

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



Vliv živé hmotnosti prasat na histologii tukové tkáně

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Nikola Žalmánková

Vedoucí práce: Ing. Monika Okrouhlá, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv živé hmotnosti prasat na histologii tukové tkáně" 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 7. 4. 2016

Nikola Žalmánková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D., za odborné vedení a poskytnutí informací, které přispěly ke zpracování této diplomové práce.

Vliv živé hmotnosti prasat na histologii tukové tkáně

Souhrn

Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv živé hmotnosti prasat na kvantitu a kvalitu hřbetního tuku a na histologii tukové tkáně. Celkem bylo do pokusu zařazeno 40 ks prasat genotypu PIC, vyrovnaného pohlaví, rozdělených do 4 skupin dle živé hmotnosti (první = do 104,9 kg, druhá = 105 – 109,9 kg, třetí = 110 – 114,9 kg a čtvrtá = nad 115 kg).

Byly sledovány ukazatele výkrmnosti: průměrná denní spotřeba krmiva, spotřeba krmiva za týden, průměrný denní přírůstek a konverze krmiva. Statisticky průkazný vliv byl zjištěn pouze u průměrného denního přírůstku, který rostl s přibývajícím živou hmotností. Nejnížší průměrný denní přírůstek (990,14 g) měla prasata do 104,9 kg živé hmotnosti, která vykazovala zároveň nejvyšší konverzi krmiva (2,61 kg.kg⁻¹). Naopak prasata s živou hmotností nad 115 kg a s nejvyšším denním přírůstkem (1159,11 g) měla nejnížší konverzi krmiva (2,49. kg.kg⁻¹).

Dále byl sonograficky sledován růst hřbetního tuku od 4 do 10 týdne věku, a to v bodech A, B a C. Z výsledků měření bylo potvrzeno, že výška hřbetního tuku úzce koreluje s nárůstem živé hmotnosti.

U fyzikálních ukazatelů sledovaných u hřbetního tuku nebyl nalezen trend v závislosti na živé hmotnosti. Z výsledků měření je zřejmé, že se barva tuku statisticky neprůkazně zvyšovala pouze do živé hmotnosti 114,9 kg. Pokud se týká perforace hřbetního tuku, nejnížší hodnoty byly naměřeny u horního tuku (74,31 N) a dolního tuku (59,61 N) u skupiny s živou hmotností od 105 – 109,9 kg.

Nebyl prokázán významný vliv živé hmotnosti na histologii tukových buněk. Z výsledků měření je však patrný rozdíl mezi horní a dolní částí řezu hřbetního tuku, kdy v horní části řezu byl nejvyšší počet tukových buněk v 1 mm² (60,27) zjištěn s nejmenší průměrnou plochou tukových buněk (3430,23 μm²) u prasat s živou hmotností od 105 – 109,9 kg. V dolní části řezu byl monitorován nejvyšší počet tukových buněk v 1 mm² (63,80) současně s nejmenší průměrnou plochou tukových buněk (3877,72 μm²) u prasat s živou hmotností do 104,9 kg.

Ostatní sledované ukazatele nebyly statisticky významné.

Klíčová slova: prase, živá hmotnost, histologie, tuková tkáň

The effect of live weight of pigs on the histology of adipose tissue

Summary

The main goal of this paper was to evaluate the influence of live weight on both the quantity and the quality of back fat as well as on histology of adipose tissue in pigs. Forty pigs of PIC genotype and equally distributed sex were included in this study. The population was then divided into four sub-groups according to their live weight. (Groups: first - under 104.9 kg, second - between 105 kg and 109.9 kg, third - between 110 kg and 114.9 kg, fourth - above 115 kg)

The following indicators of fattening performance were monitored during the study: average daily feed consumption, average weekly feed consumption, average daily weight gain and feed conversion rate. Statistically significant influence was observed only for average daily weight gain which was found to be positively dependent on live weight increases. The smallest average daily weight gain (990.14 g) was observed in group one which at the same time displayed highest feed conversion rate (2.61 kg.kg⁻¹). Subjects in group four, on the other hand, showed the largest average daily weight gain (1159.11 kg) and the lowest feed conversion rate (2.49 kg.kg⁻¹).

Furthermore, development of back fat was periodically monitored via ultrasound examinations at three chosen points of the pigs' anatomy, beginning at four weeks of age and continuing until ten weeks of age. The measurements confirmed that the increases in depth of back fat correlate closely with gains in live weight.

No correlation was proven between other physical characteristics of back fat and changes in live weight. However, measurements showed statistically non-significant increase of coloration of back fat which correlated with weight gains for subjects under 114.9 kg of live weight. As far as tenderness of back fat is concerned, lowest values were found in both upper (74.31 N) and lower (59.61 N) fat in subjects in group two.

No significant influence of live weight on the histology of adipose tissue was found. Nevertheless, measurements showed apparent structural difference between the cut in the higher and lower part of back fat. In upper part of the cut was the highest density of adipose cells (60.27 cells per 1 mm² at the average cell size of 3430.23 μm²) found in group number

two. However, in the lower part of the cut was the highest density of adipose cells (63.8 cells per 1 mm² at the average cell size of 3877.72 μm²) found in group number one.

None of the other monitored variables proved to be statistically significant.

Keywords: pig, live weight, histology, adipose tissue

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Cíl práce a hypotéza.....	10
2.1 Cíl práce	10
2.2 Hypotéza	10
3 Literární přehled.....	11
3.1 Tuková tkáň.....	11
3.1.1 Chemické složení tuků.....	12
3.1.1.1 Mastné kyseliny.....	13
3.1.1.2 Cholesterol.....	14
3.1.2 Metabolismus tuků.....	14
3.1.3 Hormony tukové tkáně.....	15
3.1.3.1 Leptin.....	15
3.1.3.2 Adiponektin	15
3.1.3.3 Rezistin	16
3.1.3.4 Visfatin	16
3.2 Intermuskulární tuk	17
3.3 Intramuskulární tuk	17
3.3.1 Mramorování	18
3.4 Podkožní tuk.....	18
3.5 Růst	19
3.5.1 Faktory ovlivňující růst:.....	20
3.5.1.1 Pohlaví.....	20
3.5.1.2 Genetické založení.....	20
3.5.1.3 Věk	21
3.5.1.4 Výživa.....	21
4 Materiál a metodika.....	22
4.1 Charakteristika zvířat	22
4.2 Rozdělení do skupin.....	22
4.3 Ustájení	22
4.4 Výživa	22
4.5 Ukazatele výkrmnosti.....	23
4.6 Odběr vzorků.....	24
4.6.1 Odběr vzorků pro určení fyzikálních ukazatelů.....	24
4.6.2 Odběr vzorků pro histologii.....	24

4.7	Krájení a barvení vzorků	24
4.8	Obrazové vyhodnocení vzorků	24
4.9	Statistické vyhodnocení	25
5	Výsledky a diskuze	26
5.1	Vliv živé hmotnosti na ukazatele výkrmnosti a výšku hřbetního tuku	26
5.2	Vliv živé hmotnosti na fyzikální ukazatele tukové tkáně	31
5.3	Vliv živé hmotnosti na histologii tukových buněk	32
6	Závěr.....	35
7	Seznam použité literatury.....	36
8	Seznam použitých zkratk a symbolů	41
9	Seznam tabulek a grafů	42

1 Úvod

Chov prasat patří k nejdůležitějším odvětvím živočišné produkce a má také důležité postavení z hlediska zabezpečování nutričních a proteinových požadavků konzumentů. Produkce vepřového masa zaujímá celosvětově největší objem v produkci masa, a to přibližně 40 %. Česká republika patří k zemím, kde je chov prasat na poměrně vysoké úrovni a má dlouholetou tradici.

Spotřeba vepřového masa na obyvatele ČR za rok činí 40,2 kg. Z údajů Českého statistického úřadu vyplývá, že stále dochází k trendu snižování celkových stavů prasat. K 1. 4. 2015 byl celkový stav 1 560 397 kusů prasat a z toho 96 000 kusů prasnic. Při porovnání stavů k 1. 4. 2014 došlo k poklesu celkového stavu prasat o 3,5 % a stavu prasnic o 3,9 % (Situační a výhledová zpráva 2015).

Pro konzumenty je stěžejní produkce vysoce kvalitního vepřového masa s odpovídajícím podílem libového masa v jatečných tělech prasat. V průběhu několika let se ukazuje, že konzumenti stále více obrací svou pozornost nejen na složení vepřového masa ale také na sensorické a chuťové vlastnosti, zároveň ale požadují maso s co nejmenším obsahem tuku, který tyto sensorické vlastnosti snižuje. Obsah tuku v libové svalovině a především intramuskulárního ovlivňuje chutnost, křehkost, šťavnatost a jemnost. Z výsledků mnoha studií, kde se zabývali organoleptickými vlastnostmi, vyplývá, že nejlepších výsledků je dosaženo při obsahu intramuskulárního tuku 3 %. V dnešní době je také kladen důraz na snižování obsahu podkožního tuku, ale dochází tím i ke snižování podílu tuku v libové svalovině což výrazně ovlivňuje sensorické a chuťové vlastnosti masa.

Výška hřbetního tuku má vliv na sílu svalových vláken a tím následně ovlivňuje i tuhost masa. V současnosti se udává, že by výška hřbetního tuku neměla přesáhnout 2 mm, což můžeme ovlivnit stanovením určité živé hmotnosti před porážkou, protože živá hmotnost koreluje s výškou hřbetního tuku.

Důležitým aspektem kvality tuku je také tuhost a barva. Za kvalitní se považuje tuhý a bílý tuk. S kvalitou tuku také souvisí množství tuku.

2 Cíl práce a hypotéza

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit histologické preparáty tukové tkáně ze hřbetu s ohledem na rozdílnou živou hmotnost prasat.

2.2 Hypotéza

Velikost, počet a plocha tukových buněk se mění v závislosti na růstu a pohlaví prasat.

3 Literární přehled

3.1 Tuková tkáň

Tuková tkáň patří mezi tkáně vazivové a plní v organismu funkci tepelných izolátorů, ochranných polštářů a rezervoárů energie. Tuky tvoří přibližně 10 % váhy, což představuje asi 40 denní rezervu energie (Tichý a kol., 2000). Tukové buňky jsou kulovitého tvaru a ve své cytoplazmě ukládají kapénky, které se postupně slévají v jednu velkou kapku, která vytlačí jádro i cytoplazmu na periferii buňky a tvoří bílou tukovou tkáň. Buňky s několika tukovými kapénkami, které mají jádro uložené centrálně, tvoří hnědou tukovou tkáň (Marvan a kol., 1992). Tukové buňky aktivně syntetizují tuk z glycidů a reagují citlivě na hormonální a nervové podněty (Tichý a kol., 2000).

Bílá tuková tkáň

Barva kolísá od bílé do intenzivně žluté dle výživy. Je běžně se vyskytující a slouží jako zásobárna energie a také jako tepelná izolace. Mezi skupinami buněk probíhají všemi směry kolagenní a i elastická vlákna, která jsou provázána fibroblasty, lymfocyty a žírnými buňkami. Na mechanicky namáhaných místech ohraničují tukové lalůčky tenké vrstvy hustého kolagenního vaziva, které fungují jako tlumič nárazů. Při dlouhodobém hladovění vede k mizení tukových kapének z buněk. Hromadění a mobilizace lipidů je řízená převážně hormonálně, ale také samostatné tukové buňky produkují hormony (např. estrogeny a leptin).

Hnědá tuková tkáň

Jak uvádí Reece (2010) hnědá tuková tkáň je velmi dobře prokrvená. Tukové buňky jsou menší, než v bílé tukové tkáni. Tuk je v nich uložen ve formě drobných četných kapének. Buňky mají vysoký počet mitochondrií a cytochromů. Mitochondrie hnědého tuku oxidují mastné kyseliny, aniž by současně vytvářely ATP, a tedy veškerá energie je uvolněna ve formě tepla (Trojan a kol., 2003). Tuto funkci řídí autonomní nervový systém. U hibernujících zvířat má význam pro probuzení z hibernace (Tichý a kol., 2000).

3.1.1 Chemické složení tuků

zahrnují vosky, oleje, tuky a příbuzné sloučeniny. Tuk má velký význam z hlediska sensorického, je nosičem aromatických a chuťových látek. Chutnost je ovlivněna nejen změnami tuku jako např. hydrolýzou a oxidací mastných kyselin, ale i lipofilními látkami, které po zahřátí přispívají k výraznějšímu aroma masa (Steinhauser a kol., 2000).

Neutrální tuky (triacylglyceroly) jsou estery, tzn., že vznikají reakcí mezi mastnou kyselinou a alkoholem a skládají se třemi molekulami mastných kyselin v kombinaci s jednou molekulou glycerolu (Webb a O'Neill, 2008). Rozložení tuku v těle je velmi nerovnoměrné. Malá část je uložena přímo uvnitř svalových buněk jako tuk intracelulární, dále je tuk uložen mezi svalovými vlákny jako tuk intercelulární a největší množství tuku tvoří základ samostatné tukové tkáně, tuk extracelulární. Častější je rozlišení na tuk intramuskulární (vnitrosvalový) a depotní (extramuskulární, zásobní).

Tuky v mase a tukové tkáni jsou tvořeny zejména triacylglyceroly vyšších mastných kyselin, nejčastěji se zde vyskytují kyseliny palmitová, stearová a olejová. Fosfolipidy tvoří jen malý podíl obsahu všech lipidů v mase (Pipek a kol., 1995). Fosfolipidy jsou složité lipidy, které obsahují fosfát, kromě toho obsahují také glycerol, mastné kyseliny a dusíkatou bázi. Fosfolipidy jsou důležitým stavebním kamenem buněčných membrán (Webb a O'Neill, 2008).

Svalová tkáň obsahuje vedle tuků ještě některé doprovodné látky, z nichž nejvýznamnější jsou steroly. Mezi významné steroly patří cholesterol. Cholesterol je lipidová látka odvozená od triacylglycerolů. Je to vysokomolekulární alkohol, jehož sterolové jádro je syntetizováno z degradačních produktů molekul mastných kyselin (Reece, 2010). Obsah cholesterolu je v tukové tkáni i ve svalovině přibližně stejný, při přepočtu na obsah energie má však svalovina cholesterolu více (Pipek a kol., 1995).

Celkový obsah tuků živočišných a svalových má významný dopad na přiměřené složení mastných kyselin, vzhledem k odlišnému složení mastných kyselin a neutrálních tuků a fosfolipidů. Fosfolipidy jsou nezbytnou součástí buněčných membrán a jejich výše zůstává relevantně konstantní nebo se zvyšuje jen málo, jak zvíře zvyšuje svou tučnost. Když se zvyšuje množství tělesného tuku, převládají v celkovém složení mastných kyselin neutrální tuky. Wood a kol. (2008) tvrdí, že složení mastných kyselin v tukové tkáni ovlivňuje její pevnost, protože různě mastné kyseliny mají různé body tání. Složené mastné kyseliny masa tají v rozmezí teplot 25 °C až 50 °C.

Mastné kyseliny s dlouhým řetězcem v tukové tkáni přispívají ke kvalitě masa. Snížení obsahu tuku v mase může nepříznivě ovlivnit chutnost masa, především stupeň nasycení tuků je jednou z nejdůležitějších vlastností, které mají vliv na kvalitu. Méně nasycené tuky obsahují řadu mastných kyselin s dvojnými vazbami, které snadno oxidují, buď přímým chemickým působením, nebo prostřednictvím lipolytických enzymů (Casey a kol., 2003).

3.1.1.1 Mastné kyseliny

Jak uvádí McMurry (2007) jsou to karboxylové kyseliny s alifatickým uhlovodíkovým řetězcem. Na jednom triacylglycerolu mohou být navázány tři mastné kyseliny. V přírodě se jich vyskytuje více než 100 a mají převážně sudý počet uhlíků a lineární řetězec. Obvykle se nachází v esterifikované formě jako součást lipidů (např. fosfolipidů), nikdy se nenachází volně. Mastné kyselinky se dělí dle délky řetězce. V živočišných tkáních se převážně objevují mastné kyseliny s délkou řetězce 14 – 22 uhlíků, výjimečně se mohou vyskytnout i mastné kyseliny s délkou řetězce 2 – 36 uhlíků (Christie, 1989).

Dělení mastných kyselin dle nasycení:

Nasyčené mastné kyseliny (SFA)

Nasyčené, nebo také saturované mastné kyseliny nemají žádnou schopnost vázat další atomy vodíku, nemají žádnou dvojnou vazbu, obvykle mají 3 – 38 uhlíků. Při pokojové teplotě mají tuhé skupenství, jsou stabilní a jsou zastoupeny především v živočišných tucích jako např. sádlo, máslo, lůj (Velíšek, 2009).

Nenasycené mastné kyseliny

Obsahují alespoň jednu dvojnou vazbu, ale liší se od sebe polohou dvojných vazby a prostorovým uspořádáním. Jsou zastoupeny především v rostlinných tucích (semena, plody, listy), při pokojové teplotě jsou převážně v tekutém stavu, mají významně vyšší schopnost oxidovat (Velíšek, 2009).

- Mono-nenasycené mastné kyseliny (MUFA) – mají vliv na hospodaření s cholesterolem a také mají vliv na udržování elasticity a čistoty artérií
- Poly-nenasycené (PUFA) – podílí se na širokém spektru biochemických reakcí jako např. tvorba hormonů, protizánětlivé účinky, ovlivňují plodnost a také termoregulaci

3.1.1.2 Cholesterol

Cholesterol je lipidová látka odvozená od triacylglycerolů. Je to vysokomolekulární alkohol, jehož sterolové jádro je syntetizováno z degračních produktů molekul mastných kyselin. Přibližně 80 % veškerého cholesterolu vytvořeného v těle je v játrech konjugováno za vzniku solí žlučových kyselin, které se pak transportují do střeva, kde se zapojují do trávení. Cholesterol je také důležitá stavební látka buněčných stěn (Reece, 2010).

3.1.2 Metabolismus tuků

Lipolýza je děj, při kterém jsou rezervní tuky odbourávány pro poskytnutí energie organismu a patří k základním funkcím adipocytů (Rokyta a kol., 2015). V adipocytech dochází k hydrolýze lipázou, aktivovanou prostřednictvím cyklického adenosinmonofosfátu. Dochází k uvolnění mastných kyselin, které jsou v neesterifikovatelné formě k dispozici tkáním. K aktivaci tkáňové lipázy dochází fosforylací za účasti protein kinázy, stimulované hormony. Glukokortikoidy, somatotropní hormon, glukagon a především katecholaminy, zejména pak noradrenalin, lipázu výrazně stimulují, inzulín naopak její aktivitu tlumí (Trojan a kol., 2003).

Lipogeneze je schopnost vytvářet a ukládat tuk jako energetickou zásobu pro organismus (Rokyta a kol., 2015). Pro lipogenezi je potřebný NADPH a také karnitin, který přenáší mastné kyseliny přes membrány včetně membrán mitochondriálních. Extramitochondriálně probíhá syntéza mastných kyselin, zatímco intramitochondriálně naopak jejich oxidace. K lipogenezi dochází vždy, když nabídka energie v substrátech překročí jejich skutečnou potřebu a je do tukové tkáně skladována (Trojan a kol., 2003).

3.1.3 Hormony tukové tkáně

Tuková tkáň byla donedávna považována za pasivní zásobárnu energie, ale v současné době víme, že tuková tkáň produkuje více než sto faktorů s parakrinní nebo endokrinní aktivitou, které hrají významnou roli např. při řízení příjmu potravy, zánětu a řady jiných dějů. Ne všechny tyto hormony jsou produkovány pouze tukovou tkání, většina z nich je naopak tvořena i v jiných tkáních a orgánech. Hormony, které produkuje tuková tkáň, mohou působit jak lokálně, tak i na jiných místech v organismu (Tilg a kol., 2006).

3.1.3.1 Leptin

Leptin je bílkovina složená ze 167 aminokyselin, jeho terciární strukturu tvoří čtyři antiparalelní alfa-helixy, které jsou spojeny dvěma dlouhými a jedním krátkým spojením. Leptin je také jako každý protein kodován v DNA a gen pro leptin je lokalizován na sedmém chromozomu (Frühbeck, 2006). Leptin je produkován především bílou tukovou tkání. Slouží jako dlouhodobý regulátor energetických rezerv tukové tkáně u zvířete. Důležitou funkcí je také schopnost adaptace na hladovění tím, že reguluje rychlost metabolismu, reprodukční funkce a také funkci štítné žlázy. Omezuje příjem krmiva a zvyšuje energetický výdej, signalizuje množství tuku v organismu a nutriční zásoby. Hladina leptinu koreluje se zásobami tuku v organismu. Vyšší sekrece leptinu byla zjištěna u podkožního tuku (Squires, 2003).

Tam kde se nachází hodně tukové tkáně, produkce leptinu zvyšuje aktivaci centra nasycenosti v hypothalamu a redukuje příjem krmiva. Naopak pokud dojde ke snížení tukových rezerv díky omezenému příjmu potravy, hladina leptinu se sníží a chuť k jídlu se zvyšuje (Squires, 2003).

3.1.3.2 Adiponektin

Adiponektin je protein, který patří do skupiny adipocytokinů a je hojně produkován přímo v adipocytech. Jeho hladina negativně koreluje s množstvím tukové tkáně. U zdravých jedinců slouží k prevenci vývoje cévních změn a snížení hodnoty metabolismu glukózy

a lipidů, které mohou být způsobeny mnoha faktory. Adiponektin zvyšuje oxidaci mastných kyselin ve svalech, snižuje plazmatické hladiny glukózy, triacylglycerolů a volných mastných kyselin a také potlačuje rozvoj aterosklerózy (Matsuzawa a kol., 2004).

Jak uvádí Takashima a kol. (2016) adiponektin má také významnou roli při zvyšování citlivosti na inzulín tím, že stimuluje fosforylaci AMP-aktivované proteinkinázy na inzulín cílových orgánů, jako kosterního svalstva a jater.

3.1.3.3 Rezistin

Rezistin je proteinový hormon produkovaný nejen adipocyty, ale také makrofágy. Rezistin byl relativně nedávno popsán u myší, ale mnohé studie potvrzují, že se vyskytuje i u jiných druhů zvířat a u člověka.

Podle studie Lazara (2007) zvýšená hladina rezistinu spolu s obezitou nežádoucím způsobem ovlivňuje citlivost metabolismu glukózy a inzulinu u hlodavců. Studie u krys prokázala, že vyšší produkce rezistinu byla sledována u viscerální tukové tkáně, než u podkožní (Atzmon a kol., 2002).

Rezistin také stimuluje sekreci makrofágů protizánětlivých cytokinů. Ve studii pozorované na japonských a amerických pacientech zjistila kladnou korelaci mezi zvýšenou hladinou rezistinu a aterosklerózy (Railly a kol., 2005).

3.1.3.4 Visfatin

Visfatin není produkován pouze adipocyty, ale je také hojně secernován i leukocyty, makrofágy tukové tkáně, hepatocyty a také kosterním svalstvem (Tanaka a kol., 2007). Mezi jeho funkce patří např. stimulace lipogeneze a zvyšování vstupu glukózy do buněk. Také se uvádí, že působí jako proliferační faktor u lymfocytů, inhibuje apoptózu neutrofilů a zvyšuje expresi protizánětlivých cytokinů (Škop a kol., 2009, Smitka a kol., 2011).

3.2 Intermuskulární tuk

Poměr intermuskulárního tuku ve svalu klesá s rostoucí zmasilostí. Vztah mezi podílem podkožního tuku a svalu je velmi těsný, pravděpodobně proto, že hřbetní sádlo bylo kritériem výběru pro zmasilost v chovných programech po několik desetiletí. Pokles v obsahu tuku s rostoucí zmasilostí byl méně výrazný pro intermuskulární než pro podkožní tuk, zejména v kýtě a boku, kde vývoj podkožního tuku a intermuskulárního tuku zřejmě s podílem svaloviny nesouvisí. Nejlépe se dá odhadnout podíl intermuskulárního tuku v jatečném těle podle podílu intermuskulárního tuku v bedrech (Menziols a kol., 2005).

Ve studii bylo prokázáno, že selekce na vysoký obsah kosterního svalstva, dosažené prostřednictvím selekce proti hřbetnímu sádlu, byla méně účinná při snižování intermuskulárního než podkožního tuku. Výzkumný program na rozvoj intermuskulárního tuku v chovu prasat byl proveden s cílem lepšího porozumění vývoji intermuskulárnímu tuku ve srovnání s jinými tukovými zásobami a svalovým uložením, a nalezení jednoduššího způsobu jeho měření, buď přes částečnou disekci, nebo magnetickou rezonanci (Menziols a kol., 2005).

3.3 Intramuskulární tuk

Intramuskulární tuk je tvořen jemnými žilkami tuku, které jsou uloženy mezi svalovými vlákny, a jeho přiměřené množství má dobrý vliv na kvalitu masa (Velíšek a Hajšlová, 2009). Obecně tuk má v mase význam ze sensorického hlediska. V současnosti spotřebitel vyžaduje maso libové, s vysokou nutriční hodnotou a proto jsou jatečná prasata záměrně pro tento účel selektována. Tento trend je ale spojen s minimálním mramorováním masa a rovněž nižším obsahem intramuskulárního tuku. Pokud dochází k výraznému snižování lipidů ve svalových tkáních, dochází tak ke zhoršení sensorické jakosti masa.

Jak uvádí Bečková a Václavíková (2006), doporučený obsah intramuskulárního tuku je 2,5 %. Také Kerry a Leward (2009), uvádí rozmezí 2,5 – 3 % intramuskulárního tuku. V některých zemích preferují i vyšší obsah intramuskulárního tuku, kolem 4%.

Obsah intramuskulárního tuku ovlivňuje podle Vymazalové (2008):

- plemenná příslušnost – barevná plemena mají oproti bílým vyšší obsah intramuskulárního tuku,
- pohlaví – kastráti mají vyšší podíl intramuskulárního tuku ve srovnání s kanečky a prasničkami,
- denní přírůstek – se zvyšujícím se denním přírůstkem roste podíl intramuskulárního tuku,
- konverze krmiv – se zlepšením konverze se snižuje podíl intramuskulárního tuku,
- podíl svaloviny a tukové tkáně v jatečném těle – s rostoucím podílem svaloviny a poklesem tukové tkáně podíl intramuskulárního tuku klesá.

3.3.1 Mramorování

Mramorování vzniká díky viditelnému intramuskulárnímu tuku ve svalovině. Podíl intramuskulárního tuku má významný vliv na chutnost, šťavnatost a křehkost masa, zlepšuje také oddělení svalových vláken při žvýkání (Kučera, 2003). Intramuskulární tuk se podílí také na celkové chuti přibližně 12 – 14 % (Jeremiah a kol., 2003).

Obsah intramuskulárního tuku je ovlivněn plemennou příslušností, genotypem, pohlavím, denním přírůstkem, konverzí krmiva a také podílem svaloviny a tukové tkáně (Bečková a Václavíková, 2006).

3.4 Podkožní tuk

Podkožní tuk u prasat se skládá ze tří vrstev, nejdříve se rozvíjí vnější vrstva, která má větší podíl nenasycených mastných kyselin, než další dvě vrstvy (Apple a kol., 2009). Moody a Zobrisky (1996) uvádí, že výška nejnižší podkožní tukové vrstvy pozitivně koreluje s výsledky mramorování masa, což ovlivňuje jeho kvalitu.

Snížení ukládání podkožního tuku byl hlavní cíl v pokračujícím zlepšování výroby vepřového masa. Výběr pro zmasilejší těla založený na redukci podkožního tuku, však vedl k poklesu celkového jatečného tuku (Menziols a kol., 2005).

Měření podkožní tukové tkáně se používá při rozhodování v průběhu chovu prasat pro optimální růst, pro dlouhověkost prasnic a pro kontrolu kvality a klasifikace jatečně upraveného těla post mortem. Podkožní tukové vrstvy rostou různou rychlostí vůči sobě navzájem a tyto rozdíly můžeme sledovat pomocí ultrazvuku (McEvoy a kol., 2007).

Na podkožní tuk připadá 60 – 70 % tělesného tuku a na intermuskulární 20 – 35 % tělesného tuku. Vzhledem k celkovému objemu tuku, tuk intermuskulární roste pomaleji, tuk podkožní stejnou rychlostí a ledvinový lůj rychleji (Kouba a Mourot, 1999).

3.5 Růst

Růst je jedním ze základních rysů charakterizující živou hmotu a je tedy neoddělitelnou součástí ontogeneze jedince. Růst dělíme na dvě fáze, prenatalní a postnatalní (Rothschild a Ruvinsky, 2006). Růstem rozumíme schopnost organismu vytvářet prostřednictvím přeměny látek z neživých produktů živou hmotu, potřebnou k udržení vlastního látkového, plynného a energetického metabolismu a ke stavbě tělesné hmoty. Růst lze charakterizovat změnami kvantitativními, při kterých dochází ke zvětšování hmotnosti a rozměrů orgánů, svalů, kostí. Ukládání zásobních látek, zejména tuku, nebo hromadění produktů vylučování, nemůžeme považovat za skutečný růst. Změny kvantitativní, jako je např. vývin orgánů a tkání a změny v tělesné stavbě, jsou označovány jako vývin (Stupka a kol., 2009).

Intenzita růstu jednotlivých tkání je značně proměnlivá a mění se nejen v závislosti na věku, ale také na dosažení živé hmotnosti. Časné postnatalní stádium je charakterizováno především vývinem kostry, funkčních orgánů a nárůstem svalové tkáně. Později dochází ke zvýšení ukládání tuku, především zásobního. Nejintenzivnější růst svalové tkáně je od 15 do 40 kg živé hmotnosti, při nízkém příjmu krmiva. V tomto období při zvyšování krmné dávky dochází k velkému nárůstu svaloviny a tím i celkové živé hmotnosti. Poté se intenzita růstu svalové tkáně snižuje a dodaná energie je pak využita na ukládání tuku (Fiedler a Smital, 2003).

3.5.1 Faktory ovlivňující růst:

3.5.1.1 Pohlaví

Pohlaví zvířat má významný vliv na intenzitu růstu, tvorbu svalové tkáně ale také na tvorbu a ukládání tuku (Mullan a kol., 2008). Jak uvádí Stupka a kol. (2009) Největší intenzity růstu dosahují kanečci, potom kastráti (vepřici, nunvy) a nejnižší intenzity růstu dosahují prasničky.

Vývoj prasat a intenzita růstu je ovlivněna především genetickým základem a také prostředím a podmínkami chovu. Většina druhů hospodářských zvířat samčího pohlaví je mohutnějšího vzrůstu z toho vyplývá, že androgeny se podílí na zvyšování intenzity tělesného růstu. Do nástupu pohlavní dospělosti okolo 4 až 5 měsíce nemá pohlaví výrazný vliv na růst. S nástupem pohlavní dospělosti dochází k výraznému poklesu v ukládání bílkovin u kastrátů, kdy od tohoto období je růst tělesných tkání mezi prasničkami a vepři rozdílný. V provedených studiích byly zjištěny nižší hladiny cholesterolu u prasniček, přičemž zvýšený obsah cholesterolu u kastrátů je dokladem snížené sekrece steroidů a hyperfunkce štítné žlázy s následným zvýšením schopnosti ukládat zásobní tuk v těle. Nedostatečně řízená lipogeneze u kastrátů, vlivem absence steroidních hormonů, způsobuje, že více než 50 % denního přírůstu uvedené kategorie hmotnosti (nad 70kg) tvoří tuková tkáň (Ševčíková a Koucký, 2008).

3.5.1.2 Genetické založení

Jak uvádí Stupka a kol. (2009) genetickým založením rozumíme zděděnou růstovou schopnost umožňující opakování růstu předků. Působením různé intenzity přeměny látek, koordinované činností endokrinního systému a reaktivností nervové soustavy vznikají určité rozdíly mezi primitivními a kulturními plemeny, nebo mezi ranými a pozdními typy prasat jak v celkové stavbě, tak i v utváření jednotlivých tělesných tkání, partií, a tím i užitkovosti.

Vlivem systematické plemenářské práce se mění jatečné složení těla prasat i intenzita růstu a spotřeba krmiva. Zvyšuje se podíl masitých částí a výrazně se snižuje výška hřbetního tuku (Steinhauser a kol., 1995).

Hlavními složkami těla prasat jsou svalovina a tuk a jsou to dědičně podmíněné vlastnosti. Dědivost znaků výkrmnosti je střední $h^2 = 0,40 - 0,60$ (Stupka a kol., 2009).

3.5.1.3 Věk

Jak uvádí Ingr (2004) věk zvířat ovlivňuje růst i vývin a tím následně ovlivňuje skladbu jatečně opracovaného těla, podíly jednotlivých tkání a složení a vlastnosti masa. Nejrychleji se vyvíjí hlava, kosti a končetiny, následuje růst svalů a nejpozději se vyvíjí tuková tkáň. K růstu svaloviny dochází nejintenzivněji v období dospívání zvířat. Po dosažení dospělosti se začíná zvyšovat ukládání tuku, který tvoří podstatnou část přírůstku.

Z hlediska masné produkce je nutné porážet zvířata v jatečné zralosti. To znamená, že se věk, nebo živá hmotnost zvířete přibližuje dospělému zvířeti. Ukončuje se vývoj svaloviny a začíná ve zvýšené míře produkce depotního tuku. Další chov po dosažení jatečné zralosti je neefektivní, jedná se již jen o konverzi krmiv na tuk (Steinhauser a kol., 1995).

3.5.1.4 Výživa

Výživa je velmi důležitý činitel, který má velký vliv nejen na růst, ale i na jakost masa. Přírůstky jednotlivých tkání závisí na intenzitě výkrmu. Při neomezeném krmení bude dosaženo maximálního přírůstku tělních tkání dříve, což může způsobit vysoký podíl tuku v jatečném těle. Omezeným krmením dochází ke zpomalení růstu a tím se při stejné hmotnosti jatečného zvířete dosáhne relativně vysokého podílu svaloviny (Steinhauser a kol., 1995).

Velmi důležitá je i odpovídající výživa v jednotlivých obdobích růstu, která umožňuje do značné míry ovlivňovat růst a vývin prasat, zejména růst a vývin jednotlivých tělesných tkání a partií (Stupka a kol., 2009).

Technikou výkrmu můžeme regulovat tvorbu masa a tuku a také růst jednotlivých tkání. Nedostatečná krmná dávka u rostoucích prasat způsobí zpomalení růstu svaloviny a růstu do délky, přičemž růst kostí ovlivněn není. Taková prasata mají velkou hlavu, vysoké nohy a malou jatečnou výtěžnost (Steinhauser a kol., 1995).

4 Materiál a metodika

4.1 Charakteristika zvířat

Prasata byla ustájena v testační stanici v Ploskově u Lán. Bylo naskladněno celkem 72 ks prasat genotypu PIC ve věku 72 dnů od narození. Pro sběr dat bylo vybráno 40 ks jatečných prasat vyrovnaného pohlaví, rozdělených do čtyř skupin po 10 ks dle živé hmotnosti. Prasata byla poražena ve věku 146 dnů.

4.2 Rozdělení do skupin

Zvířata byla rozdělena do 4 skupin dle živé hmotnosti:

1. skupina → do 104,9 kg živé hmotnosti
2. skupina → od 105 do 109,9 kg živé hmotnosti
3. skupina → od 110 do 114,9 kg živé hmotnosti
4. skupina → nad 115 kg živé hmotnosti

4.3 Ustájení

Prasata byla ustájena dle metodiky (Stupka a kol., 2009) pro testaci čistokrevných a hybridních prasat. V každém kotci byla dvojice vždy stejného pohlaví.

4.4 Výživa

Spotřeba krmiva byla zjišťována vždy za kotec a následně přepočítána na jednotlivá zvířata. Pro krmení zvířat byla použita kompletní krmná směs - KKS (A1, A2 a A3). Základem KKS byl ječmen, pšenice, sojový extrahovaný šrot a krmný doplněk - premix. Živinové složení KKS je podrobně uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1: Živinné složení KKS

Ukazatel	A1	A2	A3
MEp (MJ)	12,9	12,8	12,7
NL (g)	180,3	165,3	147,6
Vláknina (g)	39,7	44,0	49,1
LYZ (g)	10,7	9,6	8,3
MET (g)	3,2	3,1	3,0
MET+CYS (g)	6,8	6,5	6,3
THRE (g)	6,8	6,2	5,6
TRY (g)	2,2	2,0	1,7
Ca (g)	7,2	7,2	7,2
P (g)	4,7	4,4	3,9
Na (g)	1,8	1,7	1,7

Pozn.: MEp – metabolizovatelná energie, NL – dusíkaté látky, LYZ – lyzin, MET – metionin, CYS – cystein, THRE – treonin, TRY – tryptofan, Ca – vápník, P – fosfor, Na – sodík

4.5 Ukazatele výkrmnosti

Zvířata byla v pravidelných týdenních intervalech vážena. Do sledovaných ukazatelů bylo zařazeno: počáteční živá hmotnost, živá hmotnost při porážce, denní spotřeba krmiva a spotřeba krmiva za 10 týdnů výkrmu. Dále byl sledován průměrný denní přírůstek a konverze krmiva.

Od 4. do 10. týdne se opakovaně každý týden měřila také výška hřbetního tuku, a to v bodech A, B a C přístrojem ALOKA SSD 500 MICRUS. Pro měření bylo nutné si vyznačit pomocné body. A0 – na kohoutku kolmo nad výčnělkem loketního kloubu, C0 – v krajíně bederní kolmo nad česčkou a B0 – na středu mezi body A0 a C0. Vlastní měření bylo provedeno 70 mm laterálně od středu hřbetu. Bod A se nachází 3/4 kaudálně, než je střed mezi body B0 a C0. Bod B se nachází $\frac{3}{4} + 30$ mm kaudálně mezi bodem A0 a B0. Bod C je měřen stejně jako bod B, s rozdílem, že aloka je přiložena rovnoběžně s páteří, nikoliv kolmo jak je tomu u předchozích bodů.

4.6 Odběr vzorků

4.6.1 Odběr vzorků pro určení fyzikálních ukazatelů

Pro stanovení fyzikálních ukazatelů byly odebrány vzorky tuku z oblasti 1 – 3 krčního obratle o velikosti (5 x 5 x 5 cm). Vzorky byly skladovány v chladničce 24 hodin při teplotě 5 °C. Poté byly sledovány barva tuku (Minolta CM – 2500d spektrofotometr, Osaka, Japan) a perforace tuku (Instron, 3342, USA). Perforace tuku byla měřena v části horní řez (pod kůží a nad první povázkou) a dolní řez (pod první povázkou).

4.6.2 Odběr vzorků pro histologii

Za účelem sledování kvalitativních ukazatelů tukových buněk byly odebrány vzorky z hřbetního tuku o velikosti (2 x 2 x 2 cm). Vzorky byly následně patřičně označeny pro identifikaci a zamraženy. Do vlastní analýzy byly vzorky uchovány v mrazícím boxu při teplotě -80 °C.

4.7 Krájení a barvení vzorků

Histologické vzorky byly zhotoveny pomocí kryostatu Leica CM 1850 při teplotě -20 °C na 15 µm silné řezy. Histologické řezy byly obarveny pomocí hematoxylinu a eosinu a fixovány na podložní sklíčka.

4.8 Obrazové vyhodnocení vzorků

Pomocí mikroskopu s kamerou Nikon Eclipse E 200 byly pořízeny snímky histologických preparátů, které byly následně zpracovány a vyhodnoceny pomocí programu obrazové analýzy NIS – Elements 3.2.

Z histologických preparátů byly zjišťovány tyto ukazatele:

- Počet tukových buněk v 1mm^2
- Průměrná plocha tukové buňky (μm^2)
- Diametr tukové buňky (μm)
- Perimetr tukové buňky (μm)
- Vnější perimetr tukové buňky (μm)
- Kruhovitost (hodnota 0 = přímka, hodnota 1 = kruh)

4.9 Statistické vyhodnocení

Data byla statisticky zpracována programem SAS 9.2 statistickým programem analýzou variace ANOVA. Rozdíly mezi sledovanými znaky byly otestovány procedurou GLM. V modelu byl zahrnut pevný efekt - živá hmotnost.

5 Výsledky a diskuze

Výsledky sledování jednotlivých ukazatelů v závislosti na živé hmotnosti dokumentují následující tabulky 2 – 6.

5.1 Vliv živé hmotnosti na ukazatele výkrmnosti a výšku hřbetního tuku

Mezi ukazateli výkrmnosti byly sledovány: hmotnost při naskladnění, hmotnost před porážkou, průměrná denní spotřeba krmiva, spotřeba krmiva za 10 týdnů výkrmu, průměrný denní přírůstek a také konverze krmiva.

Jak je patrné z tabulky 2, nejnížší hmotnost při naskladnění, tj. 31,75 kg vykazovala prasata s živou hmotností do 104,9 kg a naopak nejvyšší hmotnost, tj. 34,68 kg prasata nad 115 kg. Významné rozdíly ($P < 0,001$) byly zjištěny u průměrných denních přírůstků, kdy nejnížší hodnoty (990,14 g) dosahovala skupina prasat s živou hmotností do 104,9 kg, která naopak vykazovala nejvyšší konverzi krmiva, oproti skupině prasat s živou hmotností nad 115 kg, která dosahovala u průměrného denního přírůstku nejvyšší hodnoty (1159,11 g) s nejnížší hodnotou konverze krmiva.

Jak uvádí Rytina (2008) jedním z důležitých faktorů ovlivňujících přírůstek je genotyp. Piao a kol., (2004) sledovali také vliv pohlaví na průměrný denní přírůstek a zjistili významný rozdíl ($P < 0,01$) mezi prasničkami a vepříky.

Tabulka 2: Ukazatelé výkrmnosti v závislosti na živé hmotnosti

Skupina	1	2	3	4	P
Ukazatel	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
hmotnost při naskladnění (kg)	31,75 ± 2,80	32,26 ± 2,71	33,39 ± 3,85	34,68 ± 1,34	ns
hmotnost před porážkou (kg)	101,45 ^d ± 2,08	107,59 ^c ± 1,38	112,45 ^b ± 1,51	118,56 ^a ± 2,80	***
průměrná denní spotřeba krmiva (kg)	2,72 ± 0,17	2,69 ± 0,21	2,72 ± 0,24	2,79 ± 0,12	ns
spotřeba krmiva za týden (kg)	190,07 ± 11,62	188,11 ± 14,95	190,73 ± 16,87	194,98 ± 8,44	ns
průměrný přírůstek (g)	990,14 ^c ± 37,50	1067,66 ^b ± 55,76	1113,90 ^{a,b} ± 54,91	1159,11 ^a ± 54,75	***
konverze krmiva (kg.kg ⁻¹)	2,61 ± 0,17	2,54 ± 0,21	2,53 ± 0,20	2,49 ± 0,19	ns

Pozn.: *** hodnoty jsou statisticky průkazné ($P < 0,001$), ns - hodnoty nejsou statisticky průkazné, \bar{x} - průměr, SD - směrodatná odchylka, P – průkaznost

V následující tabulce 3 je uvedeno měření výšky hřbetního tuku alokou v bodech A, B a C v jednotlivých týdnech a v bodě B při porážce. Hodnoty nejsou statisticky významné. Pro větší názornost je zvyšování ukládání tuku znázorněno graficky (graf 1 – 4).

Z výsledků je patrné, že výška hřbetního tuku rostla s přibývajícím živou hmotností. K podobnému výsledku došel i Fisher a kol. (2003), který zjistil, že podkožní tuková tkáň kýty rostla s přibývajícím hmotností. Stejně tak Virgili a kol. (2003) ve své studii potvrzuje korelaci mezi nárůstem živé hmotnosti a výšky hřbetního tuku.

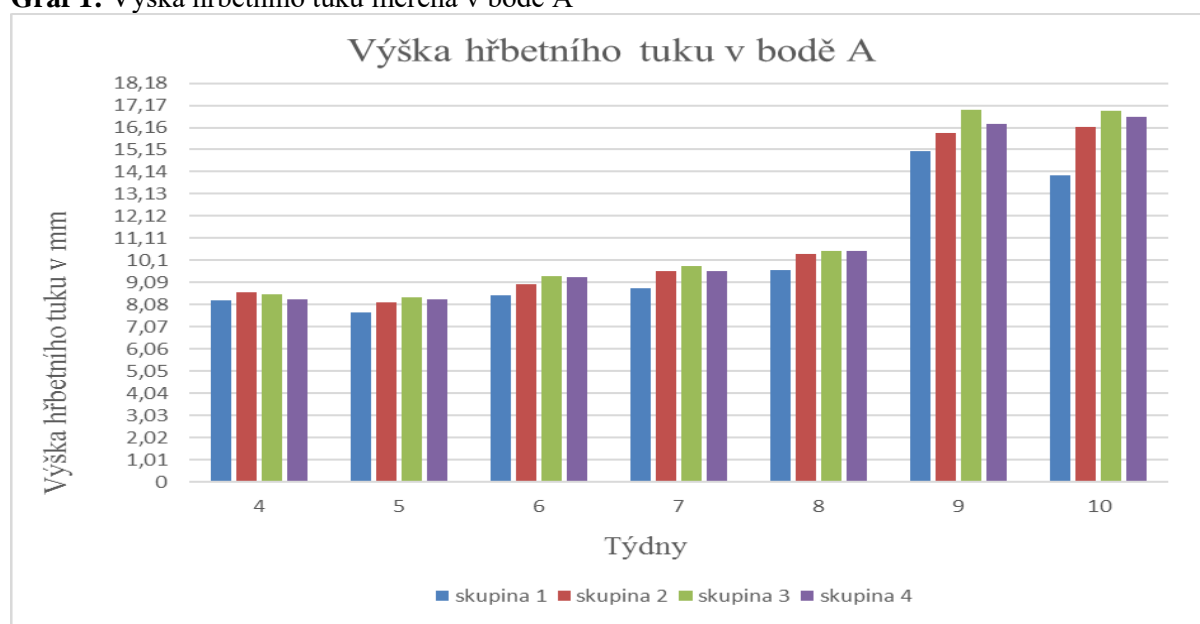
Tabulka 3: Měření výšky hřbetního tuku alokou v závislosti na živé hmotnosti

Skupina		1	2	3	4	P
Ukazatel (mm)	v bodě	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
Výška hřbetního tuku ve 4 týdnech	A	8,26 ± 0,75	8,63 ± 0,95	8,54 ± 0,86	8,34 ± 1,28	ns
	B	8,51 ± 1,15	8,17 ± 0,75	8,35 ± 0,65	8,37 ± 0,65	ns
	C	8,98 ± 1,35	8,38 ± 0,88	8,80 ± 0,53	8,99 ± 1,02	ns
Výška hřbetního tuku v 5 týdnech	A	7,74 ± 0,50	8,18 ± 0,86	8,42 ± 0,89	8,28 ± 0,24	ns
	B	7,85 ± 0,54	8,32 ± 0,61	8,63 ± 0,55	8,79 ± 0,68	ns
	C	7,80 ± 0,71	8,29 ± 0,60	8,66 ± 0,70	7,89 ± 2,40	ns
Výška hřbetního tuku v 6 týdnech	A	8,52 ± 0,68	9,00 ± 0,76	9,40 ± 1,06	9,35 ± 0,61	ns
	B	8,29 ± 0,73	8,74 ± 0,76	8,83 ± 0,73	9,30 ± 0,66	ns
	C	8,84 ± 0,75	9,02 ± 0,84	9,61 ± 0,90	9,79 ± 0,89	ns
Výška hřbetního tuku v 7 týdnech	A	8,83 ± 0,52	9,63 ± 1,13	9,84 ± 1,19	9,60 ± 0,83	ns
	B	8,41 ± 0,69	8,91 ± 0,67	9,20 ± 0,70	9,18 ± 0,64	ns
	C	8,29 ± 0,66	8,85 ± 0,80	9,20 ± 0,57	9,61 ± 0,61	ns
Výška hřbetního tuku v 8 týdnech	A	9,67 ± 0,88	10,39 ± 1,56	10,53 ± 1,95	10,54 ± 1,51	ns
	B	9,24 ± 0,65	9,84 ± 1,48	9,96 ± 1,36	10,01 ± 0,92	ns
	C	9,51 ± 0,94	9,96 ± 1,49	10,52 ± 1,46	10,06 ± 1,14	ns
Výška hřbetního tuku v 9 týdnech	A	15,09 ± 1,68	15,90 ± 2,60	16,95 ± 2,21	16,33 ± 2,11	ns
	B	11,56 ± 1,16	12,03 ± 1,72	12,93 ± 1,43	12,51 ± 1,29	ns
	C	12,10 ± 1,73	12,86 ± 1,51	12,85 ± 2,25	12,54 ± 2,00	ns
Výška hřbetního tuku v 10 týdnech	A	13,97 ± 2,76	16,18 ± 3,19	16,90 ± 2,05	16,66 ± 3,60	ns
	B	12,92 ± 1,65	13,17 ± 1,13	14,24 ± 1,69	13,77 ± 1,10	ns
	C	13,43 ± 1,97	14,36 ± 3,09	14,77 ± 2,35	15,29 ± 1,82	ns
Výška hřbetního tuku při porážce	B	13,70 ± 1,94	15,02 ± 1,26	15,32 ± 1,82	15,32 ± 1,48	ns

Pozn.: ns - hodnoty nejsou statisticky průkazné, \bar{x} - průměr, SD - směrodatná odchylka, P – průkaznost

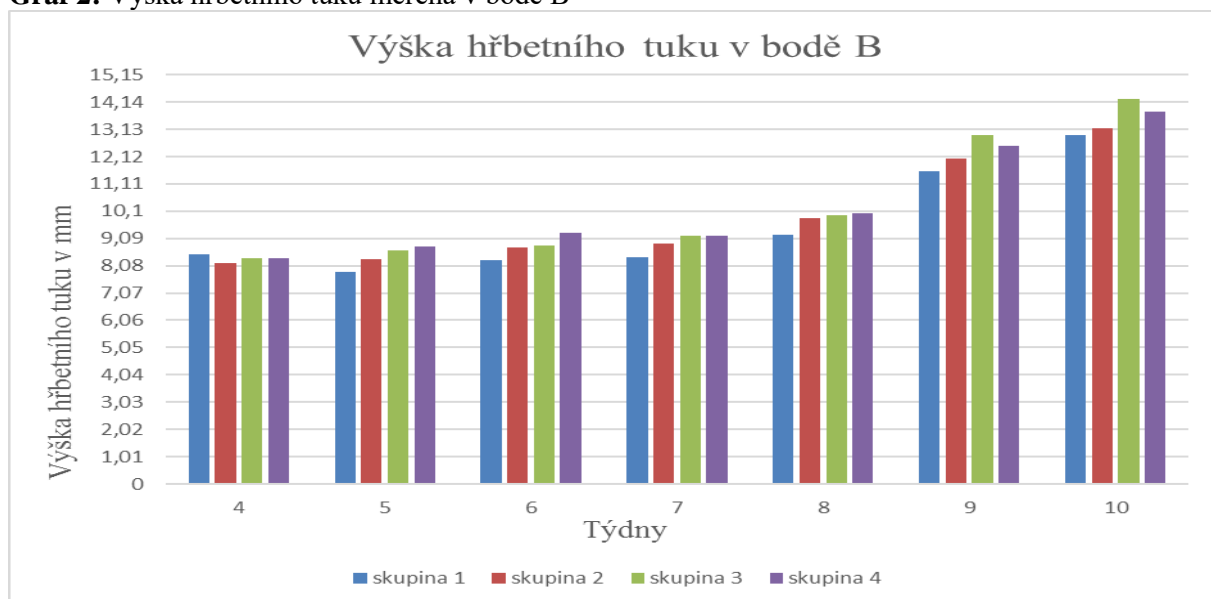
Z následujícího grafu 1 je patrné, že vyšší tendenci k ukládání tuku v bodě A vykazovala prasata s živou hmotností od 110 – 114,9 kg a naopak nejnižší tendenci k ukládání tuku v tomto bodě vykazovala prasata s živou hmotností do 104,9 kg.

Graf 1: Výška hřbetního tuku měřená v bodě A



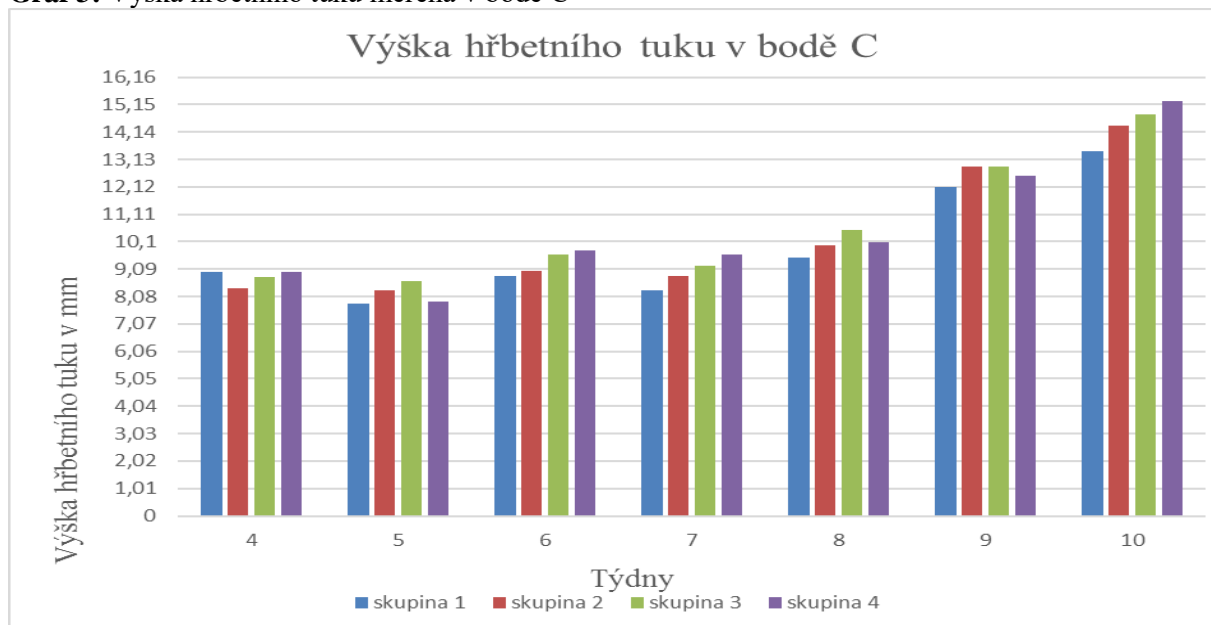
Na následujícím grafu 2, kde je zobrazeno měření hřbetního tuku v bodě B, jsou hodnoty mezi jednotlivými skupinami více vyrovnané, nicméně prasata s živou hmotností od 110 – 114,9 kg a prasata s živou hmotností nad 115 kg mají vyšší tendenci ukládání tuku v bodě B než prasata s živou hmotností od 105 – 109,9 kg a nejnižší tendenci k ukládání tuku v tomto bodě měla prasata s živou hmotností do 104,9 kg.

Graf 2: Výška hřbetního tuku měřená v bodě B



Graf 3 ukazuje míru ukládání hřbetního tuku v bodě C, kde největší tendenci k ukládání tuku měla prasata s živou hmotností nad 115 kg a naopak nejmenší tendenci k ukládání tuku v bodě C vykazovala prasata s živou hmotností do 104,9 kg.

Graf 3: Výška hřbetního tuku měřená v bodě C



V grafu 4 je znázorněna výška hřbetního tuku v bodě B při porážce. Kde je patrné, že v bodě B byla naměřena nejvyšší vrstva tuku u prasat s živou hmotností od 110 – 114,9 kg a prasat s živou hmotností nad 115 kg. Nejnížší vrstva tuku byla naměřena u prasat s živou hmotností do 104,9 kg. Z toho vyplývá, že čím je vyšší živá hmotnost, tím je výška hřbetního tuku vyšší.

Ke stejnému závěru došli i Cesaro a kol. (2013), kteří sledovali nárůst hřbetního tuku s rostoucí živou hmotností u čtyř genotypů prasat (anas, danbred, golland a topigs).

Heyer a Lebred (2014) sledovali rozdíl výšky hřbetního tuku mezi skupinami prasat rozdělených dle živé hmotnosti (30 – 70 kg a 70 – 110 kg) krmených adlibitně a nebo metodou restrikce a zjistili, že prasata krmená adlibitně vykazovala vyšší nárůst hřbetního tuku v porovnání s prasaty krmených metodou restrikce.

Graf 4: Výška hřbetního tuku v bodě B měřená při porážce



5.2 Vliv živé hmotnosti na fyzikální ukazatele tukové tkáně

V tabulce 4 jsou uvedeny základní sledované fyzikální ukazatele kvality tuku, tj. barva tuku L*, barevný odstín a* a b* a perforace tuku. Hodnoty v tabulce nejsou statisticky významné, nicméně z tabulky je patrné, že se barva tuku zvyšovala do živé hmotnosti 114,9 kg. Nejtmavší tukovou tkáň (77,52) měla prasata s živou hmotností do 104,9 kg, naopak nejvíce světlou tukovou tkáň (79,12) měla prasata s živou hmotností od 110 do 114,9 kg.

Pokud se týká perforace horního i dolního hřbetního tuku, nejnižších hodnot dosahovala u horního tuku (74,31 N) i dolního tuku (59,61 N) skupina s živou hmotností od 105 – 109,9 kg, naopak nejvyšších hodnot dosahovala u horního (104,63 N) a dolního tuku (180,70 N) skupina s živou hmotností do 104,9 kg.

Podle Blancharda a kol. (1999) má v síle perforace spíše význam plemenná příslušnost, než vliv pohlaví, což se neshoduje se studií Wooda a kol. (1995) který mezi plemeny duroc a lage white nezaznamenal žádný rozdíl v síle perforace.

Tabulka 4: Fyzikální ukazatele v závislosti na živé hmotnosti

Skupina	1	2	3	4	P
Ukazatel	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
L* barva tuku	77,52 ± 1,76	79,05 ± 1,65	79,12 ± 1,74	78,32 ± 2,53	ns
barevný odstín a*	-0,12 ± 0,50	-0,59 ± 0,54	-0,68 ± 0,20	-0,33 ± 0,51	ns
barevný odstín b*	8,05 ± 1,14	7,58 ± 0,80	7,99 ± 0,64	8,24 ± 0,93	ns
perforace hřbetního tuku - tuk D (N)	108,70 ± 58,81	59,61 ± 44,58	91,86 ± 88,62	64,64 ± 27,21	ns
perforace hřbetního tuku - tuk H (N)	104,63 ± 33,74	74,31 ± 28,09	90,20 ± 45,66	90,42 ± 42,52	ns

Pozn.: ns - hodnoty nejsou statisticky průkazné, \bar{x} - průměr, SD - směrodatná odchylka, P - průkaznost

5.3 Vliv živé hmotnosti na histologii tukových buněk

Při histologickém zhodnocení tukových buněk jsme sledovali tyto parametry: počet tukových buněk v 1mm², plochu tukových buněk, diametr, perimetr a vnější perimetr. Sledované hodnoty nebyly statisticky průkazné.

Jak uvádí tabulka 5, z histologie tukových buněk v horní části řezu je patrné, že největší počet tukových buněk (60,27) v 1 mm² bylo naměřeno u skupiny živé hmotnosti od 105 – 109,9 kg, která vykazovala nejmenší plochu tukové buňky (3430,23 μm²). Na rozdíl od skupiny s živou hmotností do 104,9 kg, u které byl naměřen nejmenší počet tukových buněk (55,00) v 1 mm² a naopak největší plochu tukové buňky (3839,35 μm²).

Nejmenší vnější perimetr tukových buněk byl naměřen u skupiny 2 a největší vnější perimetr tukových buněk byl naměřen u skupiny 4. Kruhovitost tukových buněk byla u všech skupin srovnatelná. Z výsledků měření lze usoudit, že prasata s nejnižší živou hmotností mají nejmenší počet tukových buněk s větším průměrnou plochou, což se neshoduje s uvedenými studiemi (Anderson a Kauffman, 1973, Brenda a kol., 1998).

Tabulka 5: Histologie tukových buněk v horní části řezu v závislosti na živé hmotnosti

Skupina	1	2	3	4	P
Ukazatel	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
počet tukových buněk v 1 mm ²	55,00 ± 18,76	60,27 ± 12,59	58,73 ± 18,54	57,38 ± 19,13	ns
průměrná plocha tukové buňky (μm ²)	3839,35 ± 1226,89	3430,23 ± 637,32	3498,23 ± 1115,78	3697,17 ± 1311,84	ns
diametr (μm)	64,10 ± 8,18	62,43 ± 5,92	61,34 ± 8,01	63,12 ± 7,81	ns
perimetr (μm)	307,36 ± 70,16	256,14 ± 12,68	310,37 ± 56,28	323,82 ± 109,45	ns
vnější perimetr (μm)	303,24 ± 67,13	254,95 ± 12,87	305,93 ± 52,81	316,52 ± 101,03	ns
kruhovitost	0,70 ± 0,07	0,77 ± 0,04	0,73 ± 0,08	0,74 ± 0,08	ns

Pozn.: ns - hodnoty nejsou statisticky průkazné, \bar{x} - průměr, SD - směrodatná odchylka, P - průkaznost

V tabulce 6, která uvádí hodnoty histologie v dolní části řezu hřbetního tuku, nevyšly žádné hodnoty jako statisticky průkazné. Největší počet tukových buněk (63,80) v 1 mm² s nejmenší průměrnou plochou tukové buňky (3877,72 μm²) bylo naměřeno u skupiny s živou hmotností do 104,9 kg a nejmenší počet tukových buněk (49,64) v 1 mm² s největší průměrnou plochou tukové buňky (4329,81 μm²) bylo zjištěno ve skupině s živou hmotností od 110 do 114,9 kg. Je tedy zřejmé, že s rostoucí živou hmotností se snižuje počet tukových buněk, ale zároveň se zvětšuje jejich plocha. Nejmenší vnější perimetr tukových buněk byl naměřen u prasat s živou hmotností nad 115 kg a největší vnější perimetr tukových buněk byl naměřen u prasat s živou hmotností od 110 – 114,9 kg.

S našimi výsledky se shoduje studie Andersona a Kauffmana (1973) kteří zjistili, že s růstem živé hmotnosti, od 1 – 2 měsíce věku, dochází k růstu počtu tukových buněk, od 2 – 5 měsíce roste tuková tkáň kombinací růstu nových buněk i zvětšováním jejich objemu a od 5 – 6 měsíce věku dochází ke zvýšení tukové tkáně v důsledku zvětšování objemu jednotlivých buněk. K podobnému výsledku dospěl i Brenda a kol. (1998), kteří zkoumali růst tukových buněk u krys.

Pro nedostatek studií zabývajících se histologií tukových buněk lze porovnat výsledky se studii zabývajícími se svalovými vlákny. Bee a kol. (2007) ve své studii uvádí, že prasata s vyšší porážkovou hmotností měla větší příčnou plochu řezu všech typů svalových vláken, což se shoduje s našimi výsledky, kdy s rostoucí hmotností rostla i plocha tukových buněk. Z tabulky 6 také vyplývá, že s rostoucí plochou tukových buněk rostl i diametr tukových buněk do hmotnosti 110 – 114,9 kg. Také Čítek a kol. (2012) pozorovali s rostoucí plochou řezu svalového vlákna i růst diametru svalového vlákna.

Tabulka 6: Histologie tukových buněk v dolní části řezu v závislosti na živé hmotnosti

Skupina	1	2	3	4	P
Ukazatel	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
počet tukových buněk v 1 mm²	63,80 ± 33,97	51,09 ± 12,40	49,64 ± 14,17	50,13 ± 9,55	ns
průměrná plocha tukové buňky (μm²)	3877,72 ± 813,43	4052,57 ± 904,75	4329,81 ± 1028,50	4026,68 ± 792,53	ns
diametr (μm)	64,43 ± 5,60	68,12 ± 6,39	69,95 ± 7,13	67,27 ± 7,57	ns
perimetr (μm)	304,36 ± 35,68	314,23 ± 42,58	325,16 ± 21,99	275,11 ± 41,77	ns
vnější perimetr (μm)	299,75 ± 33,34	312,25 ± 42,07	322,71 ± 20,95	267,91 ± 40,11	ns
kruhovitost	0,70 ± 0,08	0,75 ± 0,07	0,75 ± 0,06	0,75 ± 0,07	ns

Pozn.: ns - hodnoty nejsou statisticky průkazné, \bar{x} - průměr, SD - směrodatná odchylka, *P* – průkaznost

6 Závěr

Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv živé hmotnosti prasat na kvantitu a kvalitu hřbetního tuku a na histologii tukové tkáně.

Z výsledků měření lze konstatovat, že statisticky průkazný vliv byl sledován u ukazatelů výkrmnosti, a to pouze v případě průměrného denního přírůstku, který rostl s přibývajícím živou hmotností. Nejnižší průměrný denní přírůstek měla prasata do 104,9 kg, která vykazovala nejvyšší konverzi krmiva a naopak prasata s živou hmotností nad 115 kg s nejvyšším přírůstkem dosáhla nejnižší konverze krmiva.

Sledovali jsme také růst hřbetního tuku po dobu 7 týdnů a potvrdilo se, že výška hřbetního tuku úzce koreluje s nárůstem živé hmotnosti.

U fyzikálních ukazatelů nebyl nalezen trend v závislosti na růstu živé hmotnosti. Z výsledků je patrné, že se barva tuku zvyšovala pouze do živé hmotnosti 114,9 kg. Nejměkčí tuk byl zjištěn u prasat s živou hmotností od 105 – 109,9 kg, naopak nejtužší tuk vykazovala prasata s živou hmotností do 104,9 kg. Nebyla tedy zaznamenána tendence v závislosti s růstem živé hmotnosti.

Nebyl prokázán významný vliv živé hmotnosti prasat na rozdíly mezi tukovými buňkami u jednotlivých skupin. Z výsledků je však patrný rozdíl mezi horní a dolní částí řezu hřbetního tuku, kdy v horní části řezu bylo zjištěno, že největší počet tukových buněk s nejmenší plochou buněk mají prasata s živou hmotností do 105 – 109,9 kg a u dolního řezu mají nejvyšší počet tukových buněk s nejmenší plochou prasata do 104,9 kg. Je tedy zřejmé, že vliv živé hmotnosti se na histologii tukových buněk neprojevil.

Ostatní sledované ukazatele nebyly statisticky významné.

7 Seznam použité literatury

- Apple, J. K., Maxwell, C. V., Galloway, D. L., Hutchison, S., & Hamilton, C. R. 2009. Interactive effects of dietary fat source and slaughter weight in growing-finishing swine: Growth performance and longissimus muscle fatty acid composition. *Journal of Animal Science*. 87(4). 1407-1422.
- Atzmon G., Yang X. M., Muzumdar R., Max, H., Gabriely I., Barzilai, N. 2002. Differential gene expression between visceral and subcutaneous fat depots. *Hormone and Metabolic Research*. 34. 622-628.
- Bečková, R., Václavíková, E. 2006. Vepřové maso je zdravé. *Náš chov*. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha – Uhřetěves. 1. 43–44.
- Casey, N. H., Van Niekerk, W. A., Webb, E. C. 2003. Goat meat. *Encyclopaedia of Food Sciences and Nutrition*. Academic Press. London. 2937-2944.
- Cesaro, G., Gallo, L., Carraro, L., Tagliapietra, F., Bünger, L., Schiavon, S. 2013. Energy Balance Estimated from Individual Measurements of Body Weight and Backfat Thickness of Heavy Pigs of Four Genetic Lines Fed Different Diets. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 78. (3). 221-224.
- Christie, William, W. 1989. *Gas chromatography and lipids: a practical guide*. The Oily Press. Scotland. 320 s. ISBN 09-514-1710-X.
- Fiedler, J., Smital, J. 2003. Aspekty růstu svaloviny u prasat. *Náš chov*, 63. (1). 47-48.
- Frühbeck, G. 2006. Intracellular signalling pathway activated by leptin. *Biochemical Journal*. 393. 7–20.
- Kerry, J., Ledward, A. D. 2009. *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat*. Woodhead Publishing in Food Science. Technology and Nutrition. Taylor and Francis. p. 500. ISBN 1420077902

Ingr, I., Jandásek, J., Gal, R., Sládek, M., Poul, F. 2004. Meat quality in two hybrid slaughter lines of pigs. *Czech Journal of Animal Science*. 49 (5). 220-225.

Jeremiah, L. E., Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L., Rolland, D. C. 2003. Effects of feeding different levels of conjugated linoleic acid and total oil to pigs on subsequent pork quality and palatability. *Canadian Journal of Animal Science*. 83 (4). 713-720.

Kouba, M., Mourot, J. 1999. Effect of a high linoleic acid diet on lipogenic enzyme activities and on the composition of the lipid fraction of fat and lean tissues in the pig. *Meat science*. 52 (1). 39-45.

Kučera, J. Marbling [online]. 3. Ledna 2003 [cit. 2015-11-14]. Dostupné z <<http://www.osel.cz/193-marbling.html>>.

Lazar, M. A. 2007. Resistin and obesity-metabolic diseases. *Hormone and Metabolic Research*. 39. 710–716. doi: 10.1055/s-2007-985897

Marvan, F., Hampl, A., Hložánková, E., Kresan, J., Massanyi, L., Vernerová, E., 1992. *Morfologie hospodářských zvířat*. Brázda, s. r. o. Praha. 328 s. ISBN 978-80-213-1658-4.

Matsuzawa, Y., Funahashi, T., Kihara, S. 2004 Adiponectin and metabolic syndrome. *Arteriosclerosis. Thrombosis and Vascular. Biology*. 24. 29-33.

Mc Evoy, F. J., Strathe, A. B., Madsen, M. T., Svalastoga, E. 2007. Changes in the relative thickness of individual subcutaneous adipose tissue layers in growing pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 49. 32.

Mc Murry, J., 2007. *Organická chemie*. Akademické vydavatelství VUTIUM. VŠCHT. 1176 s. ISBN 978-80-214-3291-8.

Moody, W. G., Zobrisky, S. E., Ross, C. V., Naumann, H. D. 1996. Ultrasonic Estimates of Fat Thickness and Area in Lambs. *Journal of Animal Science*. 24(2). 364-367.

Monziols, M., Bonneau, M., Davenel, A., Kouba, M. 2005. Tissue distribution in pig carcasses exhibiting large differences in their degree of leanness, with special emphasis on intermuscular fat. *Livestock Production Science*. 97. 267–274.

Mullan, B. P., Trezona, M., D'Souza, D. N., Kim, J. C. 2008. Effects of continual fluctuation in feed intake on growth performance response and carcass fat-to-lean ratio in growerfinisher pigs. *Journal of Animal Science* 87, 179 – 188.

Piao, J.R., Tiani, J.Z., Kim, B.G., Choi, Y., Han, I.K. 2004. Effect of sex and market weight on performance. Carcass characteristics and pork opiality of market hogs. *Asian Australasian Journal Sciences*. 17 (10). 1452-1458.

Pipek, P. 1998 *Technologie masa II*. 1.ed. Karmelitánské nakladatelství. Praha. 360 s. ISBN 80-7192-283-8.

Reece, W. O. 2010. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada Publishing, Havlíčkův Brod. 480 s. ISBN 978-80-247-3282-4.

Reilly, M.P., Lehrke, M., Wolfe, M.L., Rohatgi, A., Lazar, M.A., Rader, D.J. 2005. Resistin is an inflammatory marker of atherosclerosis in humans. *Circulation*. 111. 932-939

Rokyta, R., Bernášková, K., Franěk, M., Jurčovičková, J., Kozák, T., Kříž, N., Mareš, J., Matějovská, I., Nohejlová, K., Pekárková, I., Pometlová, M., Rokyta, P., Rokytová, V., Šlamberová, R., Štofková, A., Yamamotová, A. 2015. *Fyziologie a patologická fyziologie pro klinickou praxi*. Grada Publishing, a.s. Praha. 712 s. ISBN 978-80-247-9902-5.

Rothschild, F. M., Ruvinsky, A. 2006. *The genetics of the pigs*. CAB International, p. 611, ISBN 0-85199-229-3.

Rytina, L. 2008. Prasata ve výkrmu podle Dr. Close. Náš chov 6.

SAS Propriety Software Release 9.2 of the SAS System for Microsoft Windows.

SAS Institute Inc. Cary. NC. 2011.

Squires, E. J. 2003. Applied Animal Endocrinology. CABI Publishing. Wallingford. p. 234. ISBN 0-85199-594-2

Smitka, K. 2011. Adipokiny a hormonální funkce tukové tkáně. Česká kinantropologie [online], 2011, roč. 15, č. 1 [16.3.2016]. ISSN 1211-9261. <http://www.ceskakinantropologie.cz/index.php/TestJournal/article/view/12>

Steinhauser, L. 1995 Hygiena a technologie masa. Last. Brno. 664 s. ISBN 80-900260-4-4.

Steinhauser, L. 2000. Produkce masa. Last. Brno. 464 s. ISBN: 80-900260-7-9.

Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. 2009. Základy chovu prasat. PowerPrint. Praha. 180 s. ISBN 978-80-904011-2-9.

Stupka, R., Šprysl, M., Matoušek, V., Čítek, J., Kernerová, N. 2009. Testy populací prasat – staniční testy. PowerPrint. Praha. 28 s. ISBN 978-80-213-1888-5.

Ševčíková, S., Koucký, M. 2008. Technika výkrmu prasat oddělených dle pohlaví. Metodika. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves. 24 s. ISBN 978-80-7403-009-3.

Škop, V., Kontrová, K., Zídková, J., Zídek, V. 2009 Adipocytokiny - nedávno objevené hormony tukové tkáně. Chemické listy. 103. 3. 187–192.

Takashima, S., Nishii, N., Kato, A., Matsubara, T., Shibata, S., Kitagawa, H. 2016. Molecular cloning of feline resistin and the expression of resistin, leptin and adiponectin in the adipose tissue of normal and obese cats. The Journal of Veterinary Medical Science. 78(1). 23–28.

Tanaka, M., Maiko, N., Atsunori, F., Katsumori, S., Naohito, A., Morihiro, M., Ryutaro, K., Ichihiro S. 2007. Visfatin is released from 3T3-L1 adipocytes via a non-classical pathway.

Biochemical and biophysical research communications. 359, 2, 194–201. ISSN 0006- 291X.
doi:10.1016/j.bbrc.2007.05.096

Tichý, F., Horký, D., Kociánová, I., Gorošová, A. 2000. Histologie- cytologie a obecná histologie. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno. 165 s. ISBN 80-85114-86-0.

Tilg, H., Moschen, A.R. 2006. Adipocytokines: mediators linking adipose tissue, inflammation and immunity. Nature reviews Immunology. 6. 772-783.

Trojan, S., Langmeier, M., Hrachovina, V., Kittnar, O., Koudelová, J., Kuthan, V., Mareš, J., Marešová, D., Mourek, J., Pokorný, J., Sedláček, J., Schreiber, M., Trávníčková, E., Wunsch, Z. 2003. Lékařská fyziologie. Grada Publishing, a.s. Praha. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.

Velíšek, J., Hajšlová, J. 2009. Chemie potravin 1. 3. vyd. Tábor. OSSIS. 580 s.
ISBN 978-80-86659-15-2.

Velíšek, J., 2009. Chemie potravin. Rozšířené a přepracované 3. vydání. Tábor. OSSIS. xxii.
580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.

Webb, E. C., O'Neill, H. A. 2008. The animal fat paradox and meat quality. Meat science. (80). 28–36.

Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Whittington, F. M. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. Meat science. 78(4). 343-358.

8 Seznam použitých zkratk a symbolů

Ca	vápník,
CYS	cystein,
g	gram,
kg	kilogram,
ks	kus,
LYZ	lyzin,
MEp	metabolizovatelná energie,
MET	metionin,
MJ	megajoule,
mm	milimetry,
Na	sodík,
NL	dusíkaté látky,
ns	hodnoty nejsou statisticky průkazné,
P	fosfor,
<i>P</i>	průkaznost,
PIC	Pig Improvement Company
SD	směrodatná odchylka,
THRE	treonin,
TRY	tryptofan,
\bar{x}	aritmetický průměr,
μm	mikrometry

9 Seznam tabulek a grafů

Tabulky:

Tabulka 1 Živinné složení KKS	str.23
Tabulka 2 Ukazatelé výkrmnosti v závislosti na živé hmotnosti.....	str.26
Tabulka 3 Měření výšky hřbetního tuku alokou v závislosti na živé hmotnosti.....	str.27
Tabulka 4 Fyzikální ukazatele v závislosti na živé hmotnosti.....	str.31
Tabulka 5 Histologie tukových buněk v horní části řezu v závislosti na živé hmotnosti...	str.32
Tabulka 6 Histologie tukových buněk v dolní části řezu v závislosti na živé hmotnosti...	str.34

Grafy:

Graf 1 Výška hřbetního tuku měřená v bodě A.....	str.28
Graf 2 Výška hřbetního tuku měřená v bodě B.....	str.29
Graf 3 Výška hřbetního tuku měřená v bodě C.....	str.29
Graf 4 Výška hřbetního tuku v bodech B a C měřená při porážce.....	str.30