOR	CHARAKTERISTIKA SVALOVÉHO VLÁKNA	DENNÍ PŘÍRŮSTEK (g/den)	ŽIVÁ HMOTNOST
Svalová vlákna typu I			
Ruusunen a Puolanne (2004)	velikost (plocha řezu)	0,327	0,272
Orzechowska a kol. (2008)	velikost (diametr)	0,032	-
Larzul a kol. (1997)	velikost (plocha řezu)	0,110	-
Ruusunen a Puolanne (2004)	procento plochy	0,205	0,361
Orzechowska a kol. (2008)	procento počtu	-0,241	-
Larzul a kol. (1997)	procento počtu	-0,200	-
Svalová vlákna typu IIA			
Ruusunen a Puolanne (2004)	velikost (plocha řezu)	0,303	0,287
Orzechowska a kol. (2008)	velikost (diametr)	0,129	-
Larzul a kol. (1997)	velikost (plocha řezu)	0,010	-
Svalová vlákna typu IIB			
Orzechowska a kol. (2008)	velikost (diametr)	0,095	-
Ruusunen a Puolanne (2004)	velikost (plocha řezu)	0,148	0,193
Orzechowska a kol. (2008)	procento počtu	0.235	-
Ruusunen a Puolanne (2004)	procento plochy	-0,268	-0,345
Svalová vlákna typu IIBw			

Larzul a kol. (1997)	procento počtu	-0,030	-
Larzul a kol. (1997)	velikost (plocha řezu)	0,080	-

Choi a kol. (2013) ve své studii kategorizovali skupinu prasat Large White podle živé hmotnosti (těžké a lehké) a procentuelního zastoupení vláken typu I (vysoké a nízké). Výsledkem byly 4 skupiny: těžké-vysoké (HH), těžké-nízké (HL), lehké-vysoké (LH) a lehké-nízké (LL).
Skupina High prokázala významně vyšší procentuelní výskyt vláken typu I a menší procentuelní výskyt vláken typu IIB než skupina Low. Avšak mezi skupinami nebyly významné odchylky, co se týče procent vláken typu IIA.
Skupina HL prokázala vyšší procento plochy vláken typu IIB než u skupin HH a LH (90.12 % vs. 86.37 % a 86.83 %).

Ve studii Brzobohatý a kol. (2012) bylo jejich cílem zjistit období, které má významný vliv na poměr jednotlivých typů svalových vláken. Průměrný denní přírůstek byl pozorován během čtyř různých věkových období (A = 70 – 84 dní, B = 85 – 105 dní, C = 106 – 134 dní, D = 135 – 154 dní). V této studii se s hodnocením začalo v okamžiku, kdy prasata dosáhla průměrné živé hmotnosti 20 kg. Což je až po intenzivním nárůstu svalové hmoty spadajícího do období mezi narozením a dosažením živé hmotnosti 25 kg. Z tohoto důvodu mezi intenzitou růstu a mezi průměrem a obvodem svalových vláken v jednotlivých obdobích růstu, nebyl v této studii nalezen žádný vztah. Různá intenzita růstu v jednotlivých fázích výkrmu ovlivnila podíl jednotlivých typů svalových vláken.

Co se týče jednotlivých období růstu, období **A** ukázalo významnou korelaci mezi průměrným denním přírůstkem a typem svalových vláken. Se zvyšujícím se průměrným denním přírůstkem se zvýšil podíl pomalých oxidativních vláken typu I, zatímco podíl rychlých oxidativně glykolytických (vlákna typu IIA) a rychlých glykolytických vláken (vlákna typu IIB) se snížil.

Období **B** ukázalo odlišné korelace: při zvýšení průměrného denního přírůstku se podíl vláken typu IIA snížil a vláken typu IIB zvýšil.

V období **C** při zvýšení průměrného denního přírůstku se zvýšil pouze podíl vláken typu I, ostatní podíl vláken (IIA, IIB) se snížil. Co se týče podílu jednotlivých typů vláken ku průměrnému dennímu přírůstku, byly zjištěny téměř shodné výsledky jako v období **A**.

Poslední období růstu (období **D**) ukázalo významnou pozitivní korelaci pouze mezi změnou průměrného denního přírůstku a podílu svalových vláken typu IIB.

Ve studii Brocks a kol. (2000) byly dvě generace prasat Dutch Large White selektovány na rychlý růst (F – linie) a na snížení hřbetního tuku (L – linie). Byl zjišťován vliv těchto selekcí na velikost a zastoupení svalových vláken ve svalech MLLT a *biceps femoris* (BF). Vlákna zde byla rozdělena podle Larzul a kol. (1997), tedy na typ I, IIA, IIBr a IIBw. Ze studie vyplývá, že průměrná velikost vláken jednotlivých svalů je ovlivňována jak selekcí, tak i generacemi. Plocha vláken se moc neliší v rámci selektovaných linií, kromě bílé části svalu BF, která měla větší plochu vláken typu I, IIA a IIBr a to u linie F (selektovaná na rychlý růst). U červené části svalu BF však F linie prasat vykazovala oproti L linii menší plochu vláken typu IIBw.

V červené i bílé části svalu BF druhé generace prasat bylo procento vláken typu I výrazně nižší a procento vláken typu IIBw vyšší u L linie oproti linii F. U typů vláken IIA a IIBr v této generaci mezi liniemi L a F nebyly nalezeny výrazné rozdíly.

Pouze ve svalu MLLT mezi liniemi L a F této generace byl významný rozdíl v zastoupení vláken typu IIB.

Červená část svalu u čtvrté generace prasat nevykazovala mezi selektovanými liniemi žádné významné rozdíly v zastoupení vláken. Avšak ve světlé části svalu BF bylo výrazně vyšší procento vláken typu I a nižší procento vláken typu IIA v F linii oproti L linii prasat.

Žádné patrné rozdíly nebyly nalezeny mezi liniemi v této generaci v zastoupení vláken IIBr a IIBw.

Vlivem intenzity růstu na charakteristiky svalových vláken se zabývali i Stupka a kol. (2012). U prasat v průměrném věku 65 - 70 dní a vážících v průměru 25 kg byly sledovány parametry jako průměrný denní přírůstek (ADG) v g, konverze krmiva (FCR) v kg a denní příjem krmiva (DFI) v kg. Charakteristiky byly sledovány u svalů *longissimus lumborum* a *thoracis* (MLLT) a svalu *semimembranosus* (MS). Od nejnižší po nejvyšší hodnoty charakteristik svalových vláken byla prasata rozčleněna do tří skupin. Skupina s největší průměrnou plochou

svalových vláken vykazovala nejnižší hodnoty u intenzity růstu (ADG) a příjmu krmiva za den oproti zbývajícím skupinám.

Výrazně vyšší intenzita růstu a nejvyšší příjem krmiva ze všech skupin byly zjištěny u skupiny prasat, která vlastnila nejmenší počet svalových vláken. Tyto výsledky byly stejné jak v kýtě, tak i v pečeni.

Ve studii Nissen a kol. (2004) byl vrh prasat roztříděn do tří skupin stejného věku podle intensity růstu: nejméně vážící prasata (LW), prasata střední váhy (MW) a nejvíce vážící prasata (HW). Tato studie ukazuje, že existují rozdíly v celkovém počtu vláken v rámci vrhu prasat. Prasata s nejnižší intenzitou růstu měla nižší celkový počet svalových vláken než jejich těžší sourozenci.

Žádný rozdíl nebyl nalezen v procentuelním zastoupení vláken typu I v rámci různě vážících prasat.

Velikost vláken typu I a II byla nižší u prasat LW v porovnání s prasaty MW a HW.

Vztah mezi počtem svalových vláken a intenzitou růstu zkoumali Dwyer a kol. (1993) ve svalu *semitendinosus*. Rozčlenili růst prasat do třech období. První období bylo od narození do 6 kg (hmotnost při odstavu), druhé období od 6 kg do 25 kg (stáří 10 týdnů) a třetí období od 25 kg do porážkové hmotnosti. Žádný korelační vztah mezi celkovým počtem svalových vláken a průměrným denním přírůstkem nebyl nalezen v prvních dvou fázích růstu. Významná korelace se objevila až ve třetí fázi růstu ($r = 0,415$). Ze studie vyplývá, že prasata s vyšším počtem vláken rostla rychleji a efektivněji než prasata s nižším počtem vláken.

Miller a kol. (1975) poukázali na různé faktory ovlivňující typy svalových vláken. Zjišťovali vztah mezi růstem a charakteristikami vláken jako je jejich počet a diametr. Intenzita růstu zde byla vyjádřena hmotností při narození, hmotností ve 112 dnech věku, ve 154 dnech věku, věkem při porážce a hmotností jatečně upraveného těla. Pozitivní korelace byla zjištěna u celkového počtu svalových vláken a hmotností prasat při narození, hmotností ve 112 dnech, hmotností ve 154 dnech a hmotností jatečně upraveného těla.

Průměrný denní přírůstek od narození do 154. dne věku významně koreloval s počtem svalových vláken a jejich diametrem.

4. Materiál a metodika

Do studie bylo zahrnuto 216 prasat, z toho 144 kříženců (ČBUxČL) x PN a 72 kříženců (ČBUxČL) x (PNxBO). Tři po sobě následující testy probíhaly v testační stanici katedry speciální zootechniky v Ploskově u Lán. Naskladněno bylo v rámci testu vždy 72 zvířat s průměrnou živou hmotností 25 kg. Zvířata byla ustájena v kotcích po dvojicích s vyrovnaným poměrem pohlaví.

Výživa jatečných prasat v testu probíhala dle norem potřeby živin, adlibitně ve třech fázích s kontinuitním přechodem.

Porážka byla provedena při dosažení průměrné živé hmotnosti zvířat cca 107 kg. Následující den byl proveden běžný jatečný rozbor.

Pro identifikaci typů svalových vláken ve vyhodnocovaném vzorku svaloviny byla použita metoda klasifikace svalových vláken dle Brooke a Keiser (1970). Následně byl vyhotoven trvalý histologický preparát.

4.1. Odebrání a zmrazení vzorků

Pro tuto analýzu byly odebrány vzorky svaloviny o velikosti 0,5 x 0,5 x 2 cm z následujícího svalu: *musculus longissimus lumborum et thoracis* (pečeně). Vzorky byly odebrány za účelem stanovení kvantitativních (počet) a kvalitativních parametrů svalových vláken (plocha, průměr) ve vztahu k vybraným ukazatelům (hybridní kombinace, pohlaví, hmotnosti JUT).

Odebrané vzorky byly pro následnou identifikaci označeny a zmraženy v tekutém dusíku. Do vlastní analýzy byly vzorky uchovány v hluboko mrazicím boxu a to při teplotě -80°C.

4.2. Příprava vzorků a vyhotovení histologického preparátu

Řezáním pomocí kryostatu Leica napříč svalovými vlákny byly získány 10 µm silné řezy z daného vzorku svaloviny. Krájení proběhlo při teplotě -20°C. Tyto řezy byly poté fixovány na podložní sklíčko. V rámci analýzy byla stanovena plocha řezu svalového vlákna, diametr svalových vláken a počet svalových vláken na 0,5 mm^2. Následně byl vyhotoven trvalý

histologický preparát. Typy svalových vláken byly stanoveny ve svalu *m. longissimus lumborum et thoracis* (pečeně).

4.3. Vyhodnocení pomocí mikroskopu

Pomocí optického mikroskopu s fotoaparátem (CAMEDIA-5060, OLYMPUS) byly získány snímky preparátů, které byly následně vyhodnoceny pomocí programu obrazové analýzy NIS - Elements.

Byly získány následující ukazatele:

- počet vláken na 0,5 mm^2 plochy,

- procento plochy svalových vláken (%),

- procento počtu svalových vláken (%),

- průměrná plocha řezu svalového vlákna (μm^2)

4.4. Zpracování výsledků v programu SAS

Pro stanovení vlivu intenzity růstu v různých období byl v prvním kroku vypočítán průměrný denní přírůstek v obdobích od 25 kg, 36 kg, 51 kg, 66 kg, 81 kg a od 96 kg živé hmotnosti. Dle intenzity růstu byla zvířata rozdělena do tří skupin v závislosti na výši směrodatné odchylky dle následujícího schématu.

Rozdělení skupiny dle intenzity růstu (g/den)			
	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Období přírůstku 25 kg	do 680	680-800	nad 800
Období přírůstku 36 kg	do 1020	1020-1120	nad 1120
Období přírůstku 51 kg	do 1030	1030-1115	nad 1115
Období přírůstku 66 kg	do 970	970-1140	nad 1140
Období přírůstku 81 kg	do 1050	1050-1215	nad 1215
Období přírůstku 96 kg	do 930	930-1085	nad 1085

Výsledky pokusů byly vyhodnoceny matematicko-statistickými metodami, programem SAS. Pro výpočet průměrů, směrodatných odchylek, minimálních a maximálních hodnot sledovaných znaků byla využita procedura MEAN. Dále byla data analyzována procedurou GLM pomocí lineárního modelu s pevnými efekty pohlaví a skupiny intenzity růstu.

4.5. Barvení histologických řezů (aktomyosinová ATPáza)

Byla použita metoda aktomyosinové ATPázy. Došlo k řádné diferenciaci tkáně a jejímu zviditelnění pro účely mikroskopického pozorování. Obarvené preparáty byly použity jak ke stanovení kvalitativních i kvantitativních charakteristik svalových vláken, tak i pro určení jednotlivých typů svalových vláken.

K barvení byly použity kyvety pro barvení histologických preparátů. Sklíčka se z kyvety přenášela pinzetou a nechala se okapat tak, aby se roztoky nemísily, ale řezy přitom neoschly.

Vlastní postup

1. **Fixační roztok pH 7,6 (předem vychlazený 15 min.)**

Je určený pro alkalickou preinkubaci pH 10,3. Řezy se ponoří na 5 minut. Roztok tvoří: formol (40 % formaldehyd) 25 ml; 0,194 M Sodium cacodylate (Mr 214.03) 20,7 g; 0,194 M Sodium cacodylate (Mr 214.03) 20,7 g; 0,194 M Sodium cacodylate (Mr 214.03) 20,7 g; 0,068 M $CaCl_2$ x $2H_2O$ (Mr 147) 5 g; 0,34 M Sacharóza (Mr 342) 57,5 g; doplnit do 500 ml. Nakonec upravit pH roztoku na 7,6 (HCl, NaOH).

2. **Oplachovací roztok pH 7,8**

Řezy se ponoří na 1 minutu. Je tvořen: Tris (Mr 121) 6 g; 0,18 M $CaCl_2$ 50 ml; doplnit do 500 ml.

3. **Alkalická preinkubace pH 10,3**

Řezy se ponoří do roztoku na 15 minut a dají se do lednice. Roztok tvoří: 1,5 M Sigma (No. 221) 3,35 ml; 0,18 M $CaCl_2$ 5 ml; H2O dest. 40 ml; doplnit do 50 ml.

4. **Oplachovací roztok pH 7,8**

Máme 3 kyvety. Do každé se ponoří řez na 1 minutu.

5. Inkubační roztok pH 9,4

Připravený roztok se uchovává v termostatu při teplotě 37 °C. Řezy se ponoří na 15 minut v termostatu při uvedené teplotě. Roztok tvoří: 1,5 M Sigma (No. 221) 3,35 ml; 0,18 M $CaCl_2$ 5 ml; KCl (Mr 75) 185 mg; ATP (Mr 605.2) 83,4 mg; doplnit do 50 ml.

6. Oplachovací roztok 1 % $CaCl_2$

Roztok tvoří $CaCl_2$ 10 g. Doplnit do 1 000 ml. Máme 3 kyvety. Do každé se řez ponoří na 30 vteřin.

7. 2 % roztok $CoCl_2$

Řez se ponoří na 3 minuty

8. Destilovaná voda

Máme 4 kyvety. Do každé se řez ponoří na 30 vteřin.

9. 1 % Sirník amonný

Se zředí cca 1:10 obyčejnou vodou. Vymění se ihned při nestejnoměrnosti barvení. Řez se ponoří na 3 minuty.

10. Obyčejná voda

Máme 2 kyvety za sebou a propláchneme.

11. Alkoholová řada

Pokud se nedělá ihned, nechat řezy v obyčejné vodě, aby neoschly.

50 % alk. → 75 % alk. → 96 % alk. → xylen → xylen (každá kyveta 5 minut).

5. Výsledky a diskuze

U každé sledované skupiny je v tabulce 1 uvedena celková měřená plocha v μm^2. Největší celková plocha se naměřila u druhé sledované skupiny v počátečním období přírůstku 25 kg a nejmenší u první skupiny v období přírůstku 36 kg. Dále je v tabulce znázorněna celková plocha všech typů svalových vláken v μm^2.

Tabulka 1: Celková měřená plocha a plocha všech typů svalových vláken celkem.

Celková měřená plocha μm^2			
	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Období přírůstku 25 kg	526 011	690 520	466 463
Období přírůstku 36 kg	464 984	603 845	595 196
Období přírůstku 51 kg	466 002	498 480	637 891
Období přírůstku 66 kg	503 770	567 268	579 267
Období přírůstku 81 kg	483 672	581 222	579 565
Období přírůstku 96 kg	552 457	555 225	527 194
Plocha všech typů svalových vláken celkem μm^2			
Období přírůstku 25 kg	402 488	535 311	330 578
Období přírůstku 36 kg	347 016	448 106	455 197
Období přírůstku 51 kg	351 314	356 539	488 300
Období přírůstku 66 kg	381 281	410 214	446 982
Období přírůstku 81 kg	366 386	433 609	435 731
Období přírůstku 96 kg	425 829	421 910	381 653

Plocha všech typů svalových vláken celkem dosahovala nejvyšších hodnot u druhé sledované skupiny v počátečním období přírůstku 25 kg a nejnižších hodnot u třetí sledované skupiny také v období přírůstku 25 kg. U první a třetí skupiny v období přírůstku 96 kg se plocha všech typů vláken oproti počátečnímu období přírůstku 25 kg mírně zvětšila a u druhé skupiny zmenšila. Jak je patrné z korelačních vztahů v tabulce 2, plocha všech typů vláken byla výrazněji ovlivněna pouze v období přírůstku 36 a 51 kg a to pozitivně.

Tabulka 2: Korelační koeficienty ploch všech typů svalových vláken celkem s intenzitou růstu v jednotlivých obdobích.

Plocha svalových vláken celkem					
Období 25 kg	Období 36 kg	Období 51 kg	Období 66 kg	Období 81 kg	Období 96 kg
-0,144	**0,241**	**0,291**	0,186	0,083	-0,050

V tabulce 3 je znázorněn celkový počet vláken na jednotku plochy, kde nejvíce vláken na jednotce plochy bylo zjištěno u třetí skupiny v období přírůstku 36 kg a nejméně vláken ve druhé skupině také v období přírůstku 36 kg.

Tabulka 3: Počet všech vláken na jednotku plochy celkové měřené plochy

Počet všech vláken na jednotku plochy celkové měřené plochy						
	1 skupina		2 skupina		3 skupina	
	průměr	s	průměr	s	průměr	s
Období přírůstku 25 kg	224,1	54,3	213,8	36,3	196,9	44,0
Období přírůstku 36 kg	210,5	49,3	195,2	36,3	227,3	51,1
Období přírůstku 51 kg	205,1	46,6	199,2	31,7	226,2	53,8
Období přírůstku 66 kg	209,8	45,0	203,0	52,5	224,9	47,8
Období přírůstku 81 kg	207,4	46,9	208,3	39,1	219,7	53,7
Období přírůstku 96 kg	215,3	40,4	210,9	61,7	211,3	45,3

V této práci byla před vlastním barvením využita zásaditá preinkubace a inkubace. Vlákna typu I se proto barvila světle a vlákna typu IIB tmavě. Proto je příslušný typ pro přehlednost přiložen v závorce. V tabulce 4 je znázorněna průměrná plocha řezu jednotlivých svalových vláken v závislosti na jednotlivých obdobích přírůstku.

Tabulka 4: Průměrná plocha řezu jednotlivých typů svalových vláken ve vztahu k jednotlivým obdobím přírůstku.

	Období 25 kg			**Období 36 kg**		
	1 skupina	2 skupina	3 skupina	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Průměrná plocha řezu jednoho svalového vlákna (μm^2)						
Všechna vlákna	3594,25	3732,01	3808,93	3725,55	3952,63	3488,84
Přechodných	1928,37	2106,85	2108,98	2199,29	2095,58	1800,68
Světlých (I)	2732,64	2758,39	2564,66	2870,3	2687,86	2469,73
Tmavých (IIB)	3836,93	4005,97	4102,48	3965,66	4272,32	3749,15
	Období 51 kg			**Období 66 kg**		
	1 skupina	2 skupina	3 skupina	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Průměrná plocha řezu jednoho svalového vlákna (μm^2)						
Všechna vlákna	3848,52	3621,09	3598,62	3761,55	3760,11	3558,57
Přechodných	2172,29	2007,85	1913,4	2194,69	1996,24	1843
Světlých (I)	3122,41	2590,1	2339,52	3033,12	2480,51	2404,85
Tmavých (IIB)	4069,71	3873,95	3912,36	3988	4032,44	3872,31
	Období 81kg			**Období 96 kg**		
	1 skupina	2 skupina	3 skupina	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Průměrná plocha řezu jednoho svalového vlákna (μm^2)						
Všechna vlákna	3816,86	3661,45	3610,49	3667,13	3876,45	3577,99
Přechodných	2129,51	2321,77	1801,81	2053,28	2105,35	1933,43
Světlých (I)	3066,28	2809,54	2287,84	2814,22	2752,11	2468,46
Tmavých (IIB)	4032,81	3880,14	3945,52	3881,82	4184,71	3871,25

Největší naměřená průměrná plocha řezu svalového vlákna byla naměřena u tmavého typu ve druhé skupině prasat, v období přírůstku 36 kg. Nejmenší plocha u přechodných vláken třetí skupiny prasat také v období přírůstku 36 kg.

Výrazná byla změna svalových vláken světlých u skupiny 1. U této skupiny byla v 51 kg větší plocha řezu těchto vláken oproti období v 25 kg. Naproti tomu u druhé skupiny se jejich průměrná plocha řezu nejdříve mírně zmenšovala a v období přírůstku 81 kg opět mírně zvětšila. Z korelačních vztahů tabulky 9 je však zřejmá negativní korelace mezi těmito obdobími přírůstku (51 – 81 kg) a plochou řezu světlých vláken.

U přechodných svalových vláken byly zjištěny nejvyšší hodnoty jejich průměrné plochy řezu v období přírůstku 81 kg u druhé skupiny. Třetí skupina měla oproti zbylým dvěma skupinám o něco menší plochu řezu těchto vláken ve většině období přírůstku.

U tmavých vláken nedošlo v první skupině ve sledovaných obdobích přírůstku k výrazným změnám velikosti. Ve třetí skupině došlo k nepatrnému zmenšení průměrné plochy tmavých svalových vláken. Ve studii Ruusunen a Puolanne (2004) prokázali, že se vzrůstající intenzitou růstu (vyjádřená živou hmotností a denním přírůstkem živé hmotnosti) se zmenšovala plocha svalových vláken typu IIB. Jak je patrné z tabulky 9, plocha řezu tmavých svalových vláken nebyla intenzitou růstu nijak výrazně ovlivněna.

Největší rozdíl v rámci skupin byl zjištěn mezi první a třetí skupinou přírůstku u světlých vláken a to v rámci období přírůstku 51 i 66 kg. Odlišnost ve velikosti vláken zde přesahuje 600 μm^2.

V tabulce 5 je uvedeno procento počtu svalových vláken u třech skupin v závislosti na obdobích přírůstku.

Tabulka 5: Procento počtu svalových vláken ve vztahu k jednotlivým obdobím přírůstku.

	Období přírůstku 25 kg			**Období přírůstku 36 kg**		
	1 skupina	2 skupina	3 skupina	1 skupina	2 skupina	3 skupina

Procento počtu svalových vláken ze všech (%)						
Přechodných	4,56	4,67	4,36	4,25	4,41	4,90
Světlých (I)	13,19	14,75	13,17	13,31	14,18	13,38
Tmavých (IIB)	82,29	81,06	82,63	82,53	81,66	81,95
	Období přírůstku 51 kg			**Období přírůstku 66 kg**		
	1 skupina	2 skupina	3 skupina	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Procento počtu svalových vláken ze všech (%)						
Přechodných	4,67	4,25	4,52	4,42	3,68	5,37
Světlých (I)	12,56	12,92	14,74	12,88	13,87	14,14
Tmavých (IIB)	83,04	82,78	80,96	82,80	82,75	80,69
	Období přírůstku 81kg			**Období přírůstku 96 kg**		
	1 skupina	2 skupina	3 skupina	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Procento počtu svalových vláken ze všech (%)						
Přechodných	4,22	3,68	5,22	4,38	5,30	4,02
Světlých (I)	12,58	14,09	14,11	12,05	13,90	15,05
Tmavých (IIB)	83,31	82,21	81,04	83,76	80,98	81,11

Jak bylo očekáváno, ve všech sledovaných obdobích přírůstku převažovala v procentech počtu tmavá svalová vlákna (nad 80 %), druhými početnými svalovými vlákny byla vlákna světlá a nejmenší podíl byl tvořen svalovými vlákny přechodnými. Nejvíce kolísaly hodnoty procenta počtu u světlých svalových vláken (od 12,05 % do 15,05 %).

V období přírůstku 66 a 81 kg u třetí skupiny došlo k mírnému zvětšení procenta počtu přechodných vláken. Podobná změna nastala u druhé skupiny ve stejných obdobích přírůstků,

jednalo se však o mírné snížení jejich procenta počtu. V následném období přírůstku 96 kg se však procento počtu přechodných svalových vláken u druhé skupiny zvýšilo a dosáhlo tak nejvyšší hodnoty za všechna sledovaná období přírůstku. Co se týče korelačních koeficientů, které jsou uvedeny v tabulce 6, nebyly u přechodných vláken nalezeny žádné významné korelační hodnoty.

U světlých vláken u prvních dvou skupin lze říci, že se procento jejich počtu v období přírůstku 96 kg oproti počátečnímu období přírůstku 25 kg mírně zmenšilo. Toto tvrzení je shodné se studií Larzul a kol. (1997), kde byla prokázána negativní korelace mezi denním přírůstkem živé hmotnosti a procentem počtu svalových vláken typu I. Procento počtu u ostatních svalových vláken nebylo u Larzul a kol. (1997) nijak významně přírůstkem živé hmotnosti ovlivněno. Naopak v této studii z korelačních vztahů v tabulce 6 je zřejmé, že se zvyšujícím se přírůstkem došlo ke zvýšení procenta počtu světlých svalových vláken.

Nejvyšší procento tmavých svalových vláken bylo zjištěno v posledním období přírůstku (96 kg) u první skupiny. Z tohoto výsledku vyplývá, že čím vyšší byla intenzita růstu, tím více bylo početných svalových vláken tmavých. Toto je ve shodě s výsledky ze studie Orzechowka a kol. (2008). U ostatních dvou skupin však v posledním období přírůstku (96 kg) došlo k mírnému poklesu procenta počtu tmavých svalových vláken oproti počátečnímu období přírůstku (25 kg). I z korelačních koeficientů z tabulky 6 je zřejmé, že negativní vztah mezi procentem počtu tmavých svalových vláken se zvyšující se intenzitou růstu prohluboval.

Tabulka 6: Korelační koeficienty procenta počtu svalových vláken s intenzitou růstu v jednotlivých obdobích.

	Období 25 kg	**Období 36 kg**	**Období 51 kg**	**Období 66 kg**	**Období 81 kg**	**Období 96 kg**
Procento počtu svalových vláken						
Přechodných	-0,007	0,122	0,007	0,117	0,135	0,018
Světlých (I)	-0,034	-0,006	**0,220**	0,105	0,163	**0,265**
Tmavých (IIB)	0,031	-0,068	-0,196	-0,174	**-0,200**	**-0,236**

Tabulka 7: Procento plochy svalových vláken ve vztahu k jednotlivým obdobím přírůstku.

	Období 25 kg			**Období 36 kg**		
	1 skupina	2 skupina	3 skupina	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Procento plochy svalových vláken ze všech (%)						
Přechodná	2,46	2,41	2,46	2,44	2,34	2,53
Světlá (I)	9,94	10,54	8,81	9,98	9,57	9,50
Tmavá (IIB)	87,61	87,06	88,73	87,58	88,09	87,97
	Období 51 kg			**Období 66 kg**		
	1 skupina	2 skupina	3 skupina	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Procento plochy svalových vláken ze všech (%)						
Přechodná	2,56	2,35	2,39	2,49	1,99	2,79
Světlá (I)	10,08	9,06	9,70	10,01	9,29	9,68
Tmavá (IIB)	87,36	88,59	87,91	87,51	88,72	87,53
	Období 81kg			**Období 96 kg**		
	1 skupina	2 skupina	3 skupina	1 skupina	2 skupina	3 skupina
Procento plochy svalových vláken ze všech (%)						
Přechodná	2,37	2,22	2,63	2,35	2,93	2,16
Světlá (I)	9,94	10,74	8,98	9,07	9,91	10,31
Tmavá (IIB)	87,69	87,04	88,39	88,59	87,16	87,53

Jak je patrné z přehledu jednotlivých období přírůstku v tabulce 7 a dále z korelačních koeficientů v tabulce 8, intenzita růstu neměla vliv na procento plochy svalových vláken. Rozdílných výsledků dosáhla Orzechowska a kol. (2008), kde korelace mezi procentem počtu i procentem plochy svalových vláken typu I a denním přírůstkem živé hmotnosti dosahovaly výrazně negativních hodnot. Naopak u vláken typu IIB byla stanovena pozitivní korelace.

I ve studii Ruusunen a Puolanne (2004) bylo zjištěno ovlivnění procent ploch svalových vláken denním přírůstkem živé hmotnosti a to u svalových vláken typu IIB výrazně negativně a typu I výrazně pozitivně.

Tabulka 8: Korelační koeficienty mezi procentem plochy jednotlivých typů svalových vláken a intenzitou růstu v jednotlivých obdobích.

	Období 25 kg	**Období 36 kg**	**Období 51 kg**	**Období 66 kg**	**Období 81 kg**	**Období 96 kg**
Procento plochy svalových vláken						
Přechodných	0,025	0,059	-0,046	0,097	0,068	0,024
Světlých (I)	-0,123	-0,111	-0,047	-0,049	-0,113	0,123
Tmavých (IIB)	0,101	0,074	0,066	-0,002	0,071	-0,125

V tabulce 9 jsou znázorněny závislosti mezi průměrnou plochou řezu svalových vláken a přírůstkem živé hmotnosti v jednotlivých měřených obdobích.

Tabulka 9: Korelační koeficienty mezi průměrnou plochou řezu jednotlivých typů svalových vláken a intenzitou růstu v jednotlivých obdobích.

	Období 25 kg	**Období 36 kg**	**Období 51 kg**	**Období 66 kg**	**Období 81 kg**	**Období 96 kg**
Průměrná plocha řezu vláken						
Všechna vlákna	0,076	-0,062	-0,098	-0,083	-0,163	-0,038
Přechodných	0,144	-0,199	**-0,231**	-0,179	**-0,236**	-0,052
Světlých (I)	-0,057	-0,194	**-0,318**	**-0,257**	**-0,383**	-0,128
Tmavých (IIB)	0,085	-0,036	-0,046	-0,044	-0,105	-0,001

Průměrná plocha řezu všech svalových vláken bez ohledu na typ dosahovala korelačních hodnot od r = -0,163 do r = 0,076. Průměrná plocha tmavých svalových vláken nebyla výrazně ovlivněna přírůstkem živé hmotnosti v žádném sledovaném období. Významnější hodnoty se objevily u průměrné plochy přechodných svalových vláken. Nejvíce negativně byla ovlivněna přechodná vlákna v obdobích přírůstku 51 a 81 kg.

Intenzita růstu negativně ovlivnila i plochu řezu světlých svalových vláken. Nejvíce se plocha těchto vláken zmenšila ve sledovaném období přírůstku 81 kg (r = -0,383) a dále byly významné záporné hodnoty v období 51 a 66 kg. Z výsledků v této studii vyplývá, že nejvýrazněji byla živou hmotností ovlivněna světlá a přechodná svalová vlákna. Na rozdíl od této

studie ve studii Orzechowka a kol. (2008) nebyla velikost (vyjádřená diametrem) svalový vláken typu I intenzitou růstu nijak výrazně ovlivněna.

Rozdílných výsledků bylo dosaženo ve studii Ruusunen a Puolanne (2004), kde byla intenzita růstu vyjádřená přírůstkem živé hmotnosti a velikost vyjádřená průměrnou plochou řezu vláken. Velikost všech svalových vláken se s přírůstkem živé hmotnosti zvětšila (korelační hodnoty od r = 0,148 do r = 0,327).

Ve studii Brzobohatý a kol. (2012), kde byla velikost svalových vláken vyjádřena jejich diametrem, nebyl nalezen oproti této studii mezi denním přírůstkem živé hmotnosti během jednotlivých období přírůstku a velikostí svalových vláken žádný vztah.

Tabulka 10: Korelační koeficienty mezi počtem jednotlivých typů svalových vláken a intenzitou růstu v jednotlivých obdobích.

	Období 25 kg	**Období 36 kg**	**Období 51 kg**	**Období 66 kg**	**Období 81 kg**	**Období 96 kg**
Počet ploch svalových vláken						
Všechna vlákna	**-0,203**	**0,291**	**0,363**	**0,227**	0,179	-0,052
Přechodných	-0,183	**0,223**	**0,206**	**0,292**	0,158	-0,036
Světlých (I)	-0,183	**0,244**	**0,386**	**0,206**	**0,225**	0,060
Tmavých (IIB)	-0,193	**0,285**	**0,344**	**0,207**	0,158	-0,074

V tabulce číslo 10 jsou znázorněny korelační vztahy mezi obdobími přírůstku a počtem ploch jednotlivých svalových vláken. Nejvýznamnější korelační hodnoty mezi počtem svalových vláken a intenzitou růstu byly zaznamenány v období přírůstku od 36 do 66 kg. Jednalo se o pozitivní korelace, při čemž nejvyšších hodnot dosahovala světlá svalová vlákna v období přírůstku 51 kg.

6. Závěr

Cílem práce bylo posouzení charakteristik svalových vláken v závislosti na intenzitě růstu prasat. Z našich výsledků vyplývá, že námi sledované faktory ovlivňují zastoupení jednotlivých typů svalových vláken a jejich charakteristiky.

V rámci testů byly zjištěny odlišnosti mezi jednotlivými obdobími přírůstku a charakteristikami svalových vláken. Určité rozdíly se objevily i v rámci třech sledovaných skupin dle intenzity růstu v jednotlivých obdobích.

Intenzitou růstu byla ovlivněna celková plocha svalových vláken. Největší celková plocha všech typů svalových vláken byla zjištěna v období přírůstku 25 kg u druhé skupiny a zároveň se v tomto období objevila nejmenší plocha vláken bez ohledu na typ a to u třetí sledované skupiny. Zvětšení plochy všech vláken v konečném období přírůstku 96 kg bylo oproti počátečnímu období 25 kg zřejmé u první a třetí skupiny. Pozitivní korelační vztah byl stanoven v rámci období přírůstku 36 a 51 kg.

V období přírůstku 36 kg bylo u třetí skupiny zjištěno nejvíce svalových vláken na jednotku plochy a u druhé skupiny naopak nejméně vláken na jednotku plochy.

Intenzitou růstu byla ovlivněna i plocha řezu (velikost) jednotlivých typů svalových vláken. Stejně jako přechodná svalová vlákna tak i světlá svalová vlákna byla intenzitou růstu ovlivněna negativně. Průměrná plocha tmavých svalových vláken nebyla přírůstkem živé hmotnosti nijak výrazně ovlivněna. Z této studie je tedy patrné, že nejvýrazněji intenzita růstu ovlivnila pouze velikost světlých a přechodných svalových vláken.

Počet ploch svalových vláken byl intenzitou růstu také ovlivněn ale nejvýrazněji pouze v obdobích přírůstku od 36 do 66 kg. V těchto obdobích přírůstku došlo ke zvýšení počtu ploch svalových vláken.

V této studii se prokázal vliv intenzity růstu i na procento počtu svalových vláken světlých a tmavých. Světlá vlákna byla ovlivněna pozitivně a tmavá vlákna negativně. U přechodných vláken nebyl nalezen žádný vliv intenzity růstu. Intenzita růstu neovlivnila procento plochy svalových vláken.

7. Seznam zkratek

ADG – průměrný denní přírůstek živé hmotnosti

BF – sval *biceps femoris*

DFI – denní příjem krmiva

FCR – konverze krmiva

FG (FTG) – glykolytické svalové vlákno s rychlým stahem

FOG (FTO) – oxidativně glykolytické svalové vlákno s rychlým stahem

GS – sval *gluetus superficialis*

HH – pokusná skupina „těžké-vysoké“ dle Choi a kol. (2013)

HL – pokusná skupina „těžké-nízké“ dle Choi a kol. (2013)

HW – vysoká hmotnost

IIB/X – vlákno s rychlým stahem a přechodným metabolismem dle Depreux a kol. (2000)

IIBr – oxidativně glykolytické červené svalové vlákno s rychlým stahem

IIBw – glykolytické bílé svalové vlákno s rychlým stahem

IS – sval *infra spinam*

LH – pokusná skupina „lehké-vysoké“ dle Choi a kol. (2013)

LL – pokusná skupina „lehké nízké“ dle Choi a kol. (2013)

LM – *longissimus muscle*

LW – nízká hmotnost

MAS – sval *masseter*

MLLT – *musculus longissimus lumborum et thoracis*

MW – střední hmotnost

QF – sval *quadriceps femoris*

RF – sval *rectus femoris*

SM – *semimembranosus muscle*

SO (STO) – oxidativní svalové vlákno s pomalým stahem

ST – sval *semitendinosus*

STL – světlá část svalu *semitendinosus*

Typ I – oxidativní červené svalové vlákno s pomalým stahem

Typ IIA – oxidativně glykolytické červené svalové vlákno s rychlým stahem

Typ IIB – glykolytické bílé svalové vlákno s rychlým stahem

αR – oxidativně glykolytické červené svalové vlákno s rychlým stahem

αW – glykolytické bílé svalové vlákno s rychlým stahem

βR – oxidativní červené svalové vlákno s pomalým stahem

8. Seznam literatury

Ashmore, C. R., Doerr, L. 1971. Comparative aspects of muscle after types in different species. Experimental Neurology. 31 (3). 408-418.

Bee, G. 2004. Effect of early gestation feeding, birth weight, and gender of progeny on muscle fiber characteristics of pigs at slaughter. Journal of Animal Science. 82 (3). 826-836.

Bee, G., Guex, G., Herzog, W. 2004. Free-range rearing of pigs during the winter: Adaptations in muscle fiber characteristics and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. Journal of Animal Science. 82 (4). 1206-1218.

Bee, G., Calderini, M., Biolley, C., Guex, G., Herzog, W. 2006. Changes of the histochemical properties and meat quality traits of porcine muscles during growth. I) Effect of feed restriction in pigs slaughtered at the same age and varying body weight. Archiv fur tierzucht-archives of animal breeding Dummerstorf. 49. 20-24.

Bee, G., Calderini, M., Biolley, C., Guex, G., Herzog, W., Lindemann, M. D. 2007. Changes in the histochemical properties and meat quality traits of porcine muscles during the growing-finishing period as affected by feed restriction, slaughter age, or slaughter weight. Journal of Animal Science. 85 (4). 1030-1045.

Bogucka, J., Kapelanski, W., Elminowska-Wenda, G., Walasik, K., Lewandowska, K. L. 2008. Comparison of microstructural traits of *musculus longissimus lumborum* in wild boars, domestic pigs and wild boar/domestic pig hybrids. Archiv fur tierzucht-archives of animal breeding Dummerstorf. 51 (4). 359-365.

Brocks, L., Klont, R. E., Buist, W., Greef, K., Tieman, M., Engel, B. 2000. The effects of selection of pigs on growth rate vs leanness on histochemical characteristics of different muscles. Journal of Animal Science. 78 (5). 1247-1254.

Brooke, M. H., Kaiser, K. K. 1970. Three myosin adenosine triphosphatase system: the nature of their pH liability and sulfhydryl dependence. Journal of Histochemistry and Cytochemistry. 18. 670–672.

Brzobohatý, L., Stupka, R., Čítek, J., Šprysl, M., Okrouhlá, M., Vehovský, K. 2012. The influence of growth intensity during different age periods on muscle fiber characteristics in pigs. Research in pig breeding. 6 (2). 1-4.

Cerisuelo, A., Baucells, M. D., Gasa, J., Coma, J., Carrión, D., Chapinal, N., Sala, R. 2009. Increased sow nutrition during midgestation affects muscle fiber development and meat quality, with no consequences on growth performance. Journal of Animal Science. 87 (2). 729-739.

Čandek-Potokar, M., Lefaucher, L., Žlender, B., Bonneau, M. 1999. Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pig longissimus dorsi muscle as related to meat quality. Meat Science. 52 (2). 195-203.

Depreux, F. F. S., Okamura, C. S., Swartz, D. R., Grant, A. L., Brandstetter, A. M., Gerrard, D. E. 2000. Quantification of myosin heavy chain isoform in porcine muscle using an enzyme-linked immunosorbent assai. Meat Science. 56 (3). 261-269.

Du, M., Tong, J., Zhao, J., Underwood, K. R., Zhu, M., Ford, S. P., Nathanielsz, P. W. 2010. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. Journal of Animal Science. 88 (13). 51-60.

Dwyer, C. M., Fletcher, J. M., Stickland, N. C. 1993. Muscle cellularity and postnatal growth in the pig. Journal of Animal Science. 71 (12). 3339-3343.

Eggert, J. M., Depreux, F. F. S., Schinckel, A. P., Grant, A. L., Gerrard, D. E. 2002. Myosin heavy chain isoforms account for variation in pork quality. Meat Science. 61 (2). 117-126.

Elminowska-Wenda, G. 2006. Structure Traits of *Longissimus lumborum* Muscle in Wild Boar/domestic Pig Hybrids. Folia biologica-Krakow. 54 (3-4). 133-137.

Foury, A., Devillers, N., Sanchez, M. P., Griffon, H., Roy, P., Mormède, P. 2005. Stress hormones, carcass composition and meat quality in Large White × Duroc pigs. Meat Science. 69 (4). 703-707.

Gentry, J. G., McGlone, J. J., Blanton, J. R., Miller, M. F. 2002. Impact of spontaneous exercise on performance, meat quality, and muscle fiber characteristics of growing/finishing pigs. Journal of Animal Science. 80 (11). 2833-2839.

Gentry, J. G., McGlone, J. J., Miller, M. F., Blanton, J. R. 2004. Environmental effects on pig performance, meat quality, and muscle characteristics. Journal of Animal Science. 82 (1). 209-217.

Gondret, F., Lefaucher, L., Juin, H., Louveau, I., Lebret, B. 2006. Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. Journal of Animal Science. 84 (1). 93-103.

Gondret, F., Lefaucheur, L., Louveau, I., Lebret, B., Pichodo, X., Le Cozler, Y. 2005. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. Livestock Production Science. 93 (2). 137-146.

Choi, Y. M., Jung, K. C., Choe, J. H., Kim, B. C. 2012. Effects of muscle cortisol concentration on muscle fiber characteristics, pork quality, and sensory quality of cooked pork. Meat Science. 91 (4). 490-498.

Choi, Y. M., Nam, K. W., Choe, J. H., Ryu, Y. C., Wick, M. P., Lee, K., Kim, B. C. 2013. Growth, carcass, fiber type, and meat quality characteristics in Large White pigs with different live weights. Livestock science. 155 (1). 123-129.

Jelínek, P., Koudela, K., Doskočil, J., Illek, J., Kotrbáček, V., Koudela, K., Kovářů, F., Kroupová, V., Kučera, M., Kudláč, E, Trávníček, J., Valent, M. 2003. Fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 1. vyd. 414 s. ISBN: 8071576441.

Karlsson, A., Enfält, A. C., Essén-Gustavsson, B., Lundström, K., Rydhmer, L., Stern, S. 1993. Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs. Journal of Animal Science. 71 (4). 930-938.

König, H. E., Liebich, H. G., Bragulla, H., Budras, K. D., Červený, Č., Maierl, J., Mülling, Chr., Reese, S., Ruberte, J., Sautet, J. 2003. Anatomie domácích savců, Pohybový aparát. Hajko & Hajková. Bratislava. 286 s. ISBN: 8088700566.

Larzul, C., Lefaucher, L., Ecolan, P., Gogue, J., Talmant, A., Sellier, P., Le Roy, 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. Journal of Animal Science. 75 (12). 3126-3137.

Lawrence, T. L. J., Fowler, V. R. 2002. Growth of farm animals. 2nd ed. CABI Publishing. USA. p. 347. ISBN: 0851994849.

Lee, S. H., Choe, J. H., Choi, Y. M., Jung, K. C., Rhee, M. S., Hong, K. C., Lee, S. K., Ryu, Y. C., Kim, B. C. 2012. The influence of pork quality traits and muscle fiber characteristics on the eating quality of pork from various breeds. Meat Science. 90 (2). 284-291.

Lefaucheur, L. 2010. A second look into fibre typing – Relation to meat quality. Meat Science. 84 (2). 257-270.

Marvan, F., Hampl, A., Hložánková, E., Kresan, J., Massanyi, L., Vernerová, E. 2007. Morfologie hospodářských zvířat. Česká zemědělská univerzita v Praze. Brázda. 303 s. ISBN: 9788021316584.

Miller, L. R., Garwood, V. A., Judge, M. D. 1975. Factors affecting porcine muscle fiber type, diameter and number. Journal of Animal Science. 41 (1). 66-77.

Müller, E., Rutten, M., Moser, G., Reiner, G., Bartenschlager, H., Geldermann, H. 2002. Fibre structure and metabolites in M. longissimus dorsi of Wild Boar, Pietrain and Meishan pigs as well as their crossbred generations. Journal of Animal Breeding and Genetics. 119 (2). 125-137.

Nissen, P. M., Danielsen, V. O., Jorgensen, P. F., Oksbjerg, N. 2003. Increased maternal nutrition of sows has no beneficial effects on muscle fiber number or postnatal growth and has no impact on the meat quality of the offspring. Journal of Animal Science. 81 (12). 3018-3027.

Nissen, P. M., Jorgensen, P. F., Oksbjerg, N. 2004. Within-litter variation in muscle fiber characteristics, pig performance, and meat quality traits. Journal of Animal Science. 82 (2). 414-421.

Oksbjerg, N., Gondret, F., Vestergaard, M. 2004. Basic principles of muscle development and growth in meat-producing mammals as affected by the insulin-like growth factor (IGF) system. Domestic Animal Endocrinology. 27 (3). 219-240.

Orzechowska, B., Wojtysiak, D., Migdal, W., Tyra, M. 2008. Relationships between muscle fibre characteristics and physico-chemical properties of *longissimus lumborum* muscle and growth rate in pig fatteners of three breeds. Animal science papers and reports. 26 (4). 277-285.

Peter, J. B., Bainard, R. J., Edgerton, V. R., Gillespie, C. A., Stempel, K. E. 1972. Metabolic profiles of three fiber type of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. Biochemistry. 11. 2627-2633.

Reece, W. O. 1998. Fyziologie domácích zvířat. Grada. Praha. 456 s. ISBN: 8071695475.

Rehfeldt, C., Fiedler, I., Stickland, N. C. 2004. Number and size of muscle fibres in relation to meat production. Muscle development of livestock animals. 2-38.

Rehfeldt, C., Henning, M., Fiedler, I. 2008. Consequences of pig domestication for skeletal muscle growth and cellularity. Livestock Science. 116 (1-3). 30-41.

Ruusunen, M., Puolanne, E. 2004. Histochemical properties of fibre types in muscles of wild and domestic pigs and the effect of growth rate on muscle fibre properties. Meat Science. 67 (3). 533-539.

Schiaffino, S., Reggiani, C. 2011. Fiber types in mammalian skeletal muscles. Physiological reviews. 91 (4). 1447-1531.

Stavba svalu, dostupné z: < http://www.tutorvista.com/biology/parts-of-the-muscles>

Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J., Okrouhlá, M., Brzobohatý, L., Vehovský, K. 2012. The effects of growth intensity and carcass part on the quantitative and qualitative parameters of muscle fibers in pigs. Research in pig breeding. 6 (2). 67-70.

Wojtysiak, D. 2013. Effect of Age on Structural Properties of Intramuscular Connective Tissue, Muscle Fibre, Collagen Content and Meat Tenderness in Pig *longissimus lumborum* muscle. Folia Biologica-Krakow. 61 (3-4). 221-226.

Zochowska-Kujawska, J., Zobczak, M., Lachowicz. 2009. Comparison of the texture, rheological properties and myofibre characteristics of SM (semimembranosus) muscle of selected species of game animals. Polish journal of food and nutrition sciences. 59 (3). 243-246.