

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



**Vliv restrikce krmiva na charakteristiky svalových vláken,
texturu masa a jejich vzájemný vztah u prasat**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Michaela Vodičková

Obor studia: Živočišná produkce

Vedoucí práce: Ing. Monika Okrouhlá, Ph.D

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv restrikce krmiva na charakteristiky svalových vláken, texturu masa a jejich vzájemný vztah u prasat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4. 2017

Podpis autora práce:.....

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D, za odborné vedení, poskytnutí materiálů, cenné rady a připomínky při zpracování mé diplomové práce.

Poděkování patří i mému příteli a rodičům, za velkou psychickou podporu a hlídání mého syna v době studia.

Vliv restrikce krmiva na charakteristiky svalových vláken, texturu masa a jejich vzájemný vztah u prasat

Souhrn

Cílem mé práce bylo vyhodnotit vliv restrikce krmiva na charakteristiky svalových vláken, texturu masa a jejich vzájemný vztah u prasat.

Svalové vlákno je funkční i morfologickou jednotkou příčně pruhované svaloviny. Na základě histochemické klasifikace svalových vláken se dělí na vlákna typu I, IIA, IIB. Měkkost, křehkost, ale i šťavnatost, jsou základní texturní charakteristiky masa, které ovlivňují kulinární vlastnosti masa.

Do pokusu bylo zahrnuto 8 vepříků ze skupiny *ad libitního* krmení a 8 vepříků ze skupiny restrikce. Obě skupiny byly nastájeny ve věku 61 dnů při průměrně hmotnosti 26 kg (*ad libitum*) a 29 kg (restrikce). Průměrná porážková hmotnost u prasat krmených *ad libitně* byla v 10. týdnech 112 kg, u restringovaných prasat ve 13. týdnech dosahovala 119 kg.

U jednotlivých zvířat byly sledovány kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty, tj. hmotnost jatečně upraveného trupu, hmotnost pravé pŕlky, podíl libové svaloviny, hmotnost a podíl hlavních masitých částí; krkovičky; kýty; pečeně; plece a boku.

Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty byly sledovány v jatečné partii pečeně (*musculus longissimus lumborum et thoracis* - MLLT) a kýta (*musculus semimembranosus* - MS). U svalu MLLT byly sledovány následující ukazatele: pH₄₅, elektrická vodivost, barva masa, textura syrového a vařeného masa a ztráta masové šťávy odkapem. Mezi hlavní charakteristiky u svalu MS bylo zařazeno pH₄₅ a elektrická vodivost.

Z výsledků pokusu vyplývá, že restringování vepřici dosáhli v 10. týdnu cca 97 kg oproti vepřikům krmeným *ad libitně* (cca 113 kg), tudíž měla pomalejší růst s nižší průměrnou denní spotřebou krmiva a nižšími průměrnými denními přírůstky.

Převážná část kvantitativních ukazatelů měla statisticky průkazné hodnoty vyšší ve prospěch vepřiků krmených restringovaně.

Mezi *ad libitním* krmením a restrikcí u kvalitativních charakteristik jatečné hodnoty jsme zjistili statisticky významné rozdíly v barevném odstínu a^* a b^* (MLLT) a pH₄₅(MS).

U charakteristik svalových vláken, tj. počtu, zastoupení, ploše a diametru nebyly rozdíly mezi technikou krmení zaznamenány za statisticky průkazné.

U vepřků krmených *ad libitně*, tak i restringovaně byly v rámci sledování korelace mezi vybranými kvantitativními a kvalitativními ukazateli jatečné hodnoty a charakteristikami svalových vláken nalezeny rozdíly za statisticky průkazné.

Klíčová slova: prase, restrikce krmiva, svalová vlákna, textura masa

Effect of feed restriction on the characteristics of muscle fiber, meat texture and their relationship in pigs

Summary

The aim of this work was to evaluate the effect of feed restriction on muscle fiber characteristics, the texture of the meat and their relationship with pigs.

Muscle fiber is functionally and morphologically unit striated muscle. On the basis of histochemical classification muscle fibers are classified into Type I fibers, IIA, IIB. Softness, tenderness, juiciness but are essential textural characteristics of the meat, which affects culinary qualities of meat.

Included in the experiment were 8 barrows from group *ad libitum* feeding eight barrows group restrictions. Both groups were stabled aged 61 days at an average weight of 26 kg (*ad libitum*) and 29 kg (restrictions). The average slaughter weight in pigs fed *ad libitum* at 10 weeks was 112 kg, with restricted pigs at 13 weeks amounted to 119 kg.

For individual animals were monitored quantitative indicators carcass value, i.e. the weight of the carcass hull weight right halves, the proportion of lean meat, weight and proportion meat parts; collars; hams; roast; shoulders and hips.

Quality indicators carcass values were observed in carcass roast game (*musculus longissimus lumborum et thoracis* - MLLT) and ham (*semimembranosus musculus* - MS). For MLLT muscle were observed following indicators: pH₄₅, electrical conductivity, meat colour, texture of raw and cooked meat and loss of meat juices draining. The main features for MS muscle were situated pH₄₅ and electrical conductivity.

The results show that the restricted barrows reached at week 10 was about 97 kg compared barrows fed *ad libitum* (about 113 kg), therefore have slower growth with lower average daily consumption of feed to lower average daily gains.

The bulk of the quantitative indicators had statistically significant higher values in favor of barrows fed restricted.

Among *ad libitum* restrictions on feeding and qualitative characteristics of carcass value we found statistically significant differences in the colour shade a^* and b^* (MLLT) and pH₄₅ (MS).

For the characteristics of muscle fibers, i.e. the number, representation, and an area Diameter no differences between feeding technique recorded as statistically significant.

In barrows fed *ad libitum*, and were restricted within the observed correlation between the selected quantitative and qualitative indicators of carcass value and characteristics of muscle fibers found for statistically significant differences.

Keywords: pig, restrictions feed, muscle fibers, texture of meat

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
2.1	Hypotéza	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Výživa	3
3.1.1	Prenatální výživa	5
3.2	Svalová tkáň	6
3.2.1	Příčně pruhovaná svalovina – struktura	6
3.2.2	Chemické složení svaloviny	8
3.3	Typy svalových vláken	10
3.3.1	Charakteristika	11
3.4	Výkrmnost	12
3.5	Jatečná hodnota	13
3.6	Kvalitativní vlastnosti masa	14
3.6.1	Hodnota pH	14
3.6.2	Barva masa	14
3.6.3	Vaznost masa	14
3.6.4	Elektrická vodivost masa	14
3.7	Senzorické vlastnosti masa	15
3.7.1	Chuť a vůně	15
3.7.2	Šťavnatost	15
3.7.3	Textura	15
4	Materiál a metodika	17
4.1	Zvířata	17
4.2	Ustájení zvířat	17
4.3	Výživa zvířat	17
4.4	Jatečná hodnota	17
4.5	Kvantitativní ukazatelé	18
4.6	Kvalitativní ukazatelé	18
4.7	Histologie	19
4.7.1	Odběr vzorku a zmrazení	19
4.7.2	Krájení, barvení a fixace histologických řezů	19
4.7.3	Vyhodnocení pomocí mikroskopu	19
4.8	Statistické vyhodnocení	20
5	Výsledky a diskuse	21
6	Závěr	33

7 Literární zdroje.....	34
8 Seznam tabulek a obrázků	40
9 Seznam použitých zkratk	41

1 Úvod

Chov prasat patří k nejvýznamnějšímu odvětví v živočišné výrobě. Jedná se o nejvýkonnější hospodářská zvířata, která mají značnou intenzitu růstu. Vepřové maso je nepostradatelným zdrojem živočišných bílkovin a je z hlediska konzumace nejvyhledávanějším druhem masa na našem trhu.

Spotřeba vepřového masa se pohybuje okolo 45 kg / osobu / rok. Mezi konzumenty je oblíbeno pro své sensorické a kulinární vlastnosti. Šlechtění prasat se provádí za účelem zvýšení zmasilosti a nižší protučnělosti.

Ekonomická situace v chovu prasat se v posledních letech zhoršuje. Došlo k poklesu celkových stavů prasat a jatečných cen prasat, které jsou pod výrobními náklady. To má za následek dovoz živých prasat, vepřového masa a také zvýšení celkových nákladů na chov prasat. Rozhodujícím faktorem jsou dotace, bez kterých by byla ekonomika chovů hluboko v záporných číslech.

Za nejdůležitější vnější faktor, ovlivňující růst, vývoj a ekonomickou produktivitu, je výživa. Restrikce či *ad libitní* krmení zásadně ovlivňuje růst svaloviny a tím i svalových vláken. To závisí i na zvolení způsobu krmení v určitém věku. Na sensorické a kulinární vlastnosti má také vliv dostatečnost a složení krmných dávek, především také druh zrnin a podávání doplňkových krmiv.

Různé typy svalových vláken, jejich složení a hustota značně ovlivňují biochemické procesy *post mortem* a tím i kvalitu masa.

Textura, zahrnující vlastnosti, jako měkkost, křehkost a konzistenci, je nejvýznamnější vlastnost umožňující technologické zpracování masa.

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo sledovat a vyhodnotit vliv restrikce krmiva na charakteristiky svalových vláken a texturu masa.

2.1 Hypotéza

Přesné a v čase dávkované krmení může mít vliv na počet, velikost a zastoupení svalových vláken s návazností na texturu masa u prasat.

3 Literární rešerše

3.1 Výživa

Výživa zvířat zahrnuje dostatečnost krmných dávek, jejich složení a vyváženost, intenzitu a frekvenci techniky krmení, aplikaci léčiv či využívání netradičních krmiv. Jedná se o velmi komplexní intravitální vliv na jakost masa (Ingr, 2007).

Chovatelé jsou povinni podávat zdravotně nezávadná krmiva. Nadále dodržovat veterinární podmínky při podávání krmných přísad. Samozřejmostí by měla být zdravotně nezávadná, ideálně pitná voda (Ingr, 2004).

Pipek (1995) tvrdí, že jednostranné krmení vede ke zhoršení jakosti masa nebo tuku, proto je nutné kombinací několika složek kompenzovat negativní vlivy jednotlivých druhů krmiv. Na jakost masa mohou některá krmiva působit negativně. Např. změna v obsahu vody ve tkáních; nedostatek některých živin, které může způsobit nedostatečnou tvorbu svaloviny a zhoršení její jakosti, nadbytečný obsah některých látek má vliv na jakost svalové a tukové tkáně; vyvolání avitaminózy zvířat a následné zhoršení jatečných produktů; případně výrazné zhoršení chuti a vůně masa (Ingr, 2004).

Smital a Fiedler (2003) uvádí, že tempo růstu svaloviny je determinováno příjmem krmiva. Další dodávaná energie je již využívána jen pro deponování tuku. Při nedostatečné výživě zůstává obsah pojivové tkáně nezměněn, svalová hmota klesá (Jedlička, 1988).

Stickland et al. (1975) zjistili, že omezení krmiva, ať už v kvalitě nebo množství, má za následek pokles průměru svalových vláken.

V počátečním období, akcelerační fázi, dochází k nejintenzivnějšímu růstu svalové tkáně při poměrně nízkém příjmu krmiva. Velký nárůst svaloviny, tím tedy i celkové živé hmotnosti, může mít za příčinu i malé zvýšení příjmu krmiva. Tudíž je žádoucí v této fázi zvýšení příjmu krmiva, jelikož dodané živiny budou maximálně efektivně využity pro přírůstek svaloviny (Smital a Fiedler, 2003).

Za optimálních chovatelských a hygienických podmínek je v praxi dosahován průměrný denní přírůstek 900 g. Zásobením aminokyselinami má rostoucí význam pro zajištění optimálního podílu svaloviny (Schneeberg a Nováková, 2005).

Seranno et al. (2009) studovali vliv restriktce krmiva na růstové schopnosti u kříženců iberian a duroc. Délka restriktce probíhala od 152 – 263 dnů věku, kdy měla prasata *ad libitní* přístup ke krmivu. Tato prasata měla vyšší průměrný denní přírůstek a příjem krmiva, než jedinci krmení restringovaně. Následně jim bylo všem umožněno *ad libitní* krmení, kdy průměrný denní přírůstek a příjem krmiva vzrostly u restringované skupiny na hodnoty srovnatelné se skupinou krmenou *ad libitně*. Větší podíl kýty, plece a nižší obsah tuku byl zaznamenán u restringovaných prasat.

Bee et al. (2007) zkoumali charakteristiky svalových vláken při použití restriktce a *ad libitního* krmení. Restriktční období ve věku 113 a 154 dní, kdy měla restringovaná skupina vepřků méně svalových vláken typu SO ve svalech *m. longissimus*, *m. rectus femoris* a *m. semitendinosus*. Méně svalových vláken FOG v *m. semitendinosus*, méně vláken typu FG ve svalu *m. semitendinosus* a více vláken typu FG ve svalech *m. longissimus* a *m. rectus femoris*.

Jeleníková (2003) udává, že některá krmiva pro zvířata jsou záměrně doplňována sloučeninami selenu. Selen, přítomný v masě, zamezuje oxidaci tuku a zlepšuje stabilitu barvy. Zlepšuje některé senzorycké vlastnosti masa, zejména šřavnatost a křehkost, a má pozitivní vliv na snížení ztrát odkapem. Studie dokazují, že maso prasat, kterým bylo podáváno krmivo obohacené selenem, bylo křehčí.

Krmením vysoké hladiny vitamínu E se zlepšuje kvalita vepřového masa, hlavně se snižují ztráty odkapem (Buckley et al., 1995).

V poslední době je značný zájem o krmení vysoké hladiny vitamínu D₃. Má za následek zvýšení hladiny vápníku ve svalech, který stimuluje proteolytické aktivity enzymu post mortem a zlepšuje křehkost masa (Swanek et al., 1997).

Ingr et al. (1993) tvrdí, že při výkrmu prasat je třeba zohlednit vliv některých krmiv a krmných doplňků na výslednou kvalitu masa. Pšenice a ječmen, zkrmované ve formě šrotu, jsou nejen vhodným energetickým krmivem, ale i příznivě působí na jakost masa v ukazatelích textury, barvy a protučnělosti.

Ječmen velmi příznivě působí na jakost sádla a masa (Kováč, 1989). Odpady z potravinářského průmyslu, zahrnující řepný chrást, řepné řízky, melasu, mláto a různé pokrutiny; je nutné kombinovat s jinými krmivy a zejména vhodně dávkovat, protože při vysokých dávkách dochází ke zhoršení jakosti masa a tuku (Ingr et al., 1993).

Kováč (1989) uvádí, že kukuřice nemá v krmných dávkách činit více jak 50 %, protože obsahuje vysoký podíl nenasycených mastných kyselin, které zapříčiní nežádoucí nažloutlé zbarvení masa. Může způsobovat i změny ve struktuře masa (Urban, 1997).

Při zkrmování vodnatých krmiv dochází ke změně obsahu vody ve tkáních a nedostatečná tvorba tkání. Podávání kukuřice zhoršuje jakost tukové tkáně, případně dochází k odchylce v chuti a vůni při zkrmování rybích mouček. Zastoupení mastných kyselin v mezisvalovém tuku má významný vliv na senzorické vlastnosti masa (Steihauser et al., 2000).

Dle Henckela et al. (1997) byl proveden experiment mezi plemeny dánská landrasa a dánský large white. Obě plemena byla ustájena na slámové podestýlce, s *adlibitním* přístupem ke krmivu, kdy byla evidována spotřeba krmiva a živá hmotnost. Po dosažení 70 kg hmotnosti byly odebrány svalové vzorky od každého plemene a byla provedena histochemická a biochemická analýza. Prasata plemene large white měla o 6 % lepší poměr v konverzi krmiva. Denní přírůstek, svalový nárůst a obsah masa jatečně upraveného těla byly podobné.

3.1.1 Prenatální výživa

Počet svalových vláken může být významně ovlivněn výživou matky v období březosti (Bedi et al, 1982; Ward a Stickland, 1991; Dwyer a Stickland, 1992; Dwyer et al., 1994). Nesprávná výživa neovlivňuje primární svalová vlákna, nicméně má velký vliv na snížení celkového počtu sekundárních vláken (Bedi et al. 1982; Ward a Stickland, 1991; Dwyer et al., 1994).

Dwyer et. al. (1994) zjistili, že průměrný počet sekundárních svalových vláken lze nejvíce ovlivnit úrovní výživy během 25. až 50. dne březosti. Zvýšená krmná dávka od 50. dne březosti vliv na svalová vlákna nemá.

Zvýšení kvality krmné dávky matky lze zabránit snížení počtu svalových vláken u potomstva. Nedostatečná výživa značně ovlivňuje pomalé a rychlé svaly. Dle Dwyera a Sticklanda (1992) byly svaly s vysokým počtem pomalých svalových vláken méně ovlivněny podvýživou matky, zatímco svaly s větším podílem rychlých svalových vláken byly výživou ovlivněny do velké míry.

Autor Bee (2004) nezjistil žádné významné rozdíly při porovnávání svalových vláken ve svalech *m. longissimus*, *m. rectus femoris*, *m. semitendinosus* selat, jejichž matky byly krmeny směsí s různou živinovou hodnotou.

3.2 Svalová tkáň

Svalová tkáň, kontraktilní tkáň zvířat, má schopnost vykonávat pohyb. Základem její funkce je přeměna energie chemických vazeb na mechanickou práci. Zakládá se většinou v zárodečném středním listu, tj. mesoderm. Základem jsou buňky nebo soubory buněk uspořádané do vyšších strukturálních úrovní. Tři hlavní skupiny tkání, které se dělí podle buněčné stavby, vzhledu a způsobu inervace, jsou:

- příčně pruhovaná svalovina (stavební tkáň kosterních svalů),
- hladká svalovina (součást vnitřních orgánů),
- srdeční svalovina (srdce).

Hladká svalovina je tvořena samotnými buňkami. Soubuní svalového vlákna tvoří příčně pruhovanou svalovinu. Trámec svaloviny s relativně samostatnými úseky tvoří srdeční svalovinu. Významným rozdílem je způsob inervace, kdy příčně pruhovaná svalovina je inervována periferní nervovou soustavou, tj. animálním, obvodovým a somatickým nervstvem a její činnost lze tedy ovládat vůlí. Zbývající dva typy svaloviny, hladká a srdeční, jsou ovládány autonomní nervovou soustavou, tedy vegetativním nervstvem, jejichž činnost není ovládaná vůlí jedince. Hladké svaly jsou také uváděny do činnosti pomocí látkových přenašečů (Pipek, 1995).

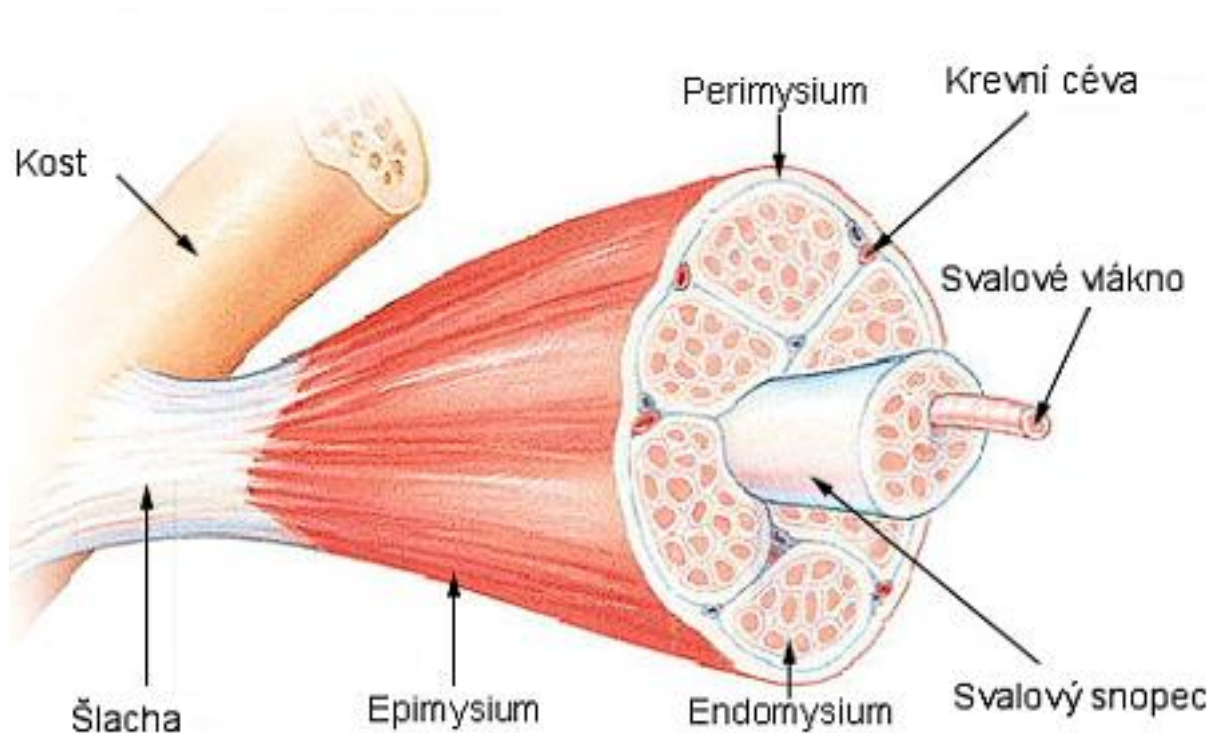
3.2.1 Příčně pruhovaná svalovina – struktura

Sval se obecně skládá z příčně žíhaných vláken. Každé svalové vlákno představuje vícejadernou, podlouhlou a cylindrickou buňku. Vazivo, cévy, nervy a tzv. pomocná svalová ústrojí se podílí na jeho stavbě.

Pomocí šlach jsou svaly spojeny s kostrou, kdy tedy většina svalů začíná a končí šlachami. Na svalu rozlišujeme masitou část, svalové břicho, proximální část neboli odstupovou hlavu a distálně letící úpon, zužující se ve šlachu. Dle tvaru masité části se rozlišují svaly kruhové, dlouhé, krátké, ploché, společné nebo složité (Sova, 1981).

Jelínek et al. (2003) stanovili, že morfologickou i funkční stavební jednotkou příčně pruhované svaloviny je svalové vlákno. Je to soubuní o délce i několik cm, tloušťce 50 – 100 μm , válcovitého tvaru. Membránové soubuní – sarkolema, tvoří povrch svalového vlákna. Délka i průměr svalových vláken jsou ovlivněny vnitřními i vnějšími činiteli.

Svalová vlákna se navzájem spojují v primární snopce jemnou síťovinou z řídkého vaziva, které se označuje endomysium. Vrstvička řídkého vaziva, obklopující primární snopce, se označuje jako perimysium internum. Sekundární snopce se mohou spojovat ve snopce vyššího řádu a celý sval obaluje vrstva perimysium externum. Endomysium a perimysium jsou neoddělitelnou součástí každého svalu a mají velký význam pro vlastní činnost svalu, kdy tvoří oporu svalových vláken a usnadňuje posuny při jejich smrštění.



Obr. 1: Stavba svalu [online 22. 3. 2017]. Podle: <http://www.e-kulturistika.cz/svaly--mikroskopicka-stavba.html>

Podle Zochowské et al. (2005) jsou svaly mladých zvířat složeny z vláken o menší ploše, vyznačují se tenčím perimysiem a endomysiem než je tomu u vláken starších zvířat. S přibývajícím věkem zvířat dochází ke zvětšování průměru svalových vláken, tloušťka perimysia a endomysia s rostoucí hmotností zvířat roste. Charakter nitrosvalového vaziva a jeho množství je tedy významným činitelem, který podmiňuje kvalitu masa.

Nejkvalitnější maso reprezentují svaly s menším množstvím intramuskulárního vaziva a naopak, kvalita masa se snižuje, jak se zvyšuje podíl nitrosvalového vaziva (Marvan, 1992). Ve svalovém vlákně, v sarkoplasmě, jsou uloženy myofibrily. Jsou nejdůležitější a nejvýznamnější složkou svalového vlákna. Jedná se o vláknité útvary uspořádané do

paralelních svazků, kde se střídají řady světlých a tmavých zón (Čubon et al., 2004). 1 000 – 2 000 myofibril, tvořící svalové vlákno, je složeno ze dvou svalových vláken (myofilament). Rozlišujeme je na slabá (aktinová) a silná (myozinová).

3.2.2 Chemické složení svaloviny

Svalovina se skládá ze 75 % vody, 19 % bílkovin, 2,5 % tuku, minerálních látek, vitamínů a 3,5 % extraktivních látek (Steinhauser et al., 2000).

Bílkoviny

Nejvýznamnější složkou masa jak z nutričního, tak i technologického hlediska, jsou výše zmiňované bílkoviny, jejichž obsah je v mase velmi vysoký. Jedná se o tzv. plnohodnotné bílkoviny, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny.

Dělí se do tří skupin:

- sarkoplazmatické bílkoviny – rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích; obsaženy v sarkoplazmě,
- myofibrilární bílkoviny – rozpustné v roztocích soli, ve vodě nikoli,
- stromatické bílkoviny – nerozpustné; obsaženy v pojivových tkáních, které tvoří obaly svalových struktur.

V čisté libové svalovině se obecně uvádí obsah bílkovin v rozmezí mezi 18–22 %.

Lipidy

Z největší části jsou v mase lipidy zastoupeny jako tuky (estery mastných kyselin, glycerol), v menší míře jako polární lipidy (fosfolipidy). Rozložení tuku v těle je velmi nerovnoměrné. Jsou uloženy z malé části přímo uvnitř svalových buněk (intracelulární), dále mezi svalovými vlákny (intercelulární) a největší množství tuku tvoří základ samostatné tukové tkáně (extracelulární). Zjednodušené dělení je na tuk intramuskulární (vnitrosvalový) a depotní (extramuskulární a zásobní).

Tuk intramuskulární má velký význam pro chuť a křehkost masa, zejména jeho intercelulární podíl, který je mezi buňkami rozložen ve formě žilek a tvoří mramorování masa. Představovány jsou triacylglyceroly vyšších mastných kyselin, nejčastěji se vyskytující kyselina palmitová, stearová a olejová. Svalová tkáň obsahuje ještě doprovodné látky, z nichž jsou nejdůležitější steroly, např. cholesterol (Steinhauser et al., 2000).

Extraktivní látky

Obsah těchto látek ve svalovině je poměrně malý. Jedná se o látky, které jsou součástí enzymů a mají i jiné specifické funkce v metabolismu.

Řadíme sem sacharidy, z nich nejvýznamnější je glykogen, který je obsažen v myofibrilách a kapalně fázi sarkoplazmatu. Ve svazech je důležitým energetickým zdrojem a jeho obsah je závislý na trénovanosti svalu a fyziologickém stavu organismu.

Nukleotidy a nukleové kyseliny, patřící do organických fosfátů, zahrnují nejvýznamnější fosfát ATP, který je hlavním článkem přenosu energie a aktivně působí při svalové kontrakci. Poslední z extraktivních látek jsou dusíkaté extraktivní látky, kam patří aminokyseliny, zastoupeny taurinem, glutaminem, kyselinou glutamovou, glycinem, lysinem a alaninem. Dále některé peptidy, kdy nejvíce zastoupené jsou karnosin, eserin, balenin a glutation (Pipek, 1995).

Minerální látky

Zastoupenost v mase je zhruba 1%. Jsou rozpustné ve vodě, ve svalovině jsou přítomny jako ionty. Z hlediska metabolismu a z technologického hlediska mají jednotlivé minerální látky specifické funkce. Podílí se na udržení osmotického tlaku a elektrolytických rovnováh vně i uvnitř buňky. Nejdůležitější je hořčík ovlivňující aktivitu enzymu ATPasy a enzymů metabolismu cukrů. Při svalové kontrakci má velký význam vápník. Účastní se reakcí srážení krve a je strukturální složkou kostí. Draslík je ve svalovině obsažen velmi významně a jeho obsah koreluje s obsahem svalových bílkovin. Vysokou využitelnost má železo, obsaženo v hemových barvivech, a zinek, který působí spolu se železem.

Vitamíny

Ve svalovině jsou nejvíce zastoupeny vitamíny skupiny B, nejvýznamněji vitamín B12. V zanedbatelném množství se ve svalovině vyskytuje vitamín C.

3.3 Typy svalových vláken

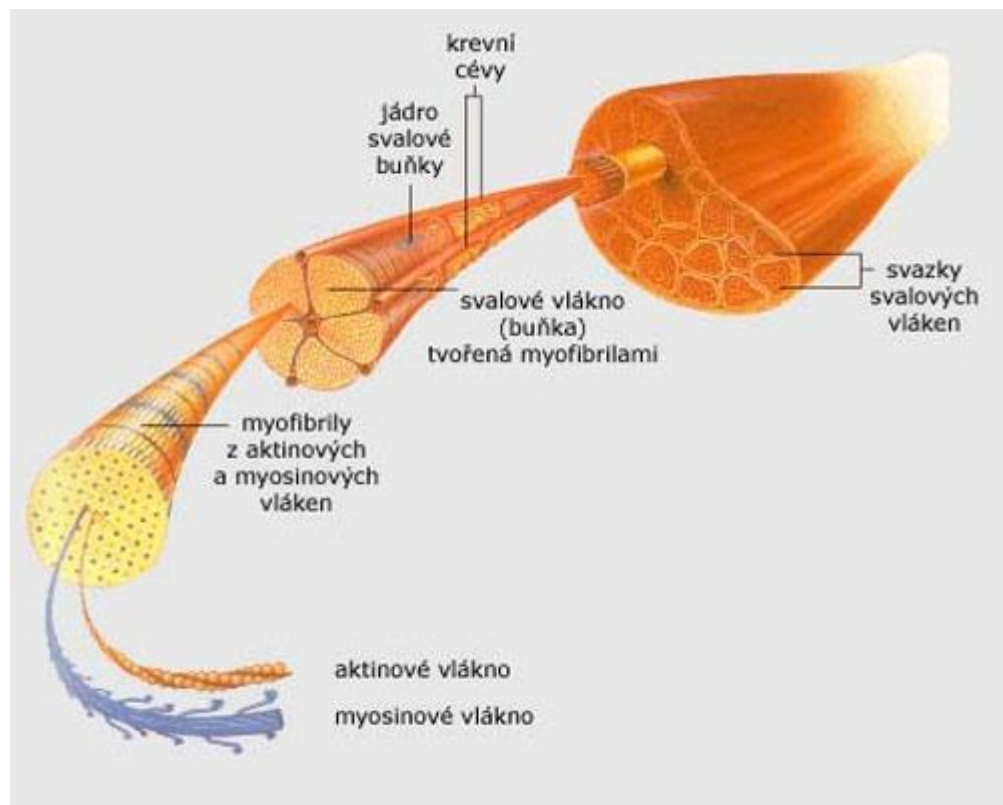
Stickland et al. (2004) uvádí, že svalová tkáň je převážně určena počtem a velikostí svalových vláken. Počet svalových vláken je nejvíce ovlivněn v prenatálním období.

Typ, složení svalových vláken, oblasti vláken a hustota kapilár specifických svalu jsou důležitými faktory, které ovlivňují mnoho z post-smrtných biochemických procesů a tím i kvalitu masa. Charakteristikou kosterního svalu je jeho rozmanitost, skládající se z různých druhů vláken, které se vzájemně liší (Pette a Saron, 1990).

Primární generace svalových vláken se tvoří do 60. dne březosti, následně se do 90. dne březosti tvoří sekundární vlákna (Wigmore a Stickland, 1983).

Svalové vlákno je funkční i morfologickou jednotkou příčně pruhované svaloviny (Jelínek et al., 2003). Jedná se o válcovitý útvar, který mají v průměru obvykle 10 až 100 μm , kdy se jejich délka může pohybovat od několika milimetrů až do 30 cm (Bechtel, 1986).

Povrch vláken je tvořen sarkolemou, po ní jsou uložena jádra a ostatní buněčné organely. Důležitá jsou myofilamenta, uspořádaná do svalových vlákenek – myofibril (Marvan et al., 1992).



Obr. 2: Stavba svalového vlákna [online 22. 3. 2017]. Podle: <http://medicina.ronnie.cz/c-1821-mikroskopicka-stavba-svalu.html>

Kosterní svalstvo je heterogenní tkáň obsahující různé druhy vláken. Tyto vlákna se liší podle jejich molekulové, metabolické, strukturální a kontraktilní vlastnosti, a proto mohou být seskupeny podle různých parametrů, včetně myofibrilárních proteinových isoform (Schiaffino a Reggiani, 1996; Bottinelli a Reggiani, 2000).

Obecně dle množství sarkoplazmy a množství myofibril lze svalová vlákna rozlišit na červená, bílá a přechodná vlákna. Peter et al. (1972) uvádí, že podle histochemického barvení se dělí na SO (pomalé oxidační = červené), FOG (rychlé oxidativní – glykolytické = přechodné) a FG (rychlé glykolytické = bílé). Jedná se o barvení pomocí oxidačního enzymu NADH (tetrazolium reduktázy) a rozdílné aktivity.

Reggiani a Masvarello (2004) na základě rozdělení dvou kritérií, rychlosti kontrakce a schopnosti se vyrovnat se ztrátou energie v důsledku kontrakce, rozdělili svalová vlákna na S (pomalá, vytrvalá), FR (rychlá, vytrvalá), FF (rychlá, snadno unavitelná).

Gauthier (1969) použil metodu rozlišení vláken na základě histochemické reakce aerobní oxidativní kapacity, pomocí referenčního enzymu sukcinátdehydrogenáza (SDH). V podstatě se určení typu vlákna určuje dle rozdílu v mitochondriálním obsahu. Rozdělil vlákna na tři hlavní typy; červená, bílá a střední.

Brooke a Kaiser (1970) stanovili další, často používanou a spolehlivou metodu pro histochemické klasifikace svalových vláken, která je založena na rozdílu v citlivosti ATPázy po vystavení buď vysokému či nízkému pH. Na základě této metody, byla vlákna rozdělena na tři typy: I, IIA, IIB. Choi a Kim (2009) zastávali stejnou teorii dělení vláken.

3.3.1 Charakteristika

Málo myofibril a mnoho svalového barviva, hemoglobinu, cytochromu a četný počet mitochondrií, obsahují červená svalová vlákna. Tyto svaly mají vysoký obsah lipidů a glykogenu, mají úlohu tonickou, slouží k dlouhému a vytrvalému stahu. Reakce na ATPázu při kyselém pH myoglobinu udává tmavou barvu, při zásaditém pH má barvu světlou. Červená vlákna jsou charakteristická vytrvalým výkonem, protože v nich převládají oxidativní energetické zdroje.

Bílá svalová vlákna obsahují relativně velké množství myofibril, méně myoglobinu a více glykogenu a méně mitochondrií. Nacházíme je v tzv. rychlých svalech a k jejich pozitivní reakci na ATPázu dochází v zásaditém prostředí (Halouzka, 2000).

Červená vlákna mají méně vyznačené žíhání, reagují pomaleji a mají delší latenci. Slouží k dlouhodobým a pomalým stahům. Oproti tomu bílá vlákna se vyznačují krátce trvajícími svalovými kontrakcemi a jsou uzpůsobena k jemným a obratným pohybům.

Sova (1981) uvádí i typ vlákna přechodného (intermediálního), který má vysoký obsah myoglobinu, projevuje se nižší rychlostí stažlivosti a má velmi nízkou unavitelnost.

Choi a Kim (2009) charakterizovali svalové vlákno typu I., tedy vlákno oxidativní s pomalým stahem, mající nízký obsah myozinu a ATPázové aktivity. Pomocí anaerobní glykolýzy uvolňují energii svalová vlákna typu II. Mají větší T-tubulární systém a rozvinutější sarkoplazmatické retikulum, proto jsou schopna rychlého a intenzivního stahu s rychlejší unavitelností. Dle hustoty obklopení sítí kapilár se dále rozdělují na vlákna IIA, IIB a IID. Větší obsah glykogenu udává příjemnou chuť masa (Dingboom a Weijs, 2004).

Svaly novorozených zvířat jsou složeny jen z červených vláken. Bílá vlákna vznikají postnatálně, a to diferenciací červených, což je řízeno mechanismy genetické populace a funkčními nároky. Svalová vlákna se podle kontraktilních vlastností rozdělují do dvou typů, rychlá a pomalá. Typizace svalových vláken má praktickou využitelnost při jakostním a kvantitativním hodnocení masné užitkovosti (Marvan, 1992).

3.4 Výkrmnost

Produkčním znakem, charakterizujícím schopnost organismu produkovat z přijatých živin tělesnou hmotu, je výkrmnost. Je dána dvěma ukazateli, jako je průměrný denní přírůstek a spotřeba krmiva na 1 kg přírůstku živé hmotnosti, to označujeme jako konverzi krmiva. Tyto ukazatele výkrmnosti spolu velmi úzce souvisí a vyjadřují ekonomiku výkrmu, kdy platí, že 60-70 % nákladů na produkci 1 kg vepřového masa, jsou náklady na krmivo (Fiedler a Smital, 2003).

Ukazatelé výkrmnosti se řadí k vlastnostem se střední dědivostí, který se pohybuje v rozmezí 0,40 – 0,45 (Hovorka et al., 1987).

Orzechowska a Wojtysiak (2008) se zabývali problematikou vlivu intenzity růstu prasat a jejího vlivu na parametry svalových vláken, kde hodnotili korelace mezi charakteristikou svalových vláken a denním přírůstkem živé hmotnosti.

Výsledek byl takový, že počet a plocha svalových vláken u svalu MLLT byly v pozitivní korelaci s denním přírůstkem hmotnosti. Zvýšení denního přírůstku hmotnosti souviselo se změnou velikosti svalových vláken.

Rehfeldt et al. (1999) uvádí, že mírná restrikce krmiva neměla vliv na počet svalových vláken, zatímco výraznější restrikce krmiva může způsobit dokonce úbytek svalových vláken.

3.5 Jatečná hodnota

Pulkrábek (2005) tvrdí, že s výkrmností úzce souvisí jatečná hodnota, kterou určuje:

- ❖ jatečná výtěžnost
- ❖ poměr masitých, tučných a méněcenných částí
- ❖ kvalita jednotlivých partií

Poměr jatečně upraveného těla za tepla k porážkové hmotnosti udává jatečnou výtěžnost, přičemž se v současné době pohybuje v rozmezí od 78 do 85 %.

Dále je stanovována hmotnost jatečně upraveného těla, tj. hmotnost dvou k sobě náležejících půlek s hlavou a kůží, bez štětín, bez výkrojů očních a ušních, bez mozku, míchy, jazyka, bránice, bráničního pilíře, ledvin, plsti, pohlavních orgánů, špárků, orgánů dutiny hrudní, břišní a pánevní vyňatých i s přirostlým tukem.

Zahrnujeme sem i podíl svaloviny v jatečně upraveném těle. Stanovení může být provedeno pomocí dvoubodové metody, aparativní metody či pomocí automatické ultrazvukové klasifikace (systém AutoFOM).

Důležitý faktor ovlivňující kvalitu masa je tloušťka svalových vláken. Maso vyšší kvality je tvořeno tenčími a jemnějšími vlákny (Marvan, 1992).

Dle Poura a Hovorky (1977) je prokázáno, že s vyšší zmasilostí prasat se zvyšuje tloušťka svalových vláken svalu MLLT.

3.6 Kvalitativní vlastnosti masa

3.6.1 Hodnota pH

Stupka et al. (2009) tvrdí, že stanovení pH lze považovat za vysoce průkaznou metodu při určování snížené kvality vepřového masa v návaznosti na průběh glykolýzy. Hodnota pH se stanovuje ve svalu MLLT na úrovni posledního hrudního obratle nebo ve středu svalu *musculus semimembranosus*. Na jatkách se 24 hodin po porážce stanovuje pH pro zjištění výskytu vady masa DFD. Měření pH hodnoty se provádí pomocí kombinovaných vpichových elektrod přenosným pH-metrem.

3.6.2 Barva masa

Bílkovina, dodávající masu barvu a zároveň tvořící důležitou zásobárnu kyslíku svalové tkáně, se nazývá myoglobin. Sledujeme ji metodami, které využívají světelný odraz, světelný rozptyl, případně infračervené záření. Stanovuje se za 24 hodin *post mortem* na příčném řezu svalu MLLT pomocí fotometrických přístrojů (Stupka et al., 2009).

3.6.3 Vaznost masa

Z fyzikálně – chemického hlediska je udržení své vlastní části vody a zároveň množství vody přidané označované jako vaznost masa. V technologickém smyslu je vaznost masa schopnost udržet za určitých podmínek mechanického namáhání vodu přirozeně přítomnou v mase včetně vody přidané. Nejnižších hodnot dosahuje při *rigoru mortis*, dále roste. Stanovuje se 24 – 48 hodin *post mortem* pomocí lisování, odstředování a odkapem či ztrátou varem (Stupka et al., 2009).

3.6.4 Elektrická vodivost masa

Hodnota elektrické vodivosti se zjišťuje 50 minut *post mortem* ve svalu MLLT. Při zrání masa se vlivem intenzivní glykolýzy dochází k narušení buněčných stěn masa, tím se naruší izolační účinnost stěn a stoupá elektrická vodivost stěn v závislosti na odporu prostředí (Stupka et al., 2009).

3.7 Senzorické vlastnosti masa

3.7.1 Chut' a vůně

Obsahem tuku ve svalových vláknech, strukturou svaloviny a obsahem extraktivních látek je dána chuť masa. Vůně masa je dána obsahem aromatických látek. Mohou se vyskytnout nežádoucí pachy, jako je např. po rybině, kančí pach aj. (Hovorka et al., 1987).

3.7.2 Šťavnatost

Zvláštní pozornost se věnuje obsahu vody v mase, která je zhruba 75 %. Šťavnatost je podmíněna schopností poutat vodu v tkáňových buňkách a udržet ji v mase při zpracování. Velký vliv má i roční období, kdy v teplém prostředí je podíl volné vody větší a naopak (Hovorka et al., 1987).

Castell et al. (1994) dietní stravu, zejména poměr proteinů, použili k úpravě složení růstu a zvýšení intramuskulárního tuku. U prasat krmených *ad libitum* proteinem nebo lysinem během růstu se zvýšil podíl intramuskulárního tuku, zlepšila se křehkost masa a šťavnatost.

3.7.3 Textura

Textura zahrnuje širokou škálu vlastností jako je měkkost, křehkost, konzistence, tvrdost, soudržnost, šťavnatost a další (Jedlička, 1988). Množství vaziva ve svalech udává texturu masa, která kolísá v rozmezí 2-6 %. Odvíjí se od věku, pohlaví, výživovém stavu, plemenné příslušnosti, stupni prošlechtění apod. Pravděpodobně díky usazování minerálních látek je maso starších zvířat tužší než maso mladých zvířat.

Szczesniak (2002) uvádí, že textura je senzorickým a funkčním projevem strukturálních, mechanických a povrchových vlastností. Za nejdůležitější charakteristiku kvality masa je považována křehkost.

Jemnost masa je nadále ovlivňována tloušťkou svalových vláken a jejich velikostí (Hovorka et al., 1987).

Bulotine (2008) uvádí, že maso se svalovými vlákny o největší tloušťce, ploše a obvodu, mají největší sílu ve stříhu, tedy nejmenší křehkost.

Adlibitní krmení v závěrečných fázích výkrmu má významný vliv na kulinářskou jakost masa, především křehkost a v menší míře i šťavnatost, oproti výkrmu prasat uplatňující formu restriktce. Kladný vliv *adlibitního* krmení je způsobem vyšším podílem tuku. Nejlépe hodnocené maso vykázaly výsledky pokusného sledování, kdy se delší dobu krmilo restringovaně a teprve v posledních dvou týdnech systémem *ad libitum* (Obadálek, 1999). Ellis et al. (1996) uvádí, že restringované krmení oproti *adlibitnímu*, vede ke štíhlejší linii těla. Depozice intramuskulárního tuku se snižuje až o 25 % a to je důsledkem nižší měkkosti a šťavnatosti.

Výzkum Stolzenbachové et al. (2009) zahrnoval účinky restriktce na podporu kompenzačního růstu s ohledem na zlepšení křehkosti *musculus longissimus et thoracis*. Zjistili, že texturní rozdíly byly způsobeny restrikcí, a ne v souvislosti s intramuskulárním tukem, což se významně nelišilo mezi pohlavími. Nízký obsah bílkovin v pozdním krmeném období u vepřů významně ovlivnil texturu masa.

4 Materiál a metodika

4.1 Zvířata

Pokus byl proveden v pokusné a testační stanici chovu prasat v Ploskově u Lán. Do vlastní diplomové práce bylo zahrnuto celkem 8 vepříků ze skupiny *ad libitum* a 8 vepříků ze skupiny restrikce finální hybridní linie 38 firmy Genoservis. Obě skupiny byly naskladněny ve věku 61 dnů při průměrné hmotnosti 25,94 kg a 28,84 kg.

4.2 Ustájení zvířat

Ustájení prasat bylo po dvojicích dle metody Stupka et al. (2009), která je určena pro testování čistokrevných prasat a hybridů v podmínkách standardní stanice.

4.3 Výživa zvířat

Prasata byla krmena kompletní krmnou směsí KKS, která obsahovala tři složky (pšenice, ječmen a sojová moučka) a premix. Strava byla míchána samostatně pro každý box v souladu s výše uvedenou metodikou. Na konci experimentu byla prasata krmená *ad libitum* poražena v 10. týdnech výkrmu při průměrné porážkové hmotnosti 112,94 kg a restringovaná prasata byla poražena ve 13. týdnech výkrmu při dosažení porážkové hmotnosti cca 119,50 kg.

4.4 Jatečná hodnota

Zpeněžení prasat na jatkách bylo provedeno systémem SEUROP dvoubodovou metodou ZP (ČSN 46 6160, Vrchlabský a Pavlásek, 1992; Pulkrábek, 2005). (Jatečnému rozboru byla jatečná těla podrobena za 24 hodin *post mortem* (Smolák a Ivánek, 1992).)

4.5 Kvantitativní ukazatelé

- hmotnost JUT
- hmotnost pravé půlky
- podíl libové svaloviny
- hmotnost HMČ
- hmotnost krkovičky
- hmotnost kýty
- hmotnost pečeně
- hmotnost plece
- hmotnost boku
- podíl HMČ
- podíl krkovičky
- podíl kýty
- podíl pečeně
- podíl plece
- podíl boku

4.6 Kvalitativní ukazatelé

Z kvalitativních ukazatelů jatečné hodnoty byla monitorována v jatečné partii pečeně (*musculus longissimus lumborum et thoracis*, MLLT) a kýty (*musculus semimembranosus*, MS). Hodnota pH₄₅ byla měřena pH metrem (pH 330i/s, WTW, Welheim, Německo) 45 minut *post-mortem* a elektrická vodivost byla stanovena 50 minut *post-mortem* (EC₅₀; Konduktometr, WTW, Weilheim, Německo).

Barva masa, zahrnující světlost L* a barevné odstíny a* a b* (spectrophotometer, CM-d, Minolta, Osaka, Japonsko), síla ve stříhu syrového a vařeného masa (Instron 3342, USA) a ztráta masové šťávy odkapem byly měřeny za 24 hodin *post-mortem*. Síla ve stříhu vařeného masa byla analyzována po zahřívání ve vodní lázni při teplotě 80° C po dobu 1 hodiny.

4.7 Histologie

4.7.1 Odběr vzorku a zmrazení

Sledování kvantitativních (počet, zastoupení) a kvalitativních (plocha, diametr) charakteristik svalových vláken bylo prováděno odebráním vzorků z jatečné partie pečeně (*musculus longissimus lumborum et thoracis* – MLLT). Velikost vzorku byla 0,5 x 0,5 x 2 cm. Získané vzorky byly použity pro vytvoření trvalých fixačních preparátů. Byly označeny pro následnou identifikaci a zmraženy pomocí tekutého dusíku a 2-methylbutanu (-156 °C). Do vlastní analýzy byly vzorky uchovávány v hluboko mrazicím boxu při teplotě -80 °C.

4.7.2 Krájení, barvení a fixace histologických řezů

Pomocí kryostatu Leica CM 1850 (Leica Biosystems, Wetzlar, Germany) byly, při teplotě -20 °C, zhotoveny 12 μm silné histologické řezy. Tyto histologické řezy byly obarveny pomocí metody Brooke a Keiser (1970) a montovacím médiem PERTEX fixovány na podložní sklíčka.

4.7.3 Vyhodnocení pomocí mikroskopu

Obrazy histologických řezů byly získány za použití optického mikroskopu s fotoaparátem Nikon Eclipse E 200 (Nikon, Tokio, Japonsko) a následně vyhodnocovány za použití programu analýzy obrazu NIS – Elements 3. 2. (2010; Nikon Instruments Europe B. V., Amstelveen, Neurtherland).

Byly získány následující ukazatele:

- počet svalových vláken typu I, IIA a IIB na 1 mm^2 plochy,
- zastoupení svalových vláken (%) typu I, IIA a IIB na 1 mm^2 plochy,
- průměrná plocha řezu svalového vlákna typu I, IIA a IIB (μm^2),
- diametr svalového vlákna typu I, IIA a IIB (μm).

4.8 Statistické vyhodnocení

Údaje o výkrmnostních parametrech, jatečné hodnotě a charakteristice svalových vláken byly statisticky analyzovány za použití obecného postupu lineárních modelů do statistického softwarového balíku SAS® Statistical Analysis System, Version 9. 2., 2008). Rozdíly mezi jednotlivými sledovanými znaky byly otestovány analýzou variance, procedurou GLM. V modelu byl zahrnut pevný efekt výživy (*ad libitum* / restrikce). Výsledky jsou prezentovány jako průměr a směrodatná odchylka (SD). Korelace mezi vlastnostmi jako je kvalita masa a charakteristika svalových vláken byly vypočítány dle Pearsonova koeficientu.

5 Výsledky a diskuse

Tabulka 1: Výkrmnostní ukazatelé ve vztahu k technice krmení ($\bar{x} \pm SD$)

Tabulka č. 1 uvádí základní výkrmnostní ukazatelé ve vztahu k technice krmení. Z tabulky je patrné, že ukazatel průměrná hmotnost při naskladnění ($P=0,132$) a ukazatel průměrná porážková hmotnost zvířat ($P=0,035$) měly statisticky průkaznou hodnotu vyšší u restringovaně krmených vepřků.

Dále je z tabulky patrné, že restringovaná prasata dosáhla v 10. týdnu cca 97 kg oproti vepřkům krmených *ad libitně* (cca 112 kg), takže měla pomalejší růst s nižší průměrnou denní spotřebou krmiva a nižšími průměrnými denními přírůstky. Většího průměrného denního přírůstku bylo dosaženo u *ad libitně* krmených vepřků, což bylo doprovázeno i vyšší průměrnou denní spotřebou krmiva.

Průměrná konverze krmiva byla statisticky průkazně vyšší ($P=0,003$) u restringovaně krmených vepřků.

Ukazatel	<i>Ad libitum</i>	Restrikce	Průkaznost
Průměrná hmotnost vepřků při naskladnění (kg)	25,94 ± 3,05	28,84 ± 4,12	0,132
Průměrná hmotnost vepřků v 10 týdnu výkrmu (kg)	112,94 ± 1,94	96,88 ± 5,65	< 0,001
Průměrná porážková hmotnost zvířat (kg)	112,94 ± 1,94	119,50 ± 7,69	0,035
Průměrný denní přírůstek (g)	1242,86 ± 55,42	996,29 ± 89,98	< 0,001
Průměrná denní spotřeba krmiva (kg)	2,89 ± 0,12	2,50 ± 0,05	< 0,001
Průměrná konverze krmiva (kg/kg)	2,37 ± 0,11	2,59 ± 0,12	0,003

Schneeberg a Nováková (2005) zjistili, že za optimálních chovatelských a hygienických podmínek je v praxi dosahován průměrný denní přírůstek 900 g. Zásobení aminokyselinami má rostoucí význam pro zajištění optimálního podílu svaloviny.

Henckel et al. (1997) provedli experiment mezi plemeny dánská landrasa a dánský large white. Při *ad libitním* krmení měla prasata plemene large white o 6 % lepší konverzi krmiva.

Seranno et al. (2009) studovali vliv techniky krmení na růstové schopnosti a při *ad libitním* krmení prasata měla vyšší průměrný denní přírůstek a příjem krmiva.

Miller et al. (1975) zjistili negativní korelaci mezi průřezovou plochou vláken a denním přírůstkem.

Tabulka 2: Kvantitativní charakteristiky jatečné hodnoty ve vztahu k technice krmení

Tabulka č. 2 ukazuje, že řada ukazatelů měla statisticky průkaznou hodnotu vyšší ve prospěch vepříků krmených restringovaně. Patří sem hmotnost JUT ($P=0,012$), hmotnost pravé půlky ($P=0,012$), podíl libové svaloviny ($P=0,046$), hmotnost HMČ ($P=0,020$), hmotnost krkovičky ($P<0,001$), kýty ($P=0,008$), pečeně, boku, podíl krkovičky ($P=0,004$), kýty a podíl boku.

Naopak statisticky průkazná hodnota u hmotnosti plece, podílu HMČ, podílu pečeně a plece ($P=0,007$) byla vyšší u vepříků krmených *ad libitně*.

Ukazatel	<i>Ad libitum</i>	Restrikce	Průkaznost
Hmotnost JUT (kg)	89,65 ± 2,17	96,35 ± 5,84	0,009
Hmotnost pravé půlky (kg)	44,10 ± 0,97	46,76 ± 2,69	0,012
Podíl libové svaloviny (%)	56,72 ± 2,27	59,08 ± 2,05	0,046
Hmotnost HMČ* (kg)	28,48 ± 0,77	30,10 ± 1,39	0,020
Hmotnost krkovička* (kg)	3,46 ± 0,19	4,08 ± 0,28	< 0,001
Hmotnost kýta* (kg)	11,29 ± 0,44	12,24 ± 0,75	0,008
Hmotnost pečeně* (kg)	7,41 ± 0,58	7,69 ± 0,73	NS
Hmotnost plece* (kg)	6,32 ± 0,27	6,09 ± 0,18	NS
Hmotnost boku* (kg)	8,08 ± 0,42	8,88 ± 1,23	NS
Podíl HMČ* (%)	64,60 ± 1,03	64,42 ± 1,86	NS
Podíl krkovičky* (%)	7,84 ± 0,54	8,74 ± 0,51	0,004
Podíl kýta* (%)	25,61 ± 0,99	26,19 ± 0,82	NS
Podíl pečeně* (%)	16,80 ± 1,07	16,43 ± 1,26	NS
Podíl plece* (%)	6,32 ± 0,27	6,09 ± 0,18	0,007
Podíl boku* (%)	18,33 ± 0,79	18,91 ± 1,67	NS

Poznámka: JUT = jatečně upravené tělo; kg = kilogram; % = procento; * = maso+tuk+kost+kůže, HMČ = hlavní masitá část

Studie Seranna et al. (2009) poukazovali na pozitivní korelaci při *ad libitním* krmení, které měli vliv na větší podíl kýty a plece.

Tabulka 3: Kvalitativní charakteristiky jatečné hodnoty ve vztahu k technice krmení

Z tabulky č. 3 je patrné, že ve svalu MLLT byly nalezeny statisticky průkazné rozdíly mezi ukazateli barevný odstín a^* ($P = 0,026$) a b^* ($P = 0,013$) u vepřků krmených *ad libitně*. Tudíž bylo nalezeno u syrového masa statisticky neprůkazně tmavší a křehčí maso. Vařené maso vykázalo nepatrně tužší konzistenci oproti masu vepřků krmených restringovaně. Restringovaným krmením bylo dosaženo vyšší elektrické vodivosti, naopak pH_{45} vykazovalo o něco vyšší hodnoty u *ad libitního* krmení.

U vepřků krmených *ad libitně* byla nalezena při nižší elektrické vodivosti (3,49 mS) nižší ztráta masové šťávy (4,43 %) než u vepřků krmených restringovaně (6,15 %).

U ukazatele pH_{45} svalu MS byla statisticky průkazná hodnota ($P=0,048$) nižší u vepřků krmených *ad libitně*.

Ukazatel	<i>Ad libitum</i>	Restrikce	Průkaznost
<i>Musculus longissimus lumborum et thoracis</i>			
pH₄₅	6,25 ± 0,25	6,21 ± 0,22	NS
Elektrická vodivost₅₀ (mS)	3,49 ± 0,20	3,67 ± 0,25	NS
Světlost (L^*)	51,77 ± 4,13	54,09 ± 4,56	NS
Barevný odstín (a^*)	-0,05 ± 0,68	1,04 ± 1,03	0,026
Barevný odstín (b^*)	9,02 ± 1,19	11,05 ± 1,64	0,013
Textura syrové maso (N)	36,68 ± 8,38	42,91 ± 10,21	NS
Textura vařené maso (N)	34,22 ± 4,48	33,35 ± 8,35	NS
Ztráta masové šťávy (%)	4,43 ± 2,06	6,15 ± 1,95	NS
<i>Musculus semimembranosus</i>			
pH₄₅	6,13 ± 0,17	6,38 ± 0,28	0,048
Elektrická vodivost₅₀ (mS)	3,32 ± 0,60	3,56 ± 0,40	NS

Poznámka: MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, SD = standardní odchylka,

pH_{45} = pH 45 minut po porážce, elektrická vodivost₅₀ = 50 minut po porážce, NS = nejsou významné

Jeleníková (2003) uvádí, že krmiva doplňovaná sloučeninami selenu mají pozitivní vliv na snížení ztrát odkapem. Buckley et al. (1995) studoval podávání vysoké hladiny vitamínu E, který měl za následek snižování ztrát masové šťávy odkapem.

Petersen et al. (1996) zjistili, že světlost (L^*) u prasat plemene dánská landrasa je o 9 % vyšší, než před 20 lety. Tento rozdíl připsali především rozdílu v poměru konverze krmiva.

Výzkum Choe et al. (2008) prokázal, že sval s vyšším podílem svalových vláken typu IIB vykazoval nižší pH_{45} , vyšší světlost a vyšší ztráty masové šťávy odkapem. Naopak Ryun et al. (2008) uvedl, že sval s vyšším podílem svalových vláken typu I vykazoval nižší světlost i ztráty odkapem.

Svalové pH_{45} , světlost, ztráty masové šťávy odkapem zkoumali Nam et al. (2009) a zjistili, že souvisí s chutí, šťavnatostí a texturou vařeného masa. Také poukázali na průřezovou plochu svalových vláken, kdy jejich hustota korelovala s abnormální chutí masa a vlákna typu I souvisí s chutí vepřové pečeně.

Blanchard et al. (2000) poukazují na to, že jedním z hlavních faktorů ovlivňujících křehkost masa je obsah IMT, který je uložen hlavně v intramuskulární pojivové tkáni. Způsobí jeho uvolnění a tím ovlivňuje křehkost masa.

Tabulka 4: Charakteristika svalových vláken MLLT ve vztahu k technice krmení

V tabulce č. 4 jsou uvedeny charakteristiky jednotlivých typů svalových vláken ve vztahu k technice krmení. U žádného z výše uvedených ukazatelů nebyl nalezen vliv techniky krmení za statisticky průkazný.

Nejvyšší počet svalových vláken byl dosažen u skupiny *ad libitum*, kdy typ I měl 35,42 kusů, typ IIA 18,18 kusů a typ IIB 225,33 kusů na mm². Restrikce neměla na počet vláken žádný vliv. Zastoupení svalových vláken nejvýznamněji ovlivnilo restringované krmení u typu vláken IIB (82,41 %). Vlákna typu I (12,89 %) a IIA (6,40 %) vykazovala vyšší procentické zastoupení u vepřích krmených *ad libitně*. Plocha svalových vláken typu IIA (2371,54 μm²) ovlivnilo *ad libitní* krmení, naopak svalová vlákna typu I (2873,32 μm²) a IIB (3564,16 μm²) měli větší plochu vláken u restringovaného krmení. Diametr vycházel při *ad libitním* krmením nejlépe u svalových vláken typu IIA (53,42 μm). Restrikce měla kladný vliv na svalová vlákna typu I a IIB.

Souhrnně lze říci, že počet a zastoupení svalových vláken příznivě ovlivnilo *ad libitní* krmení. Naopak na plochu svalových vláken a diametr měla významný vliv restrikce.

Ukazatel	<i>Ad libitum</i>	Restrikce	Průkaznost
Počet svalových vláken na 1 mm²			
I	35,42 ± 11,99	26,43 ± 7,83	NS
IIA	18,18 ± 7,55	15,16 ± 7,67	NS
IIB	225,33 ± 30,99	196,69 ± 52,89	NS
Zastoupení svalových vláken (%)			
I	12,89 ± 4,67	11,24 ± 2,41	NS
IIA	6,40 ± 2,14	6,35 ± 3,21	NS
IIB	80,71 ± 4,39	82,41 ± 3,05	NS
Plocha svalových vláken (μm²)			
I	2560,09 ± 476,78	2873,32 ± 794,39	NS
IIA	2371,54 ± 964,12	2331,12 ± 774,00	NS
IIB	3036,33 ± 539,35	3564,16 ± 645,94	NS
Diametr (μm)			
I	56,23 ± 5,46	58,94 ± 8,59	NS
IIA	53,42 ± 10,48	53,07 ± 8,80	NS
IIB	58,43 ± 5,24	64,06 ± 5,98	NS

Poznámka: MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, SD = standardní odchylka,

NS = nejsou významné.

Bee et al. (2007) zkoumali vliv restrikce a *ad libitního* krmení na svalová vlákna. Došli k výsledkům, že restringovaná prasata měla méně svalových vláken typu SO a méně svalových vláken typu FOG. Naopak měli více vláken typu FG.

Bee et al. (2007) zjistili, že všechny typy svalových vláken ve zkoumaných svalech *m. longissimus et thoracis* a *m. semimembranosus*, měli větší příčnou plochu řezu.

Tabulka č. 5 ukazuje, že korelační koeficienty mezi typem IIA a ztrátou masové šťávy odkapem (-0,73) byly nalezeny za statisticky průkazné na hladině pravděpodobnosti $P \leq 0,05$. Na hladině pravděpodobnosti $P \leq 0,01$ byly nalezeny korelační koeficienty za statisticky průkazné mezi ukazateli počet (-0,86) a zastoupení (-0,90) svalových vláken typu IIA a elektrickou vodivostí.

Z toho vyplývá, že korelační koeficienty u skupiny vepřků krmených restringovaně, závisí na elektrické vodivosti a ztrátě masové šťávy odkapem.

Larzul et al. (1997) uvádí negativní korelaci mezi počtem jednotlivých typů svalových vláken a jejich velikostí.

Restringované krmení zkoumala i Ellis et al. (1996), kdy uvedli pozitivní korelaci mezi intramuskulárním tukem a texturou syrového masa.

Tabulka 5: Korelační ukazatelé mezi kvalitou masa a charakteristikami svalových vláken (MLLT) u vepříků krmených restringovaně

Ukazatel/svalová vlákna	typ I			typ IIA			typ IIB		
	Počet	Zastoupení	Plocha	Počet	Zastoupení	Plocha	Počet	Zastoupení	Plocha
Hmotnost JUT (kg)	-0,31	-0,38	-0,69	-0,11	-0,22	-0,11	0,49	0,51	-0,14
Podíl libové svaloviny (%)	-0,18	-0,14	0,43	0,33	0,44	0,39	-0,15	-0,06	-0,37
<i>Musculus longissimus lumborum et thoracis</i>									
IMT (%)	0,35	0,46	-0,05	-0,39	-0,41	0,24	-0,44	-0,29	0,25
pH ₄₅	-0,29	-0,37	0,42	0,57	0,64	0,11	0,14	0,08	-0,06
Elektrická vodivost ₅₀ (mS)	0,46	0,66	-0,002	-0,86**	-0,90**	0,18	-0,56	-0,26	0,46
Světlost (<i>L</i> *)	-0,05	-0,15	-0,35	-0,11	-0,21	-0,33	0,40	0,26	0,16
Barevný odstín (<i>a</i> *)	0,40	0,42	-0,01	-0,32	-0,43	0,27	-0,12	-0,23	-0,10
Barevný odstín (<i>b</i> *)	0,04	-0,12	-0,15	-0,01	-0,17	-0,02	0,50	0,21	-0,10
Textura syrové maso (N)	-0,15	0,14	0,56	-0,39	-0,16	-0,08	-0,68	-0,07	0,54
Textura vařené maso (N)	0,29	0,33	0,13	0,03	0,04	0,35	-0,33	-0,37	-0,21
Ztráta masové šťávy (%)	-0,06	0,06	-0,31	-0,70	-0,73*	0,01	-0,07	0,29	0,18

Poznámka: JUT = jatečně upravené tělo, % = procento, IMT = intramuskulární tuk, PH₄₅ = pH 45 minut po porážce, * = $P \leq 0,05$, ** = $P \leq 0,01$

U vepříků krmených *ad libitně*, jak je patrné z tabulky č. 6, byly na hladině pravděpodobnosti $P \leq 0,05$ nalezeny korelační koeficienty za statisticky průkazné u typu IIA svalových vláken mezi ukazateli plocha a barevný odstín (0,80) a u typu IIB mezi ukazateli počet svalových vláken a hmotností JUT (-0,80); zastoupení svalových vláken a barevnými odstíny a^* (-0,73) a b^* (-0,77) a plochou svalových vláken a hmotností JUT (0,73) a intramuskulárním tukem (0,71).

Na hladině pravděpodobnosti $P \leq 0,01$ byly nalezeny korelační koeficienty za statisticky průkazné mezi ukazateli plocha svalových vláken typu IIA (0,91) a barevný odstín b^* . Z toho vyplývá, že korelační koeficienty u skupiny vepříků krmených *ad libitně*, závisí na hmotnosti JUT, IMT a barevných odstínech a^* a b^* .

Tabulka 6: Korelační ukazatelé mezi kvalitou masa a charakteristikami svalových vláken (MLLT) u vepříků krmených *ad libitum*

Ukazatel/svalová vlákna	typ I			typ IIA			typ IIB		
	Počet	Zastoupení	Plocha	Počet	Zastoupení	Plocha	Počet	Zastoupení	Plocha
Hmotnost JUT (kg)	-0,54	0,25	0,32	-0,63	-0,29	0,30	-0,80*	0,10	0,73*
Podíl libové svaloviny (%)	0,39	-0,25	-0,56	0,19	0,01	-0,38	0,58	0,19	-0,54
<i>Musculus longissimus lumborum et thoracis</i>									
IMT (%)	-0,22	0,51	0,06	-0,53	-0,27	0,37	-0,65	-0,12	0,71*
pH ₄₅	-0,22	0,03	-0,18	-0,62	-0,63	-0,31	-0,17	0,64	0,58
Elektrická vodivost ₅₀ (mS)	-0,25	-0,51	-0,008	0,26	0,30	-0,25	0,06	0,08	-0,40
Světlost (<i>L</i> *)	0,19	0,34	-0,01	0,15	0,35	0,56	-0,19	-0,64	-0,14
Barevný odstín (<i>a</i> *)	-0,14	0,43	0,64	0,17	0,37	0,80*	-0,49	-0,73*	0,23
Barevný odstín (<i>b</i> *)	0,17	0,65	0,43	0,0005	0,24	0,91**	-0,41	-0,77*	0,17
Textura syrové maso (N)	0,18	0,07	0,29	-0,15	-0,18	-0,002	0,12	0,13	-0,11
Textura vařené maso (N)	-0,11	0,47	0,34	-0,54	-0,37	0,41	-0,48	0,01	0,70
Ztráta masové šťávy (%)	0,54	0,19	0,20	0,12	0,04	0,20	0,35	-0,20	-0,38

Poznámka: JUT = jatečně upravené tělo, % = procento, IMT = intramuskulární tuk, PH₄₅ = pH 45 minut po porážce, * = $P \leq 0,05$, ** = $P \leq 0,01$

6 Závěr

Cílem práce bylo vyhodnotit vliv techniky krmení na kvalitativní parametry a charakteristiky svalových vláken. Faktory, které jsme sledovali, dle výsledků ovlivňují zastoupení a plochu jednotlivých typů svalových vláken.

Z výsledků je patrné, že veškeré výkrmnostní ukazatelé ovlivněny technikou krmení. Ať už se jednalo o průměrnou porážkovou hmotnost vepřků, konverzi krmiva či spotřeba krmiva.

Statisticky průkazně vyšší hodnota u kvantitativních ukazatelů byla dosažena restrikcí, která významně ovlivnila hmotnost JUT, hmotnost pravé půlky, podíl libové svaloviny, hmotnost HMČ, hmotnost krkovičky, hmotnost kýty, hmotnost pečeně, hmotnost boku, podíl krkovičky, kýty a boku. Další charakteristiky, které byly kladně ovlivněny *ad libitním* krmením, zahrnovaly hmotnost plece, podíl HMČ, podíl pečeně a plece.

Z hodnocení kvalitativních charakteristik byla restringovaným krmením nejvíce ovlivněna barva masa. Naopak *ad libitní* krmení způsobovalo tmavší maso s křehčí texturou a díky nižší elektrické vodivosti docházelo k nižší ztrátě masové šťávy.

Z výsledků je zřejmé, že restrikce či *ad libitní* krmení značně neovlivnila svalová vlákna *m. longissimus lumborum et thoracis*. Nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly.

U *ad libitního* krmení byl zjištěn vyšší počet svalových vláken v porovnání s restringovaným krmením. Naopak zastoupení svalových vláken typu IIB v MLLT, stejně jako plocha vláken typu I a IIB, bylo ovlivněno restrikcí.

Negativní korelace u restrikce byla nalezena hladině pravděpodobnosti $P \leq 0,05$ mezi zastoupením svalových vláken typu IIA a ztrátou masové šťávy. Na hladině pravděpodobnosti $P \leq 0,01$ mezi ukazateli počet a zastoupení svalových vláken typu IIA a elektrické vodivosti.

Negativní korelace u *ad libitního* krmení byla na hladině pravděpodobnosti $P \leq 0,05$ nalezena mezi počtem svalových vláken typu IIB a hmotností JUT, mezi zastoupení svalových vláken typu IIB a barevným odstínem a^* a b^* . Na hladině pravděpodobnosti $P \leq 0,01$ byly nalezeny korelační koeficienty za statisticky průkazné mezi ukazateli plocha svalových vláken typu IIA a barevný odstín b^* .

7 Literární zdroje

- 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. 826-836.
- 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.
- Bechtel, P. J., 1986. Muscle development and contractile proteins. In: Bechtel, P. J. (Ed.), *Muscle as Food*. Academic Press, Orlando. 2–31.
- Bedi, K. S., Birzgalis, A. R., Mahon, M., Smart, J. L., Wareham, A. C. 1982. Early life undernutrition in rats. 1. Quantitative histology of skeletal muscles from underfed young and refed adult animals. *British Journal of Nutrition*. 47. 417–431.
- Blanchard, P. J., Willis, M. B., Warcup, C., Ellis, M. (2000). The influence of carcass backfat and intramuscular fat level on pork eating quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 145–151.
- Bottinelli, R., Reggiani, C., 2000. Human skeletal muscle fibres: molecular and functional diversity. *Progress Biophysics and Molecular Biology*. 73, 195–262.
- Brooke, M. H., Kaiser, K. K. 1970. Muscle fiber types: how many and what kind? *Archives of Neurology*, 23, 369–379.
- Buckley, D. J., Morrissey, P. A., Gray, J. I. 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *Journal Animal Science* 73:3122-3130.
- Castell, A. G., Cliplef, R. L., Poste-Flynn, L. M., Butler, G. 1994. Performance, carcass and pork characteristics of castrates and gilts self-fed diets differing in protein content and lysine : energy ratio. *Canadian Journal of Animal Science* 74, 519–528

Choe, J. H., Choi, Y. M., Lee, S. H., Shin, H. G., Ryu, Y. C., Hong, K. C., 2008. The relation between glycogen, lactate content and muscle fiber type composition, and their influence on postmortem glycolytic rate and pork quality. *Meat Science*, 80, 355–362.

Čuboň, J., Haščík, P., Hluchý, S., Vagač, V., Kačániová, M. 2004. Vzt'ah štruktúry svalov ku kvalite mäsa. *Maso*. 15. 4. 22-23.

Dingboom, E. G., Weijs, W. A. 2004. The effect of growth and exercise on muscle characteristics in relation to meat quality. *Muscle development of livestock animals*. 83-102.

Dwyer, C. M., Stickland, N. C. 1992. Does the anatomical location of a muscle affect the influence of undernutrition on muscle-fiber number. *Journal of Anatomy*. 181.373-376.

Dwyer, C. M., Stickland, N. C. 1994. Supplementation of a restricted maternal diet with protein or carbohydrate alone prevents a reduction in fetal muscle fibre number in the guinea pig. *British Journal of Nutrition*. 72 (2). 173–180.

Dwyer, C. M., Stickland, N. C., Fletcher, J. M. 1994. The influence of maternal nutrition on muscle fibre number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. *Journal of Animal Science*. 72 (4). 911–917.

Ellis, M., Webb, A. J., Avery, P. J., Brown, I. 1996. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. *Animal Science* 62, 521–530.

Fiedler, J., Smital, J. 2003. Aspekty rústu svaloviny u prasat. *Náš chov*. 63. 1. 35.

Gauthier, G. F. 1969. On the relationship of ultrastructural and cytochemical features to color in mammalian skeletal muscle. *Zeitschrift fur Zellforschung*. 95. 462-482.

Halouzka, R. 2000. Systémová veterinární patologie, Díl IV. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Fakulta veterinárního lékařství. Ústav patologické morfologie. 113 s. ISBN 80-7305-384-5.

Henckel, P., Oksbjerg, N., Erlandsen, E., Barton-Gade, P., Bejerholm, C. 1997. Histo- and Biochemical Characteristics of the Longissimus Dorsi Muscle in Pigs and their Relationships to Performance and Meat Quality. Elsevier Science Ltd. Great Britain. 311 – 321.

Hovorka, F., Sidor, V., Smíšek, V. 1987. Chov prasat. Praha. SZN 1987. 88-101.

Choi, Y. M., Kim, B, C. 2009. Muscle fiber characteristics, myofibrillar protein isoforms, and meat quality. Livestock Science. 122 (2-3). 105–118.

Ingr, I. 2004. Produkce a zpracování masa. Brno: MZLU. 202 s. ISBN 80-7157-719-7

Ingr, I. 2007. Zemědělská produkce jatečných zvířat a vlivy na jakost masa. Výživa a potraviny. (62). 2. 34-35. ISSN 1211-849X

Ingr, I., Buryška, J., Simeonovová, J. 1993. Hodnocení živočišných výrobků. 1. vyd. MZLU v Brně. 128. ISBN 80-7157-088-5.

Jedlička, J., Kvalita masa. 1988. 1. vydání. Příroda Bratislava. 292 s.

Jeleníková, J. 2003. Textura masa a masných výrobků. VŠCHT Praha. Dizertační práce. 141.

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 80-7157-644-1.

Kováč, M., Čupka, V., Kacerovský, O., Kráčmar, S., Labuda, J., Pajtáš, M., 1989. Výživa a krmenie hospodárskych zvierat. 1.vyd. Bratislava: Příroda. 536. ISBN 80-07-00030-5.

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.

Marvan, F., Hampl, A., Hložánková, E., Kresan, J., Massanyi, L., Vernerová, E. 1992. Morfologie hospodářských zvířat. Česká zemědělská univerzita v Praze a Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 328 s. ISBN 80-902-0226-0.

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

Nam, Y. J., Choi, Y. M., Lee, S. H., Choe, J. H., Jeong, D. W., Kim, Y. Y. 2009. Sensory evaluations of porcine longissimus dorsi muscle: Relationships with postmortem meat quality traits and muscle fiber characteristics. *Meat Science*, 83, 731–736.

Obadálek, J. 1999. Vliv krmení na kvalitu vepřového masa. *Náš chov*. 59. 8. 9–10.

Petersen, J. S., Oksbjerg, N. and Henckel, P. 1996. Meat colour in Danish Landrace pigs in 1973 and 1995. I. Growth performance traits and their relation to meat colour. *Proceedings of the 42nd Znt. Cong. on Meat Science*, p. 80. Lillehammer, Norway.

Pette, D., Staron, R. S. 1990. Cellular and molecular diversities of mammalian skeletal muscle fibres. *Reviews in Physiology, Biochemistry and Pharmacology*. 116. 2-76.

Pipek, P. 1995. *Technologie masa I*. VŠCHT Praha. 334. s. ISBN 80-7080-174-3.

Pour, M., Hovorka, F. 1977. Studium vztahů mezi silou svalových vláken a některými ukazateli jatečné hodnoty prasat. *Sborník z vědecké konference*. 299-307.

Pulkrábek, J. 2005. *Chov prasat*, Praha. 135 – 140.

Reggiani, C., Mascarello, F. 2004. Fibre type identification and functional characterization in adult livestock animals. *Muscle Development of Livestock Animals*. 39-68.

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 (5). 235 – 253.

- Ryu, Y. C., Choi, Y. M., Lee, S. H., Shin, H. G., Choe, J. H., Kim, J. M. 2008. Comparing the histochemical characteristics and meat quality traits of different pig breeds. *Meat Science*. 80. 363–369.
- Schiaffino, S., Reggiani, C., 1996. Molecular diversity of myofibrillar proteins: gene regulation and functional significance. *Physiological Reviews*. 76. 371–423.
- Schneeberg, E., Nováková, J. 2005. Aminokyseliny ve výživě prasat. *Náš chov*. 65. 2. 40–41.
- Smital, J., Fiedler, J. 2003. Aspekty růstu svaloviny u prasat. *Náš chov*. 63. 1. 47–48.
- Sova, Z. 1981. Fyziologie hospodářských zvířat. Praha. SZN. 512-530. ISBN 07-089-81-04/50
- Steinhauser, L., Beneš, J., Ingr, I. 2000. Produkce masa. Tišnov: Last., 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
- Stickland, N. C., Widdowson, E. M., Goldspink, G. 1975. Effects of severe energy and protein deficiencies on the fibres and nuclei in skeletal muscle of pigs. *British Journal of Nutrition*. 34. 421–428.
- Stickland, N. C., Bayol, S., Ashton, C., Rehfeldt, Ch. 2004. Manipulation of muscle fibre number during prenatal development. *Muscle development of livestock animals*. 69-82.
- Stolzenbach, S., Therkildsen, M., Oksbjerg, N., Lazarotti, R., Ertbjerg, P., Lametsch, R., Byrne, D. V. 2009. Compensatory growth response as a strategy to enhance tenderness in entire male and female pork *Musculus longissimus et thoracis*. *Meat Science* [online]. 81(1). 163-170. [cit. 2017-03-22]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.07.014. ISSN 03091740.
- Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. 2009. Základy chovu prasat. 1. vyd. Praha: PowerPrint. 180 s. ISBN 978-80-904011-2-9.
- Swanek, S. S., Morgan, J. B., Owens, F. N., Dolezal, H. G., Gill, D. R. 1997. Effects of vitamin D3 supplementation of beef steers on longissimus muscle tenderness. *Journal of Animal Sciences* (Supplement 1): 252 (Abstract).

Szczesniak, A. S. 2002. Texture in a sensory property. *Food Quality and Preference*. 13. 215-225. ISBN 0950-3293

Urban, F. 1997. *Chov dojeného skotu*. Praha: Apros Group. ISBN 80-901100-7-X. 289

Ward, S. S., Stickland, N. C. 1991. Why are slow and fast muscles differentially affected during prenatal undernutrition. *Muscle and Nerve*. 14 (3). 259–267.

Wigmore, P. M. C., Stickland, N. C. 1983. Muscle development in large and small pig fetuses. *Journal of Anatomy*. 137. 235–245.

Zochowska, J., Lachowicz, K., Gajowiecki, L., Sobczak, M., Katowicz, M. 2005. Effects of carcass weight and muscle on texture, structure and myofibre characteristics of wild boar meat. *Meat Science*. 244 – 248.

8 Seznam tabulek a obrázků

Seznam tabulek

Tab. 1 Výkrmnostní ukazatelé ve vztahu k technice krmení.....	21
Tab. 2 Kvantitativní charakteristiky jatečné hodnoty ve vztahu k technice krmení.....	22
Tab. 3 Kvalitativní charakteristiky jatečné hodnoty ve vztahu k technice krmení.....	23
Tab. 4 Charakteristika svalových vláken MLLT ve vztahu k technice krmení.....	25
Tab. 5 Korelační ukazatelé mezi kvalitou masa a charakteristikami svalových vláken (MLLT) u vepřích krmených restringovaně.....	28
Tab. 6 Korelační ukazatelé mezi kvalitou masa a charakteristikami svalových vláken (MLLT) u vepřích krmených <i>ad libitně</i>	30

Seznam obrázků

Obr. 1 Stavba svalu podle http://www.e-kulturistika.cz	7
Obr. 2 Stavba svalového vlákna podle http://medicina.ronnie.cz	10

9 Seznam použitých zkratek

ATP = adenosintrifosfát

SO = pomalá červená vlákna

FOG = rychlá bílá vlákna

FG = rychlá červená vlákna

SDH = enzym sukcinátdehydrogenáza

DFD = tmavé, tuhé, suché maso

KKS = kompletní krmná směs

MS = *musculus semimembranosus* – sval poloblanitý

SD = standartní odchylka

NS = nejsou významné

JUT = jatečně upravené tělo

MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis* – bederní a hřbetní sval

HMČ = hlavní masitá část

IMT = intramuskulární tuk

pH₄₅ = pH 45 minut po porážce