

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Charakteristika svalových vláken ve vztahu ke kvalitě
masa**

Bakalářská práce

Autor práce: Michaela Myšková

Obor studia: Výživa a potraviny

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

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Charakteristika svalových vláken ve vztahu ke kvalitě masa" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za odborné vedení a za čas, který mi v průběhu zpracování této práce věnovala.

Charakteristika svalových vláken ve vztahu ke kvalitě masa

Souhrn

Tato práce byla zpracována na základě studia odborné literatury a zahrnuje všeobecné informace o morfologii a fyziologii kosterní svaloviny hospodářských zvířat a o faktorech působících na vlastnosti svalových vláken, a tím i na kvalitu masa. Dále obsahuje informace o kvalitativních a kvantitativních ukazatelích jatečné hodnoty a o jakostních odchylkách, které se mohou u vepřového masa vyskytovat.

Základní funkční i morfologickou stavební jednotkou kosterní svaloviny je svalové vlákno. Svalová vlákna lze rozdělit na 3 základní typy na základě převažujícího typu metabolismu a dle rozdílnosti v intenzitě a vytrvalosti stahu. Takto lze svalová vlákna rozdělit na pomalá, přechodná a rychlá, respektive vlákna typu I, IIA a IIB. U vláken typu I je výrazný oxidativní metabolismus, mají nejmenší průměr a největší odolnost vůči vyčerpání. U vláken typu IIB převažuje metabolismus glykolytický. Přechod mezi těmito typy tvoří vlákna typu IIA, která mají metabolismus kombinovaný. Na charakteristiky jednotlivých typů svalových vláken jako je jejich procentuální zastoupení ve svalech nebo jejich velikost má vliv řada faktorů. Jedním z nejvýraznějších faktorů je v rámci druhu plemeno (genetické faktory), dále např. věk, pohlaví, porodní hmotnost a velikost vrhu, porážková hmotnost, vliv prenatalní a postnatalní výživy a restrikce. Z pohledu chovu hospodářských zvířat má morfologie a histologie svalové tkáně přímý vztah ke kvalitě masa. Distribuce a množství jednotlivých typů svalových vláken v rozdílných svalech ovlivňuje především barvu, texturu a vaznost masa.

Kvalita masa je definována jako součet nutričních, sensorických, technologických a hygienicko-toxikologických vlastností. Jatečnou hodnotou se rozumí soubor kvantitativních a kvalitativních ukazatelů hodnotících jatečně upravené tělo a maso. Zahrnuje kritéria zpracovatelského průmyslu, výrobce i spotřebitele. Mezi kvantitativní ukazatele patří jatečná výtěžnost, jatečné partie a poměr masitých, tučných a méněcenných částí. Do kvalitativních ukazatelů se řadí kvalita masa, vaznost masa, barva, elektrická vodivost, hodnota pH, obsah intramuskulárního tuku a sensorické vlastnosti masa jako je chuť, vůně, šťavnatost a křehkost. Systém sloužící ke klasifikaci jatečně upraveného těla prasat na základně jednotného ukazatele, jímž je podíl svaloviny v jatečném těle, se nazývá SEUROP. Tato metoda je využívána nejen v České republice, ale celé Evropské unii a dalších vyspělých zemích.

Špatná manipulace se zvířaty může vést k jakostním odchylkám, a tím k znehodnocování masa. Nejčastějšími vadami masa jsou vady PSE a DFD. Dále se může projevit i zkrácení svalových vláken chladem, známé pod názvem cold shortening, nebo zvláštní obdoba PSE, Hampshire efekt.

Klíčová slova: prase, jatečná hodnota, kosterní svalovina, vepřové maso

Characteristics of muscle fibers in relation to meat quality

Summary

This bachelor thesis was written based on the study of reference books and covers the general information about the morphology and physiology of the skeletal muscle of livestock animals as well as information about the factors that affect the properties of the muscle fibres and therefore also the quality of the meat. Moreover, it contains information about the qualitative and quantitative indicators of the slaughter value and also about the meat quality differences which can occur in pork.

The basic functional and morphological structural unit of skeletal muscle is muscle fibre. It is possible to divide muscle fibres into 3 basic types based on the predominant type of metabolism and the difference in intensity and endurance of a contraction. This way, it is possible to divide muscle fibres into slow oxidative, fast oxidative glycolytic and fast glycolytic or fibre types I, IIA and IIB. In type I fibres, the oxidative metabolism is considerable, they have the smallest diameter and the largest resistance do fatigue. In type IIB fibres, the glycolytic metabolism is predominant. The transition between these types is made up of type IIA fibres which have the combined metabolism. A number of factors have an impact on the characteristics of each type of muscle fibres such as the percentage of their distribution in the muscle or their size. One of the largest factors within a species is its breed (genetic factors), also e.g., age, sex, birth weight and the size of the litter, slaughter weight, the influence of prenatal and postnatal nutrition and restriction. From the perspective of animal husbandry, the morphology and histology of the muscle tissue is in direct relation to the quality of the meat. The distribution and amount of the different types of muscle fibres in different muscles primarily impact the colour, texture and water holding capacity of the meat.

Meat quality is defined as the total of nutritional, sensory, technological and hygiene toxicology properties. Carcass value is understood as a set of quantitative and qualitative indicators which evaluate the carcass and meat. It covers the criteria of the meat-processing industry, producer and consumer. The quantitative indicators are the slaughter yield, butchered cuts and the ratio of meat, fat and less desirable cuts. On the other hand, the qualitative indicators are meat quality, meat viscosity, colour, electrical conductivity, pH, intramuscular fat content and sensory properties of the meat such as taste, smell, juiciness and tenderness. The system which serves to classify the dressed pig carcasses based on an integrated indicator being the proportion of muscle in the carcass is called SEUROP. This method is used not only in the Czech Republic, but also across the whole European Union and other developed countries.

Bad manipulation with the animals may lead to quality discrepancies and therefore to the loss of value of the meat. The most common meat defects are PSE and DFD. Furthermore, the shortening of muscle fibres due to cold may occur which is called cold shortening or a particular equivalent to PSE, the hampshire effect.

Keywords: pig, carcass value, skeletal muscle, pork

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Svalstvo	11
3.1.1 Ontogenetický vývoj svalů	11
3.1.2 Svalová tkáň.....	11
3.1.3 Příčně pruhovaná svalovina	12
3.1.4 Vývoj svalů	12
3.1.5 Svalové vlákno.....	12
3.1.6 Typy svalových vláken	13
3.1.7 Cévní zásobení svalstva	15
3.1.8 Inervace svalstva.....	15
3.1.9 Svalová kontrakce.....	16
3.2 Faktory ovlivňující vlastnosti svalových vláken	16
3.2.1 Domestikované x divoké prase	16
3.2.2 Druh	17
3.2.3 Pohlaví	17
3.2.4 Věk.....	18
3.2.5 Porážková hmotnost.....	19
3.2.6 Plemeno	20
3.2.7 Vliv porodní hmotnosti a velikosti vrhu	21
3.2.8 Vliv prenatální výživy	22
3.2.9 Vliv postnatální výživy, restriktce	22
3.2.10 Stres	24
3.2.11 Délka skladovací doby masa.....	24
3.3 Jatečná hodnota	26
3.3.1 Kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty.....	26
3.3.1.1 Jatečná výtěžnost	26
3.3.1.2 Poměr masitých, tučných a méněcenných částí	26
3.3.1.3 Jatečné partie	26
3.3.2 Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty.....	27
3.3.2.1 Kvalita masa	27
3.3.2.2 Vaznost masa.....	27
3.3.2.3 Barva masa	28
3.3.2.4 Elektrická vodivost masa	29
3.3.2.5 Hodnota pH	30

3.3.2.6	Intramuskulární tuk – IMT.....	30
3.3.3	Senzorické vlastnosti masa.....	31
3.3.3.1	Chuť a vůně.....	31
3.3.3.2	Šťavnatost a křehkost.....	32
3.4	Hodnocení jatečných prasat.....	32
3.4.1	System SEUROP.....	32
3.5	Jakostní odchylky vepřového masa.....	33
3.5.1	PSE.....	34
3.5.2	DFD.....	34
3.5.3	Cold shortening.....	36
3.5.4	Hampshire efekt.....	36
4	Závěr.....	38
5	Literatura.....	40
6	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	48
7	Seznam tabulek a obrázků.....	49

1 Úvod

Chov prasat představuje nedílnou součást chovu hospodářských zvířat. Podle statistik FAO se světová produkce vepřového masa odhaduje na 120,5 milionů tun, což je od roku 2017 nárůst o 0,6 %. Česká republika se vzhledem k reprodukčním ukazatelům řadí mezi chovatelsky vyspělé země EU, chov prasat má u nás mnoholetou tradici. Podle údajů ČSÚ bylo k 31. 12. 2018 u nás chováno 1 508 tis. ks prasat, z toho 89 tis. prasníc. Od roku 2017 se jedná o pokles o 24 tis. ks prasat, z toho předně o 5 tis. ks prasníc. I přes výše zmíněnou redukci stavů prasníc během roku 2018 se narodilo prakticky stejně selat jako v roce předešlém, a to 3,21 mil. ks.

V České republice byla v roce 2017 průměrná spotřeba vepřového masa na osobu 43,2 kg. Vepřové maso tvoří zhruba polovinu z veškerého masa, které v průběhu roku zkonzumujeme. Tuzemští konzumenti preferují vepřové maso kvalitní, šťavnaté a křehké, které umožňuje jeho dobré zpracování, a rovněž pozitivně vnímá maso vyrobené na našem území. Oblíbenost vepřového masa podmiňuje také jeho relativně nízká cena v porovnání například s masem hovězím. Prasata patří mezi nejvýkonnější hospodářská zvířata díky své užitkovosti. To je dáno především vysokou schopností syntézy bílkovin a tukových rezerv v těle, což se projevuje vysokou intenzitou růstu. Další výhodou v chovu prasat je jejich ranost, vysoká multiparita, krátká březost, vysoká mléčnost prasníc, dobrá konverze živin a vysoká jatečná výtěžnost.

Vepřové maso je zdrojem kvalitních bílkovin, kterých je v libovém mase průměrně obsaženo 21 % a rostlinné produkty nemohou plně nahradit. Bílkoviny jsou pro naše tělo nezbytné k růstu a obnově buněk a tkání a také k tvorbě hormonů a enzymů. Dále je bohaté na železo, jeden z nezbytných prvků, důležité pro dostatečné okysličování orgánů a správnou cirkulaci krve. Obsahuje také draslík, který se podílí na přesné funkci kardiovaskulárního systému, snižuje krevní tlak, zajišťuje svalový tonus, napomáhá celkové stabilitě vnitřního prostředí a ovlivňuje také náš nervový systém. Vepřové maso obsahuje i fosfor, který podporuje látkovou výměnu a společně s vápníkem pečuje o tvorbu zubů a kostí. V neposlední řadě obsahuje také vitamíny skupiny B, důležité pro správnou funkci metabolismu, především pak vitamíny B1, B2 a B3.

Z výše uvedeného vyplývá, že vepřové maso má pro lidskou výživu značný význam. K zajištění konkurenceschopnosti v oblasti produkce vepřového masa a z hlediska stálého zlepšování výživy obyvatel je nutné, aby jatečná těla prasat obsahovala odpovídající podíl libového masa. Nelze však hledět pouze na kvantitativní stránku. V posledních letech zákazníci obrací svou pozornost na složení vepřového masa a z něho vyplývající zastoupení nutričních látek, dále poté na sensorickou přijatelnost, především chutnost, jemnost, křehkost a šťavnatost. Na stanovení kvality masa se podílejí tři hlavní složky svalu, tj. svalová vlákna, pojivová tkáň a tuková tkáň. Relativní nezávislost mezi vlastnostmi těchto tří hlavních svalových složek naznačuje, že je možné nezávisle manipulovat s těmito vlastnostmi geneticky, nutričně a environmentálně, a tím získat kontrolu nad kvalitou produktů, a tak lépe plnit očekávání výrobců, zpracovatelů masa a spotřebitelů. Předpokladem pro pochopení a kontrolu kvality a kvantity živočišných produktů jsou přesné znalosti týkající se strukturálních a biochemických charakteristik každé svalové složky a jejich vzájemných vztahů s růstovými výkony a kvalitativními parametry masa.

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo vytvoření literární rešerše popisující kvalitu vepřového masa s důrazem na sledování charakteristik svalových vláken.

3 Literární rešerše

3.1 Svalstvo

Svalstvo je specializovaná soustava, která umožňuje aktivní pohyb, změnu tvaru a velikosti otvorů a tělních dutin. Svalová tkáň má schopnost aktivního zkrácení – kontrakce, což je vlastně přeměna chemické energie živin na mechanickou a dochází díky ní k zabezpečování požadované polohy těla a jeho částí (Marvan et al. 2010). Svalstvo představuje 45 - 50 % hmotnosti těla a u jatečných zvířat se jedná o nejpodstatnější součást masa, hlavní surovinu těženou z jejich těl. Svalovou tkáň dělíme na srdeční, kosterní a hladkou. Funkční a tvarová jednotka svalstva je sval (Reece 1998). Senzitivní, motorické a autonomní nervy svalstvo inervují a svalové tepny silně prokrvují. Místo, kde cévy a nervy do svalu vstupují i vystupují, se nazývá hilus. Svalové orgány, které usnadňují činnost svalu, jsou mazové váčky, svalové povázky a šlachové pochvy (König & Liebich 2003).

3.1.1 Ontogenetický vývoj svalů

Svaly se vyvíjejí, až na nepatrné výjimky, ze středního zárodečného listu – mezodermu. V oblasti trupu vznikají z myotomů. Myotomy jsou ventrolaterální části tělních segmentů. Dělí se na episomatickou (tj. nadosovou) a hyposomatickou (tj. podosovou) složku. Z hyposomatické části vznikají svaly hrudní a břišní stěny a ventrální svaly páteře a z episomatické části vznikají vlastní hřbetní svaly.

Myoblasty zůstávající v myomerách tvoří krátké segmentální svaly trupu a zachovávají tak uspořádání svalů. Jiné, především povrchové části myomer spolu srůstají a tvoří tak dlouhé svaly páteře a každá myomera si ponechává svou segmentální inervaci. Další myoblasty myomeru opouštějí a dávají vznik specializovaným svalům a skupinám (König & Liebich 2003).

3.1.2 Svalová tkáň

Svalová tkáň je kontraktilní tkáň zvířat, která vykonává pohyb orgánů. Základem této funkce je přeměna energie chemických vazeb na mechanickou práci. Podle buněčné stavby, způsobu inervace a vzhledu rozdělujeme svalovou tkáň do tří hlavních skupin:

- svalovina příčně pruhovaná, která je stavební tkání kosterních svalů,
- svalovina hladká, která je součástí vnitřních orgánů,
- svalovina srdeční tvořící jediný sval – srdce.

Strukturální rozdíly mezi těmito typy jsou již na buněčné úrovni. Zatímco hladká svalovina je tvořena ze samostatných buněk, příčně pruhovaná svalovina je tvořena soubuním svalového vlákna a srdeční svalovinu tvoří rámec svaloviny s relativně samostatnými úseky. Navenek se rozdílná struktura projevuje optickými vlastnostmi v polarizačním mikroskopu. U příčně pruhované a srdeční svaloviny dochází v polarizačním světle k pravidelnému střídání jednolomných (izotropních) a dvojlomných (anizotropních) úseků. Hladká svalovina je rovnoměrně dvojlomá (Pipek 1993).

Dalším rozdílem je způsob inervace. Příčně pruhovanou svalovinu, kterou lze ovládat vůlí, inervuje periferní nervová soustava. Naproti tomu hladká a srdeční svalovina, které nelze

ovládat vůlí, jsou řízeny autonomní nervovou soustavou. Některé svaly hladké svaloviny nejsou inervovány vůbec a do činnosti se uvádějí nepřímo pomocí látkových přenašečů (Pipek 1993).

3.1.3 Příčně pruhovaná svalovina

Morfologickou i funkční stavební jednotkou příčně pruhované svaloviny je svalové vlákno (myofibrila). Většina myofibril je po narození oxidačního typu a se zvyšujícím se věkem se metabolismus svalu stává glykolytickým (Sova et al. 1990).

Tloušťka svalových vláken je ovlivněna řadou faktorů, z nichž nejvýznamnější jsou genetická determinace, prostředí, výživa a pohybová aktivita. Novorozená zvířata mají všechny svaly složeny z tenkých svalových vláken o tloušťce 5 – 10 μm . Dospělí jedinci dosahují tloušťky 50 – 100 μm . Nejvíce vlákna zesilují ve svalech, které jsou často namáhány a zatěžovány (Marvan et al. 2010).

Jejich délka může být od několika mm do více než 30 cm. Jeden sval je složen z 10^4 - 10^6 svalových vláken (Sova et al. 1990). U jedinců s nízkou porodní váhou může být počet svalových vláken nižší (Gondret et al. 2006). Svalová vlákna jsou obalena jemným vazivem (epimysium, perimysium, endomysium), které souvisle pokrývá svalová vlákna a svalové snopce a přechází až na vazivo části, na kterou se sval upíná a za niž tahá při své kontrakci. Vazivový úpon je zpravidla svalová šlacha (Reece 1998).

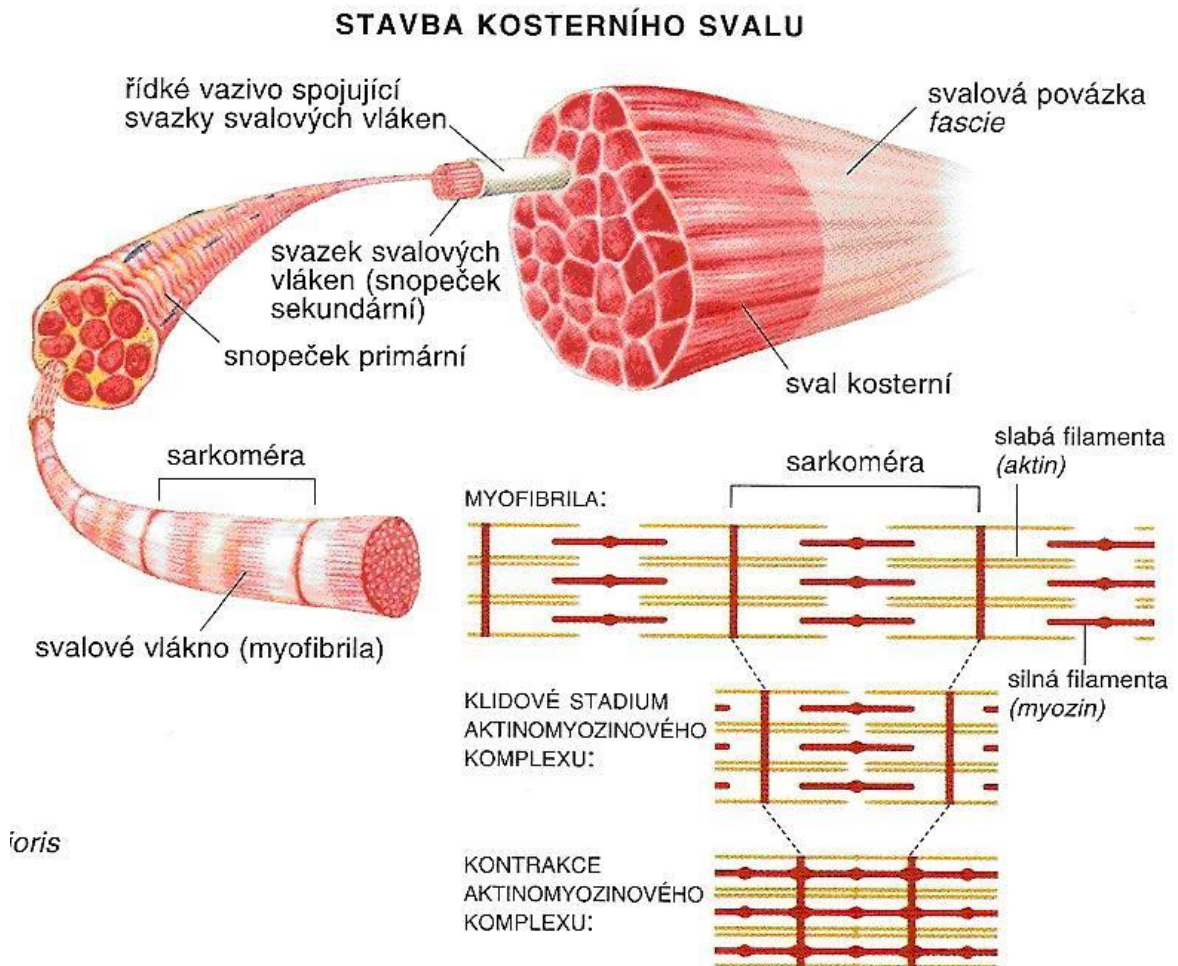
3.1.4 Vývoj svalů

Základní strukturu kosterní svaloviny tvoří 3 typy buněk: myocit (svalová buňka), adipocyt (tuková buňka) a fibroblast (buňka vazivové tkáně). Příčně pruhovaná svalovina vzniká při ději nazývaném myogeneze (Lawrence 2012). V začáteční fázi myogeneze v zárodečném vývoji se tvoří primární vlákna. Poté přichází fetální fáze vývoje kosterních svalů, při které se tvoří sekundární svalová vlákna a tvoří většinu kosterních svalových vláken. Tato fáze je velice podstatná, protože počet svalových vláken se po narození již nezvyšuje. Postnatální růst svalů není způsoben vznikem nových vláken, nýbrž zvětšováním velikosti svalového vlákna. Vznik sekundárních svalových vláken se z části překrývá se vznikem intramuskulárních adipocytů a fibroblastů (Du et al. 2010)

3.1.5 Svalové vlákno

Svalová vlákna jsou základní stavební jednotkou kosterního svalu a z hlediska svalového objemu zaujímají více než 75 % (Lee et al. 2012). Jedná se o válcovité útvary, jejichž délka závisí na stavbě svalu a tloušťka na genetické determinaci, stravě a pohybové aktivitě. Histologicky se jedná o velké buňky, které vznikají v embryonálním vývoji z mnoha menších buněk, tzv. myoblastů, proto pod plazmatickou membránou (sarkolemou) svalových vláken můžeme nalézt více buněčných jader. Cytoplasma svalových buněk (sarkoplazma) je vyplněna myofibrilami. Jsou to vysoce organizované jednotky složené ze sarkomer. Sarkomera je úsek mezi 2 tzv. Z-liniemi, kde se střídají vždy tenčí úseky (I-proužky – izotropní) a úseky silnější (A-proužky – anizotropní). A proužky jsou tlustá filamenta, v kterých je protein myosin, a I proužky, s proteinem aktinem, jsou tenká.

Toto střídání je příčinou příčného pruhování myofibril ve svalovém vláknu (Kašpar et al. 2013). V průměru 2 – 5 % objemu svalu tvoří nitrosvalové vazivo, které je oporou svalových vláken. Zastupuje funkci mechanickou, spojovací a vyplňovací a má velký význam pro činnost svalu (Jelínek et al. 2003).



foris

Obrázek 1 – Stavba kosterního svalu (<https://latinsky.estranky.cz/>)

3.1.6 Typy svalových vláken

Podle množství myofibril a množství sarkoplazmy můžeme morfologicky rozlišovat vlákna na červená (pomalá) a bílá (rychlá).

Červená svalová vlákna jsou oproti bílým tenká, mají méně myofibril, více sarkoplazmy, mitochondrií a svalového barviva myoglobinu. Tyto svaly mají vysoký obsah lipidů a glykogenu. Mají méně vyznačené žíhání, pomalejší reakci a delší latenci. Mají úlohu v dlouhém a vytrvalém stahu. Energií získávají cestou oxidace.

Naopak je tomu u bílých vláken, která mají myofibril více, méně sarkoplazmy, mitochondrií a myoglobinu. Jejich svalové kontrakce trvají krátce a jsou přizpůsobena k jemným a obratným pohybům. Energií získávají cestou anaerobní glykolýzy (Marvan et al. 2010).

Reece (1998) rozeznává ještě typ vlákna přechodného (intramedialního), které charakteristikami stojí mezi vlákny bílými a červenými. Má vysoký obsah myoglobinu, nižší rychlost kontrakce a velmi nízkou unavitelnost.

Podle toho, jak je aktomyosinový adenosintrifosfát (ATP) citlivý k odlišnému pH, rozlišují Brooke & Kaiser (1970) vlákna na typ I, IIA, IIC a IIB. Vlákna typu I mají nízký obsah fosforylázy a ATP a vysoký podíl oxidativních enzymů. Vlákna typu II mají naopak vysoký obsah fosforylázy a ATP a nízký podíl oxidativních enzymů. Tato vlákna se vzhledem k nestálosti pH dále rozlišují na typy IIA, IIB a IIC. Vlákna IIC jsou histologicky podobná vláknům IIA a liší se ve zbarvení. Obsah vláken typu IIB má vliv na kvalitu vepřového masa. Prasata, jejichž maso má těchto vláken více, mají maso podobné vadě PSE. Dále je pak maso světlejší a má nižší kapacitu zadržování vody (Ryu & Kim 2005). Podle Listrat et al. (2016) obsah vláken ve svalu MLLT u prasat činí pro vlákna typu I přibližně 10 %, pro vlákna typu IIA také 10 % a pro vlákna typu IIB 55 %.

Ashmore & Doerr (1971) kombinují kontraktilní a metabolické charakteristiky a dělí vlákna na αR = rychle stažitelná oxidativní, αW = rychle stažitelná glykolytická a βR = pomalu stažitelná oxidativní. Podle metabolických charakteristik se rozlišují vlákna bílá – W, která jsou glykolytická a vlákna červená – R, která jsou oxidativní. Červená vlákna mají hodně mitochondrií, naopak vlákna bílá jich mají málo a mají vysoký obsah glykogenů.

Larzul et al. (1997) použili označení vláken I, IIA, IIBr a IIBw. Index r značí oxidativní vlákna a index w glykolytická. Vlákna typu IIA a IIBr odpovídají vláknům typu αR . Podle Ashmore & Doerr (1971) vlákna typu IIA a IIBr odpovídají vláknům typu αR , dále vlákna typu I odpovídají vláknům βR a vlákna IIBw vláknům αW .

Podle histochemického barvení pomocí oxidačního enzymu NADH (tetrazolium reduktázy) a rozdílné aktivity se vlákna dělí na SO, FOG a FG. SO = vlákna červená, pomalá oxidační, FOG = přechodná, rychlá oxidativní-glykolytická, FG = bílá, rychlá glykolytická (Peter et al. 1972).

Lefaucheur & Gerrard (2000) rozdělili svalová vlákna na základě rychlosti svalové kontrakce a druhu metabolismu na STO (pomalá oxidační), FTO (rychlá oxidační) a FTG (rychlá glykolytická).

Reggiani & Masvarello (2004) rozdělili vlákna na základě dvou kritérií. Těmi jsou rychlost kontrakce a schopnost vyrovnat se se ztrátou energie v důsledku kontrakce. Vlákna dělí na typ S (pomalá, vytrvalá), FR (rychlá, vytrvalá) a FF (rychlá, snadno unavitelná). Tabulka 1 shrnuje rozdělení typů svalových vláken podle jednotlivých autorů.

Tabulka 1 - Rozdělení typů svalových vláken

AUTOR	TYP SVALOVÝCH VLÁKEN		
Brooke & Kaiser (1970)	I	IIA	IIB
Ashmore & Doerr (1971)	β R	α R	α W
Peter et al. (1972)	SO	FOG	FG
Larzul et al. (1997)	I	IIA, IIBr	IIBw
Reece (1998)	červená	přechodná	bílá
Lefaucheur & Gerrard (2000)	STO	FTO	FTG
Reggiani & Masvarello (2004)	S	FR	FF

3.1.7 Cévní zásobení svalstva

Pro správnou funkci svaloviny je nutné, aby byla dostatečně zásobena živinami. Ty se k ní dostávají prostřednictvím krve. Cévní zásobení kosterního svalstva je vydatné. V epimysiu se tepny rozvětvují a jejich hlavní větve probíhají kolmo k délce svalových vláken. Z hlavních větví tepen odstupují tepénky a ty probíhají paralelně se svalovými vlákny.

V endomysiu, zejména u červených svalových vláken, probíhá 3 – 5 vlásečnic na 1 vlákno. Průměr vlásečnice dosahuje 4 – 5 μ m. Když je sval v nečinnosti, tak je otevřeno pouze 5 % krevních vlásečnic, zbývající kapiláry se otvírají podle potřeby při zvýšení svalové činnosti. Současně se zvyšuje i světlost, a tím i prostupnost kapilár, což umožňuje snadnější přestup tekutin, živin a metabolitů z krve do svalů.

Mízní kapiláry a cévy jsou v kosterních svalech vyvinuty v malém rozsahu (Reece 1998).

3.1.8 Inervace svalstva

Pro dokonalé fungování kosterního svalstva je nezbytná jeho inervace. Ta je zabezpečena motorickými, senzitivními a autonomními vlákny. Každé vlákno kosterní svaloviny obsahuje nervosvalovou ploténku. Jedná se o místo, kde se spojí koncová větev nervového vlákna se svalovým vláknem a vytvoří tak synapsi. Vzruch jednoho neuronu uvádí v činnost vždy několik svalových vláken. Nervové vlákno spolu se skupinou svalových vláken, které motorický neuron inervuje, se nazývá motorickou jednotkou. Čím menší je počet vláken řízený jedním neuronem, tím přesněji je řízena činnost svalů. Proto jsou nejmenší motorické jednotky lokalizovány např. v okohybných svalech a největší ve svalech zádočných a končetinových (Reece 1998).

Vzruch, který na nervosvalovou ploténku přejde z míšního nebo hlavového nervu vyvolá uvolnění acetylcholinu do štěrbin mezi terminální větví nervového vlákna a svalovým vláknem. Na základě příchodu nervového vzruchu začnou prostupovat ionty vápníku presynaptickou membránou a tím urychlí uvolňování acetylcholinu. Acetylcholin zvyšuje permeabilitu membrány svalového vlákna pro ionty sodíku, což vede k depolarizaci

této membrány. Ta se šíří všemi směry od nervosvalového spojení. Vzniklý impulz je veden do všech částí svalového vlákna a vyvolává svalový stah. Pro synchronizaci stahu je zapotřebí, aby se depolarizovaly všechny části svalového vlákna téměř současně, což je umožněno přenosem impulzu sarkotubulárním systémem. Po bleskové depolarizaci je acetylcholin hydrolýzován enzymem acetylcholinesterázou na kyselinu octovou a cholin. Další depolarizace může nastat až s příchodem dalšího nervového impulzu (Reece 1998).

Praxe rozeznává dva druhy inervací, a to inervaci autonomní a senzitivní. Autonomní inervace je určována autonomními nervovými vlákny, která v kosterních svalech zprostředkovávají především cévohybné reakce a zčásti působí i na činnosti svalových vláken. Senzitivní inervace začíná v receptorech označovaných jako nervosvalová vřeténka a šlachová vřeténka. Jejich souhra zabezpečuje dokonalou informovanost o stavu zatížení, napětí a stahu všech svalů (Jelínek & Koudela 2003).

3.1.9 Svalová kontrakce

Funkce svalové soustavy je založena na schopnosti svalové kontrakce, při které se mění chemická energie živin na energii mechanickou a tepelnou. Může být vyvolána buď přímým podrážděním (mechanicky, termicky, elektricky, osmoticky) nebo nepřímo prostřednictvím hybného nervu (Pipek 1993).

Při svalové kontrakci dochází k zasouvání jednotlivých filament do sebe. Hlavičky vystupující do stran z tlustých filament posouvají tenká filamenta k H – zóně a tím vzniká klouzávý pohyb. Energie potřebná ke svalové kontrakci se získává štěpením ATP. Ke štěpení ATP dochází působením ATPasy, která se nachází v hlavičkách myosinu a v klidovém stavu je blokována hořčnatými ionty. Pokud dojde k nervovému vzruchu, tak se ze sarkoplazmatického retikula uvolní vápenaté ionty do prostoru myofibril a vytěsní hořčnaté ionty, čímž se aktivuje ATPasa. Štěpením ATP se získá potřebná energie pro kontrakci. Po skončení nervového vzruchu jsou vápenaté ionty opět vytěsněny do sarkoplazmatického retikula (Pipek 1993).

Pro uskutečnění nové kontrakce je nutné ATP resyntetizovat. Nezbytná energie je získána štěpením sacharidů přítomných ve svalech, případně i přeměnou tukových složek (Pipek 1993).

3.2 Faktory ovlivňující vlastnosti svalových vláken

3.2.1 Domestikované x divoké prase

Domestikace hospodářských zvířat začala asi před 8 000 – 10 000 lety a byla poháněna poptávkou po lidských zdrojích potravy. Tento proces byl spojen s podstatnými morfologickými, fyziologickými a psychologickými změnami u domácích prasat ve srovnání s divokými předky (Larson et al. 2005).

Ruusunen & Puolanne (2004) ve své studii zjistili, že svaly domestikovaných prasat obsahují více vláken typu IIB a méně vláken typu IIA než svaly divokých prasat. Dále měla divoká prasata ve svalech vyšší kapilární hustotu, což značí o vyšší oxidační schopnosti.

Lösel et al. (2013) ve své studii zkoumali svalovou strukturu čtyř různých kosterních svalů (LD = *m. longissimus*, ST = *m. semitendinosus*, RH = *m. rhomboideus*,

PM = *m. psoas major*). Pro výzkum použili pět domestikovaných prasat (DP) plemene německá landrace (4 samice, 1 samec) a čtyři evropská divoká prasata (WB) (3 samice, 1 samec). Všechna zvířata byla asi tři měsíce stará (DP 95 ± 3 d; WB 92 ± 3 d) a byla krmena *ad libitum*. Ve stejném věku vykazovala DP téměř čtyřnásobnou tělesnou hmotnost v porovnání s WB (DP $47,3 \pm 3,3$ kg; WB $12,7 \pm 3,7$ kg). Toto zjištění se shoduje se zjištěním výzkumu Rehfeldt et al. (2008), kde domestikovaná prasata ve dvaceti týdnech vykazovala také čtyřnásobně vyšší tělesnou hmotnost oproti prasatům divokým. Dále vykazovala domestikovaná prasata vyšší hmotnost jater (4x), srdce (2,7x), PM (3,5x), RH (2,5x) a ST (5,8x). V žádném ze zkoumaných svalů nebyly pozorovány rozdíly v poměru vláken STO mezi domestikovanými a divokými prasaty. Zastoupení vláken FTO bylo nižší ve všech svalech u domestikovaných prasat oproti divokým. Největší rozdíl byl pozorován ve svalu *m. longissimus*, a to 54 %. Největší nárůst v důsledku domestikace byl pozorován na vláknech typu FTG, jejichž zastoupení bylo ve všech svalech u domestikovaných prasat vyšší než u divokých prasat (Lösel et al. 2013).

3.2.2 Druh

Je známo, že velikost těla obratlovců a jejich hmotnost se výrazně liší. Rozdíly v množství svalové hmoty závisí na počtu a velikosti svalových vláken. Průměry svalových vláken u jednotlivých druhů zvířat nejsou přímým odrazem jejich velikosti. Největší svalová vlákna nenajdeme u největšího savce, velryby, ale u prasete (Rehfeldt et al. 2004). Svaly velkých savců jsou složeny převážně z vláken typu I a IIA, zatímco svaly malých savců se skládají především z vláken přechodných a vláken typu IIB (Schiaffino & Reggiani 2011).

Zochowska-Kujawska & Zobczak (2009) porovnávali velikost plochy řezu a procentuální zastoupení jednotlivých typů vláken ve svalu *semimembranosus* u tří různých druhů. Daněk, v porovnání s divokým prasetem a srncem, vykazoval nejnižší procento vláken typu IIA a nejvyšší procento vláken typu IIB. Nejvyšší procento vláken typu I mělo divoké prase, naopak nejnižší měl srnec. U srnce bylo zjištěno nižší procento bílých vláken a u divokého prasete a srnce nejnižší. Největší plocha řezu byla typická pro divoké prase a nejmenší plochu řezu vykazovali daňci a srnci.

3.2.3 Pohlaví

Je mnoho studiemi prokázáno, že rozdíly mezi vlastnostmi svalových vláken mohou být ovlivněny pohlavím (Ozawa et al. 2000). Velikost a počet svalových vláken jsou ovlivňovány pohlavními hormony. Pokud jsou v období prenatalního utváření svalových vláken dostatečně vysoké rozdíly v obsahu androgenních hormonů, mohou hormonální činnosti vzniknout rozdíly v počtu svalových vláken mezi samci a samicemi. V postnatálním období je možné aplikací testosteronu stimulovat hypertrofii svalových vláken (Rehfeld et al. 2004).

Až do dosažení pohlavní dospělosti je vliv pohlaví nepatrný. Na jatečné hodnotě a kvalitě masa se vliv pohlaví, případně kastrace, uplatňují až po dosažení pohlavní dospělosti (Pipek & Jirotková 2001).

Samci a samice mají rozdílný temperament a rozdílnou intenzitu metabolických procesů. Samičí maso obsahuje více tuku než samčí, protože samice mají úspornější

metabolismus a ukládají část energie jako záložní tuk pro vývoj plodu nebo pro přežití nepříznivých podmínek. V souvislosti s pohlavím se bere v úvahu i vliv kastrace. Ta se dnes provádí pouze u samců. Kastráti oproti nekastrovaným samcům rostou sice pomaleji, hůře využívají krmivo, mají menší jatečnou výtěžnost, méně požitelných částí a více tuku, ale narozdíl od nekastrovaných samců se u nich neobjevuje agresivita, nežádoucí pohlavní pach a nižší jakost masa (Pipek & Jirotková 2001). Bonneau & Lebret (2010) uvádí, že maso kanečků má vyšší obsah nenasycených mastných kyselin a nižší obsah tuku než maso vepřků.

Elminowska-Wenda (2006) nezjistila žádný vliv pohlaví na procentuální zastoupení červených, bílých a přechodných vláken ve svalu *musculus longissimus lumborum et thoracis* mezi pohlavími. Rozdíl byl pouze v průměru červených vláken u vepřů, který byl výrazně vyšší než u prasniček. Průměry ostatních vláken byly podobné.

Bee (2004) porovnával svalová vlákna u vepřků a prasniček o stejné tělesné hmotnosti. Plocha řezu vláken FOG a FG ve světlých úsecích svalu *semitendinosus* byla výrazně větší u prasniček. Oproti vepříkům měly prasničky menší vlákna typu SO ve svalech *longissimus* a *rectus femoris*. Dále byl u svalu *rectus femoris* pozorován rozdíl v podílu vláken FOG a FG, kdy u vepřků byl větší podíl vláken FOG a u prasniček FG. U ostatních svalů nebyly pozorovány významné rozdíly mezi pohlavími. Celkově byla vlákna SO nejvíce zastoupená u prasniček. Vlákna FG a FOG převažovala u vepřů.

Brocks et al. (2000) ve své studii zkoumali vliv selekce na charakteristiky svalových vláken. Hodnotili prasničky a kanečky druhé a čtvrté generace, kteří byli selektováni na snížení hřbetního tuku nebo na rychlý růst. Ve svalu *biceps femoris* a MLLT měly prasničky více vláken typu IIBw a méně vláken typu I než kanečci. Prasničky také vykazovaly menší hodnoty u přechodných vláken IIA a IIBr v bílé části svalu *biceps femoris*. Tyto výsledky jsou v rozporu se studií Larzul et al. (1997), kde mezi pohlavími nebyly pozorovány rozdíly v zastoupení typů vláken.

Nissen et al. (2003) porovnávali charakteristiky primárních a sekundárních vláken u stejně starých prasniček a vepřků ve svalu *semitendinosus*. Vliv pohlaví byl významný v počtu primárních svalových vláken, kdy u vepřků byl jejich počet vyšší. V počtu sekundárních vláken, celkovém počtu svalových vláken a v zastoupení vláken typu I vliv pohlaví významný nebyl. Pohlavím nebyla ovlivněna ani velikost vláken vyjádřená plochou řezu vláken typu I a IIA. Larzul et al. (1997) však uvádí opak. Zjistili, že prasničky měly výrazně větší průměrnou plochu řezu vláken oproti vepříkům, zejména ve vláknech typu IIBw.

3.2.4 Věk

Věk zvířat ovlivňuje jejich růst a vývin a následně složení a vlastnosti masa. Nejprve se vyvíjí hlava, kosti a končetiny, dále svalovina a nejpozději tukové tkáně. Nejintenzivněji probíhá růst svaloviny v období dospívání zvířete. V dospělosti se poté zvyšuje ukládání tuku (Ingr 2003).

Počet svalových vláken ve svalech prasat je dán již v prenatálním období. Při postnatálním růstu dochází hlavně k zvětšování délky a průměru svalových vláken, nikoliv k zvětšování jejich počtu (Wojtysiak 2013). V postnatálním období dochází k metabolické diferenciaci svalových vláken. Prase při narození má většinu svalových vláken oxidačního

charakteru a s přibývajícím věkem se metabolismus svalových vláken přeměňuje na více glykolytický (Lefaucheur 2010).

Ve studii Bee et al. (2007) zkoumali složení svalových vláken ve svalech *m. longissimus*, *rectus femoris* a *m. semitendinosus* u vepříků poražených ve věku 113 a 154 dní. Starší vepřici měli oproti mladším větší podíl všech typů svalových vláken ve všech svalech, výjimkou byla vlákna typu SO ve světlé části svalu *m. semitendinosus*.

Wojtysiak (2013) ve své studii zkoumal prasata plemene polská large white poražená ve věku 90, 150 a 210 dní. Prokázalo se, že s přibývajícím věkem se zvětšuje velikost diametru svalových vláken.

3.2.5 Porážková hmotnost

Latorre et al. (2004) se zabývali vlivem porážkové hmotnosti na kvalitu masa. Pro výzkum použili křížence (pietrain x large white) x (landrace x large white). Prasata byla porážena v různých porážkových hmotnostech (116 kg, 124 kg, 133 kg). Denní příjem krmiva (ADFI) se mezi skupinami výrazně nelišil, ale prasata porážena v hmotnosti 116 kg měla vyšší průměrný denní přírůstek (ADG) a zároveň poměr ADG : ADFI byl u těchto prasat vyšší. Prasata porážena ve 133 kg měla vyšší jatečnou výtěžnost (78,6 %) oproti skupině porážené ve 116 kg (77,3 %) a ve 124 kg (77,7 %). Tato skupina měla také vyšší vrstvu hřbetního tuku (27 mm) než skupiny s porážkou hmotností 116 a 124 kg (22,1 mm a 25,7 mm). Skupina porážena ve 116 kg měla vyšší podíl plece (15,4 %) než ostatní skupiny (14,8 % a 14,9 %). Stejně tak byl zaznamenán vyšší podíl kýty u skupin s porážkovou hmotností 116 kg a 124 kg (26,6 % a 26,5 %) oproti skupině porážené ve 133 kg (25,9 %). K podobným výsledkům se dopracovali i Bee et al. (2007), v jejichž studii měla prasata s nižší porážkovou hmotností (62,1 kg) vyšší podíl kýty (19 %) a plece (12,5 %) než prasata s vyšší porážkovou hmotností (99,5 kg; kýta 17,9 %, plec 11,6 %).

Choi & Oh (2016) ve své studii zkoumali vliv porážkové hmotnosti na charakteristiky svalových vláken, kvalitu masa a senzorickou kvalitu masa. K výzkumu použili celkem 86 kříženců (landrace x yorkshire x duroc; 40 prasniček a 46 kastrováných samců) s průměrným počátečním věkem $86,0 \pm 4,5$ d a tělesnou hmotností $37,5 \pm 7,9$ kg. Podmínky prostředí byly před porážkou i po porážce stejné pro všechna prasata. V době porážky byla rozdělena na prasata s těžkou hmotností (HW, průměrná živá hmotnost 130,5 kg), střední hmotností (MW, průměrná hmotnost 111,1 kg) a lehká (LW, průměrná hmotnost 96,3 kg). Mezi skupinami byly výrazné rozdíly v oblasti svalových vláken. Skupina HW vykazovala větší průměrnou plochu vláken ve srovnání se skupinami MW a LW (4452, 4008 a 3716 μm^2). U vláken typu I nebyl pozorován významný rozdíl mezi skupinami. Vlákna typu IIA byla ve skupině HW větší ve srovnání se skupinami MW, LW (2 999, 2 235, 2 322 μm^2). Stejně tak tomu bylo i u vláken IIB (4 827, 4 209 a 4 077 μm^2). Žádný významný rozdíl nebyl pozorován v celkovém počtu vláken mezi skupinami HW a MW, ovšem v porovnání se skupinou LW vykazovala skupina HW výrazně vyšší počet. Mezi skupinami nebyly nalezeny významné rozdíly v procentech ploch typů vláken.

Nebyly pozorovány žádné významné rozdíly v hodnotě pH₄₅, světlosti, odkapu a stříhové síle mezi skupinami a vyšší živé hmotnosti neovlivnily ani senzorickou kvalitu, včetně měkkosti, šťavnatosti a chuti (Choi & Oh 2016).

3.2.6 Plemeno

Rehfeldt et al. (2004) porovnával počet svalových vláken a jejich průměr v *m. longissimus* u různých plemen prasat (german landrace, german large white, leicoma, schwerfurter, pietrain, saddle back). Největší počet svalových vláken byl zaznamenán u plemene schwerfurter. Největší průměr vláken vykazovala prasata plemene pietrain. Nejmenší počet svalových vláken i průměr svalových vláken měla prasata plemene saddle back.

Svalové charakteristiky mezi různými plemeny zkoumali i Ryu et al. (2008). Ve studii použili plemena landrace, berkshire, yorkshire a jejich tříplemenného hybridu. Výsledky procentuálního zastoupení typů svalových vláken u jednotlivých plemen prasat jsou znázorněny v Tabulce 2. Nejmenší průměr vláken byl zaznamenán u kříženců, nejvyšší u plemene berkshire. Nebyly zaznamenány významné rozdíly v počtu svalových vláken mezi plemeny.

Tabulka 2 - Zastoupení typů svalových vláken u jednotlivých plemen prasat (Ryu et al. 2008)

Zastoupení typů svalových vláken (%)				
Plemeno	berkshire	landrace	yorkshire	B x L x Y
Typ I	10,69	9,14	8,92	8,13
Typ IIA	9,02	9,4	10,61	12,44
Typ IIB	80,29	81,53	80,47	79,43

Ve studii Lee et al. (2012) uvedli, že hodnoty pH₂₄ svalu *longissimus* se významně nelišily mezi prasaty duroc, landrace a yorkshire, zatímco hodnoty pH₂₄ byly vyšší u prasat berkshire oproti prasatům duroc, landrace a yorkshire. Prasata plemene landrace dále vykazovala větší plochu i celkový počet vláken typu IIB oproti plemenům duroc a yorkshire.

Choi et al. (2016) porovnávali kvalitu vepřového masa z čistokrevných prasat a třícestných kříženců. Použili celkem 79 prasat, z toho 15 čistokrevných prasat duroc, 15 čistokrevných prasat landrace, 20 čistokrevných prasat yorkshire a 29 kříženců LYD (landrace x yorkshire x duroc). Obsah tuku ve svalu *longissimus* byl nejvyšší u prasat plemene duroc. Hodnoty pH měřené 24 hodin po porážce byly vyšší u plemene landrace v porovnání s kříženými prasaty. Po celou dobu skladování (14 dní) si všechna jatečná těla prasat udržovala normální hodnoty pH (5,4 až 5,6). V této studii vzhledem k hodnotám pH, načervenalé barvě, hojnému mramorování a nízké ztrátě šťávy odkapem došli Choi et al. (2016) k závěru, že maso čistokrevných prasat bylo z hlediska kvality masa uspokojivější než maso kříženců.

3.2.7 Vliv porodní hmotnosti a velikosti vrhu

V posledních desetiletích je kladen velký důraz na počet narozených selat ve vrhu. Několik studií prokázalo, že zvýšením velikosti vrhu se snižuje průměrná porodní hmotnost selat (Bérard et al. 2011).

Vlivem porodní hmotnosti na růst prasat se zabývali Bérard et al. (2011). Ke studii použili 60 vepřků plemene swiss large white z různě velkých vrhů ($S < 10$, $L > 14$) a rozdělili je do tří skupin podle porodní hmotnosti (LBTW – nejlehčí, MBTW – střední, HBTW – nejtěžší). Ze studie vyplynulo, že selata s nižší porodní hmotností (LBTW) měla menší průměrný denní přírůstek, rostla pomaleji a restriktce byla méně účinná v porovnání se skupinami MBTW a HBTW. Bez ohledu na porodní hmotnost měli vepřici z vrhů S vyšší podíl plece a méně tuku než vepřici z vrhů L.

Bee (2004) ve své studii uvádí, že selata s nižší porodní hmotností ($1,27 \pm 0,06$ kg) mají větší příčnou plochu řezu svalových vláken typu SO, FG, FOG ve svalech *m. longissimus*, *m. rectus femoris* a *m. semitendinosus* oproti těžším selatům ($1,76 \pm 0,06$ kg). To samé zjistili i Gondret et al. (2006) ve své studii, kde selata s nižší porodní hmotností vykazovala větší průměr příčné plochy řezu svalovým vláknem ve svalu *m. rhomboideus*, *m. semitendinosus* a *m. longissimus*. Opak tvrdí Bérard et al. (2011), kteří zjistili, že selata s vyšší porodní hmotností ($1,2 - 1,4$ kg a $>1,6$ kg) mají větší příčnou plochu řezu svalového vlákna a vyšší celkový počet svalových vláken ve svalu *m. semitendinosus* než selata s porodní hmotností $0,8 - 1,2$ kg.

Božičković et al. (2017) zkoumali vliv velikosti vrhu na růst a strukturu *m. semitendinosus* u novorozených selat a jatečných prasat. Ke studii bylo použito 8 prasnic německé landrace a jeden kanec téhož plemene. Průměrná velikost vrhu byla 14 selat, tudíž došlo k rozdělení na vrhy malé (<14 selat) a velké (>14 selat). Všechna selata byla odstavena 28 dní po porodu a během celého období růstu byla krmena *ad libitum*. Chovatelské období trvalo 180 dnů a průměrná hmotnost jatečných prasat byla na konci výkrmu 108,35 kg.

Tělesná hmotnost byla vyšší u selat z menších vrhů, ale žádný statisticky významný rozdíl nebyl pozorován. Podobná situace byla zaznamenána u všech morfologických charakteristik svalu *m. semitendinosus*. Vyšší hodnoty byly zjištěny pro hmotnost, délku, obvod a průřez svalu u selat z menších vrhů, opět se ale nejednalo o významné rozdíly (Božičković et al. 2017).

Vliv velikosti vrhu na histologickou strukturu svalu byl monitorován pomocí celkového počtu vláken, počtu primárních vláken, počtu sekundárních vláken, procenta primárních vláken a poměrem sekundárních:primárních vláken. Všechny tyto charakteristiky byly vyšší u selat z menších vrhů. Statisticky významný rozdíl byl pouze v počtu primárních vláken, u selat z menších vrhů 15 053 a u selat z větších vrhů 11 347 (Božičković et al. 2017).

U prasat na konci výkrmového období byly výsledky obdobné. Prasata z menších vrhů vykazovala vyšší hodnoty v těchto vlastnostech: hmotnost, délka, obvod a průřez svalu *m. semitendinosus*, tělesná hmotnost. Jednalo se ale o zanedbatelné rozdíly. Velikost vrhu zvláště neovlivnila ani histologickou strukturu *m. semitendinosus* (celkový počet vláken a plochu různých typů vláken). Plocha vláken STO byla vyšší u prasat z větších vrhů (22 % a 19 %), zatímco plocha vláken FTO byla vyšší u prasat z menších vrhů (31 % a 26 %). Plocha vláken FTG byla u obou skupin ekvivalentní, tj. 50% (Božičković et al. 2017).

3.2.8 Vliv prenatální výživy

Choe et al. (2010) zkoumali vliv výživy březích prasnic na tělesnou váhu, počet vláken a kvalitu masa u selat. Použili celkem 18 prasnic (landrace x yorkshire x duroc). Kontrolním prasnicím byla podávána standardní strava. Jedné ze dvou experimentálních skupin byla podávána vysoce energetická strava (HE) a druhé skupině strava s vysokým obsahem proteinů (HP). Selata narozená prasnicím ze skupiny HE vykazovala významně vyšší porodní hmotnost než selata narozená prasnicím ze skupiny HP. Oproti tomu ve studii Dwyer et al. (1994) zjistili, že vysoký příjem energie v krmivu během březosti neovlivnil průměrnou porodní hmotnost prasat. Podobné výsledky ukázala i studie Nissen et al. (2003), kde porodní hmotnost prasat nebyla nijak ovlivněna vysokým příjmem potravy prasnic. Dále také uvádějí, že výživa matek nemá žádný vliv ani nepříznivé účinky na vývoj svalových vláken u selat. Choe et al. (2010) také nezaznamenali žádné významné rozdíly v počtu svalových vláken u selat z kontrolní skupiny a skupin HP a HE. Došli tedy k závěru, že výživa matky v průběhu březosti nemá významný vliv na tělesnou hmotnost, počet svalových vláken při narození nebo znaky kvality vepřového masa potomků.

Mezi potomky prasnic z kontrolní skupiny a skupiny se zvýšenou stravou nebyl zaznamenán žádný rozdíl v hodnotě pH, ztrátě odkapem masové šťávy nebo zbarvením masa (Nissen et al. 2003).

Výživa prasnic pod požadovanou úroveň příjmů před a během období vývoje sekundárních svalových vláken u plodu negativně ovlivňuje počet svalových vláken u potomků (Dwyer et al. 1994). Nissen et al. (2003) navíc uvedli, že podvýživa prasnic ovlivňuje myogenezi, zatímco krmení nad požadovanou úroveň příjmů má malý nebo žádný účinek na vývoj svalových vláken u plodu.

Fainberg et al. (2014) zjišťovali, zda suplementace tuku ve stravě březích prasnic má vliv na svalovinu narozených selat. Ve studii použili čtrnáct prasnic (yorkshire x landrace), které byly uměle inseminovány a náhodně rozděleny do dvou skupin. Kontrolní skupina C, která byla krmena klasickou stravou, a skupina HF („high fat“), která měla dietu s vysokým obsahem tuku, tedy doplňovanou palmovým olejem. Selata narozená prasnicím ze skupiny HF byla v 7 dnech věku těžší a měla větší plochu řezu vláken svalu *biceps femoris*.

Zhou et al. (2016) zjišťovali účinky zlepšení stavu vitamínu D u prasnic pomocí suplementace na vývoj svalů narozených selat. Selata narozená prasnicím, které měly v potravě vysoký obsah vitamínu D, vykazovala významně vyšší počet svalových vláken ve svalu *m. longissimus dorsi* a větší plochu řezu vláken u svalu *m. psoas major* a *m. longissimus dorsi*.

3.2.9 Vliv postnatální výživy, restriktce

Celkový počet svalových vláken u prasat je stanoven již během prenatálního a časného novorozeneckého období a přírůstek hmotnosti po narození je dán pouze zvětšující se délkou a tloušťkou svalových vláken. Složení a průměr svalových vláken je dáno nejen genetickými faktory, ale také mnoha faktory prostředí, včetně výživy (Rehfeldt & Kuhn 2006).

Při kvalitativním omezení krmiva dochází k menšímu ukládání tuku a zvyšování podílu libové svaloviny. Zvyšování objemu svalové hmoty je především důsledkem hypertrofie svalových vláken (Fraga et al. 2009).

Bee et al. (2007) se zabývali vlivem restrikce na charakteristiky svalových vláken. Skupina prasat krmených *ad libitum* měla oproti restringovaným prasatům více svalových vláken typu SO ve svalech *m. semitendinosus*, *m. rectus femoris*, *m. longissimus*, více vláken typu FG ve svalu *m. semitendinosus*, více svalových vláken typu FOG ve světlé části *m. semitendinosus* a oproti tomu méně svalových vláken typu FG ve svalech *m. rectus femoris* a *m. longissimus*.

Serrano et al. (2009) zkoumali vliv restrikce na růstové schopnosti prasat. Ke studii použili křížence iberian x duroc. Restrikce probíhala od 152 do 263 dne věku a 54 dní před porážkou měla všechna prasata přístup ke krmivu *ad libitum*. V období restrikce měla prasata krmená *ad libitum* vyšší průměrný denní přírůstek (ADG) i denní příjem krmiva (ADFI) než restringovaní jedinci. V období, kdy měla všechna prasata přístup ke krmivu *ad libitum*, vzrostly hodnoty ADG, ADFI i poměr mezi nimi u restringovaných prasat na hodnoty srovnatelné s druhou skupinou. V průběhu celého období výkrmu však měla vyšší hodnotu ADG vždy prasata krmená *ad libitum*. Tato prasata měla dále menší podíl kýty a plece a vyšší obsah tuku než prasata restringovaná.

Cílem studie Bogucka et al. (2013) bylo zjistit vliv různých strategií výživy prasat (restrikce a realimentace) na histochemické rysy ve svalech *m. longissimus lumborum* (LL), *m. biceps femoris* (BF) a *m. semitendinosus* (ST). K výzkumu použili 35 prasniček (dánská landrace x polská large white) během růstu z 91 dní (40 kg tělesné hmotnosti) na 168 dní věku (115 kg tělesné hmotnosti). Ve věku 91 dní byly rozděleny do tří skupin: kontrolní skupina (C) a dvě experimentální skupiny LEP (prasnice, které dostávaly stravu, která měla o 35 % méně energie a bílkovin) a LP (prasnice, které dostávaly stravu ochuzenou o 35 % bílkovin). Studie zahrnovala dvě období růstu: období výkrmu od 91 do 119 dnů, ve kterém bylo omezeno množství energie a proteinu, nebo samotného proteinu. Ve věku od 119 do 168 dnů byla zvířata krmena *ad libitum*.

Všechna prasata poražená ve věku 91 dnů vykazovala podobnou histologickou strukturu svalů LL, BF a ST a nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly v podílu jednotlivých vláken ani v průměru vláken (Bogucka et al. 2013).

U prasat poražených ve věku 119 dnů bylo zjištěno, že snížení příjmu bílkovin a energie (skupina LEP) nebo samotných bílkovin (skupina LP), má významný účinek pouze na procentuální zastoupení a průměr FTG vláken. V případě svalů LL a ST byl zjištěn rozdíl v podílu vláken (%) mezi skupinami LEP a LP. Skupina LP měla nejvyšší podíl těchto bílých vláken a skupina LEP nejmenší. Průměr vláken FTG byl významně větší u prasat ze skupiny C ve srovnání se skupinou LP, tedy omezení příjmu bílkovin v potravě přispělo ke snížení průměru bílých vláken ve 119 dnech věku. Dále v každé experimentální skupině byl u svalu BF pozorován nejmenší počet vláken STO a nejmenší počet vláken FTG (Bogucka et al. 2013).

Na konci experimentu (168. den) se svaly prasat z experimentálních skupin významně nelišily v žádném ze sledovaných znaků mikrostruktury. Svaly LL a BF však vykazovaly tendenci ke snižování průměrů STO, FTO a FTG vláken v restrikčně krmených skupinách ve srovnání s kontrolní skupinou C. Nejméně FTO vláken bylo pozorováno u všech skupin ve svalu LL (Bogucka et al. 2013).

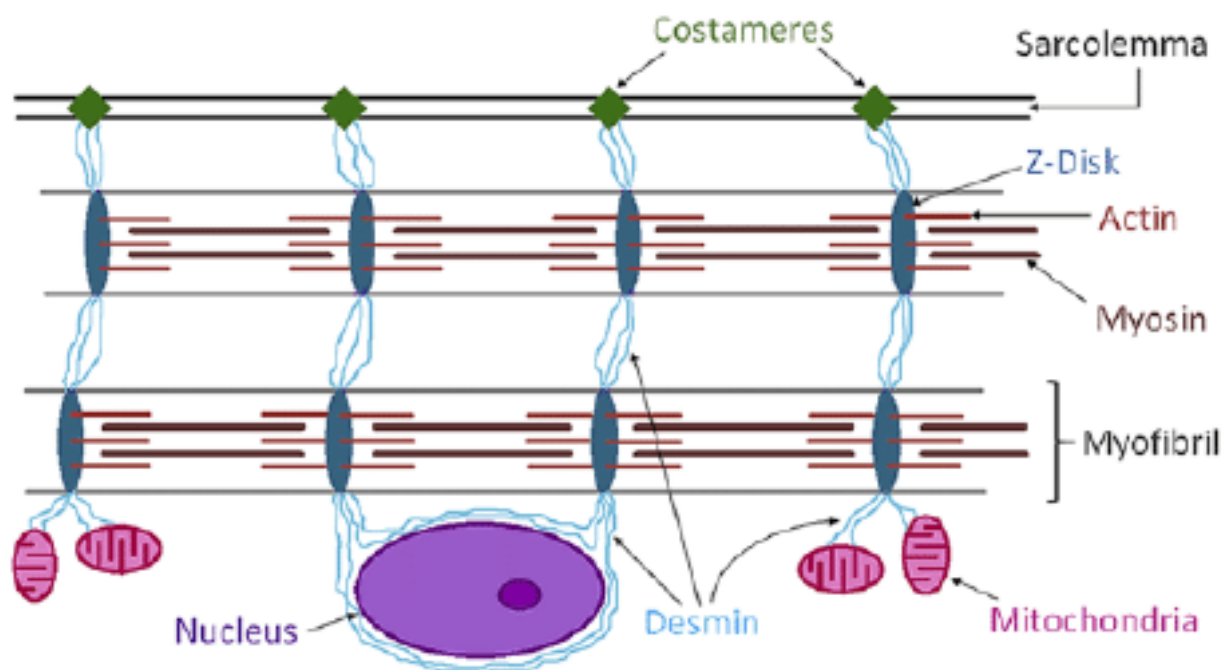
3.2.10 Stres

Vztah mezi sekrecí stresových hormonů, měřené podle jejich obsahu v moči shromážděné po porážce a složením jatečně upravených těl a kvalitou masa zkoumali Foury et al. (2005). Se zvyšujícími se hladinami kortizolu a adrenalinu v moči se zvyšovala hodnota tuku v jatečném těle a snižoval se obsah libového masa. Toto tvrzení značí, že nadledvinové hormony podporují hromadění tuků na úkor svalových bílkovin. Naopak intramuskulární tuk nebyl ovlivněn žádnou hladinou hormonů. Nakonec pH měřené 24 h po porážce pozitivně korelovalo s hladinami katecholaminů, což značí účinek související s katabolismem svalového glykogenu katecholaminy uvolněnými během předporážkového stresu, který zhoršuje okyselení masa *post mortem*.

Choi et al. (2012) zkoumali vliv koncentrace svalového kortizolu, jakožto hlavního stresového hormonu, na vlastnosti svalových vláken a technologickou a smyslovou kvalitu vepřového masa. Hladiny kortizolu měřené ve svalech hospodářských zvířat mohou být užitečnými ukazateli stresu. Mohou být ovlivněny jak genetickými, tak environmentálními faktory, jako je např. rozmnožování, pohlaví, náchylnost ke stresu, opakovaný hluk, manipulační a přepravní podmínky, doba ustájení a omračující ošetření. Ke studii bylo použito celkem 71 kříženců (landrace x yorkshire x duroc) s průměrnou počáteční tělesnou hmotností $50,3 \pm 0,28$ kg (100 dní staré), heterozygotní pro halothanový gen a klinicky zdravé. V této studii se charakteristiky svalových vláken, včetně velikosti, hustoty a složení typu vlákna, mezi skupinami významně nelišily. Skupina s nízkým obsahem kortizolu vykazovala vyšší pH₄₅ než zbylé dvě skupiny. Maso s nízkým obsahem kortizolu bylo v porovnání se zbylými skupinami šťavnatější, chutnější a křehčí, ale nejednalo se o významné rozdíly. Dále maso z této skupiny bylo světlejší a vykazovalo větší ztráty odkapem.

3.2.11 Délka skladovací doby masa

Posmrtné změny svalové tkáně určují následnou užitečnost masa pro produkci a kulinářské účely a mimo jiné závisí na poměru oxidačních a glykolytických vláken a na rychlosti degradace cytoskeletárních proteinů. Ty tvoří komplexní síť vláknitých struktur a představují více než 85 % proteinů buňky (Bee et al. 2007). Cytoskelet tvoří tři typy vláken: mikrotubuly, mikrofilamenta a intermediální filameny. Jedním z hlavních proteinů intermediálních filamentů je desmin. V kosterních svalech obklopují desminová vlákna myofibrily v úrovni Z-linie. To vytváří trojrozměrnou komplexní síť propojující sousední myofibrily s buňkami a jadernými membránami. Na Obrázku 2 je schematicky znázorněna asociace desminových intermediálních filamentů s myofibrily, sarkolemou, mitochondriemi a jádrem. Některé studie prokázaly, že cytoskeletární proteiny během skladování masa degradují a jejich degradace je důležitá pro kvalitu masa, zejména pro jeho křehkost a schopnost zadržovat vodu (Wojtysiak 2013).



Obrázek 2 - Schematické znázornění asociace desminových intermediálních filament s myofibrily, sarkolemou, mitochondriemi a jádrem (Koutakis et al. 2015)

Cílem studie Wojtysiak & Połtowicz (2015) bylo stanovení posmrtné degradace desminu a změny mikrostruktury a fyzikálně-chemických vlastností *m. longissimus lumborum* (LL) a *m. adductor* (AD) u výkrmových prasat. K výzkumu použili prasata plemene polská landrace, která byla vykrmována z 50 na 105 kg tělesné hmotnosti. Testy byly provedeny v den porážky 45min *post mortem* a opakovány po 24 h, 96 h a 168 h *post mortem*. Vzorky byly vakuově zabaleny a skladovány při teplotě 4 °C.

Průměry vláken typu I, IIA i IIB se po 24 h skladování významně snížily v obou svalech LL i AD. Během následujících skladovacích období nebyl pozorován žádný vliv doby skladování na velikosti vláken u svalu LL. Ovšem u svalu AD bylo zjištěno významné snížení průměru vláken typu IIB 96 h ve srovnání s 24 h. Huff-Lonergan & Lonergan (2005) tvrdí, že velikost svalového vlákna *post mortem* závisí na rozsahu degradace cytoskeletárních proteinů, které spojují myofibrily se sarkoplazmou.

Dále ve své studii Wojtysiak & Połtowicz (2015) zjistili, že degradace desminu není stejná u všech typů vláken. Ve svalu LL, který má větší podíl vláken typu IIB, byl desmin degradován rychleji ve všech obdobích skladování masa ve srovnání s AD, který má výrazně vyšší podíl vláken typu I. V glykolytických svalových vláknech typu IIB je tedy desmin degradován rychleji než v oxidačních vláknech typu I. To může být zapříčiněno tím, že vlákna typu I obsahují větší množství desminu než vlákna typu IIB.

3.3 Jatečná hodnota

Jatečná hodnota je posuzována z hlediska kvalitativního a kvantitativního. Dle Pulkrábka et al. (2005) ji určují:

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

Jatečnou hodnotou se rozumí podíl masa a tuku. Ten vyjadřujeme podílem hlavních masitých částí v procentech z hmotnosti půlky prasete za studena, plochou příčného řezu *musculus longissimus lumborum et thoracis* (MLLT), hmotností kýty s kostmi v procentech z hmotnosti půlky prasete za studena a průměrnou výškou hřbetního tuku. Dále se na ní podílejí i kvalitativní znaky masa, především pH, světlost barvy a schopnost masa vázat volnou vodu (Pulkrábek et al. 2005).

3.3.1 Kvantitativní ukazatelé jatečné hodnoty

3.3.1.1 Jatečná výtěžnost

Výtěžnost je poměr hmotnosti jatečně upraveného těla za tepla k hmotnosti před porážkou. Vyjadřuje se v procentech a pohybuje se u prasat, v závislosti na jejich hmotnosti, od 78 – 85 %. Jatečná výtěžnost roste s narůstající hmotností (Stupka et al. 2009).

Porážková hmotnost je zjištěna zvážením před porážkou a snižena o srážku na nakrmenost. Po porážce se prase rozdělí na dvě půlky tak, aby na obou půlkách byly viditelné obratle, takže půlicí řez prochází páteří. Jatečná (přejímací) hmotnost je hmotnost JUT. Jsou to dvě k sobě náležející půlky s hlavou a kůží, bez výkrojků očních a ušních, bez štetin, mozku, míchy, bránice, jazyka, ledvin, plsti, pohlavních orgánů, špárků, orgánů dutiny hrudní, břišní a pánevní, které jsou vyňaty i s přirostlým tukem. Váží se do 45 minut po porážce. Výtěžnost JUT za studena, tj. 24 hodin po porážce, bývá zpravidla o 2 % nižší (Pulkrábek et al. 2005).

3.3.1.2 Poměr masitých, tučných a méněcenných částí

Do převážně masitých částí se zařazuje pečeně, krkovička, plec bez nožky a kýta bez nožky. U převážně tučných částí se jedná o hřbetní sádlo a plst'. U těžších prasat se do převážně tučných částí řadí i bůček. Méněcenné části jsou hlava a nožičky (Hovorka et al. 1987).

3.3.1.3 Jatečné partie

Z hlediska jatečné hodnoty jsou rozlišovány tyto partie: hlava bez laloku, lalok, krkovička, pečeně (kotleta), kýta, hřbetní sádlo, bůček, plec a nožičky. Dělení jednotlivých partií je důležité vzhledem k jejich konzumní hodnotě a ceně při prodeji (Hovorka et al. 1987).

Pulkrábek et al. (2005) dělí kvantitativní ukazatele na:

- podíl libového masa v % - SEUROOP systém,
- podíl libového masa v % - zkoušky vlastní užítkovosti,
- průměrná výška hřbetního tuku v mm - zkoušky vlastní užítkovosti.

Libové maso (svalovina) je definováno jako příčně pruhované svalstvo, které se při detailních jatečných disekcích dá oddělit nožem. Podíl svaloviny (libového masa) se také může označovat jako zmasilost a jedná se o procentuální podíl hmotnosti svaloviny z hmotnosti JUT za studena.

3.3.2 Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty

3.3.2.1 Kvalita masa

Kvalitu masa můžeme definovat jako součet nutričních (výživová hodnota), sensorických (chuť, barva, vůně, křehkost, šťavnatost), technologických (podíl masa, tuku, vhodnost masa ke zpracování) a hygienicko – toxických vlastností (celkový zdravotní stav, welfare, škodlivé látky). Producenti, zpracovatelé a spotřebitelé ji však vnímají každý rozdílně. Skutečná kvalita masa je však ovlivňována souhrnem podmínek od odchovu, předporážkových okolností a také technologiemi zpracování. Vepřové maso je svým složením a z něj vyplývající nutriční hodnotou velmi vhodné (Bečková & Václavková 2006).

3.3.2.2 Vaznost masa

Z fyzikálně – chemického hlediska lze vaznost masa chápat jako sílu, pomocí které bílkoviny v mase udrží část své vlastní vody a další množství vody přidané. Z technologického hlediska jde o schopnost masa udržet vodu svojí, případně přidanou, za určitých podmínek mechanického namáhání (Stupka et al. 2009).

Vaznost je ovlivněna například geneticky nebo zacházením se zvířetem před a po porážce. Při zastavení krevního oběhu po porážce přechází metabolismus v anaerobní. Vzniká kyselina mléčná a snižuje se pH, které ovlivňuje konečný náboj na bílkovinách. Svalové bílkoviny se přiblíží ke svému izoelektrickému bodu a klesá odpor mezi myofibrilami. Důsledkem je uvolňování vody. Nízká vaznost má za následek mimořádnou ztrátu vody a rozpustných bílkovin například v průběhu zrání a zpracování masa. Zmíněné ztráty mohou vést ke snížení výtěžnosti po porážce o 2 – 12 %. Vedle ekonomického dopadu to má vliv i na vzhled, chuť a zpracovatelnost masa (Di Luca et al. 2013).

Vaznost se stanovuje 24 – 48 hodin po porážce. Stanovuje se metodami, jejichž podstatou je odstředování, lisování, odkap apod. Maximální vaznost je ihned po porážce. Při *rigoru mortis* je v důsledku poklesu pH a odbourávání ATP minimální, poté ale během dalších stádií zrání masa opět roste (Stupka et al. 2009).

Pokud jde o kulinářské zpracování masa, je technologická kvalita masa spojena s kapacitou zadržování vody. Schopnost zadržovat vodu je ovlivněna rozsahem a rychlostí poklesu pH *post mortem*. Vysoká rychlost spojená s vysokou teplotou svalů, zapříčiněná

například stresem nebo intenzivní fyzickou aktivitou těsně před porážkou, způsobuje denaturaci svalových bílkovin, snížení kapacity zadržování vody a zvýšení exsudace (Listrat et al. 2016). Ve studii Wu et al. (2015) vykazovala červená vlákna lepší schopnost zadržovat vodu než vlákna bílá. Dále zjistili, že maso prasat s vyšším porážkovým věkem mělo větší ztráty vody odkapem než maso prasat s nižším porážkovým věkem. Při skladování masa suchým způsobem byly zaznamenány menší ztráty odkapem než při skladování mokrým způsobem ve vakuu (Jin & Yim 2020).

U prasat byly identifikovány dva hlavní geny, které podstatně ovlivňují pokles pH *post mortem* a kapacitu zadržování vody. Mutace genu RYR1 (dříve známý jako halothanový gen) způsobuje syndrom maligní hypertermie prasat a je odpovědná za větší náchylnost prasat ke stresu, rychlý pokles pH *post mortem* a může se projevit jako PSE vada masa (Fujii et al. 1991). Další vada kvality vepřového masa je způsobena mutací genu PRKAG3, který kóduje podjednotku AMP-aktivované proteinkinázy. Tato mutace způsobuje velmi vysokou hladinu svalového glykogenu při porážce (+70 %), zejména v glykolytických svalech, které jsou do značné míry odpovědné za snížení pH *post mortem* a maso s nízkou kapacitou zadržování vody (Milan et al. 2000).

3.3.2.3 Barva masa

Nápadným znakem, podle kterého spotřebitel posuzuje kvalitu masa a masných výrobků, je právě barva masa. Je dána zejména obsahem hemových barviv, z nichž nejvýznamnější jsou myoglobin a hemoglobin. Jedná se o komplexy bílkovinného řetězce globinu a barevné skupiny hemu. Hemoglobin má v molekule tyto komplexy čtyři, myoglobin jeden. Myoglobin slouží ve svalech jako zásobárna kyslíku a hemoglobin zajišťuje přenos kyslíku z plic do svalů. Přestože hemoglobin není přímo svalovým barvivem, může být v různých koncentracích v maso obsažen. Jeho obsah závisí na kvalitě vykrvení a na celkovém obsahu hemových barviv. Při nízkém obsahu myoglobinu je obsah hemoglobinu poměrně vysoký (Pipek & Jirotková 2001).

Centrální atom železa hemových barviv na sebe může vázat různé ligandy, převážně plyny. Nejvýznamnější změny způsobuje vzdušný kyslík. Pokud se na centrální atom železa v hemu naváže molekula kyslíku, vznikne rumělkově červený oxymyoglobin. Tato reakce se nazývá oxygenace a probíhá při vyšší koncentraci kyslíku, jaká je například v atmosféře. Rumělkové zabarvení závisí na hloubce, do které kyslík pronikl a jeho stabilita je ovlivněna složením atmosféry, vlhkostí, teplotou, pH, obsahem tuků nebo intenzitou osvětlení. Další plyn, který se může navázat, je oxid dusnatý. Jeho navázáním vzniká světle růžový nitroxymyoglobin. Centrální atom železa může také podléhat oxidaci účinkem oxidačních činidel, zejména vzdušným kyslíkem a peroxidem vodíku. Hemová barviva se tak přeměňují na metmyoglobin a methemoglobin, jejichž železnatý ion základního hemu je zoxidován na železitý. Peroxid vodíku může v maso vznikat při výskytu laktobacilů. Způsobuje rozklad hemových barviv a maso zezelená (Steinhauser et al. 2000).

Barvu masa lze měřit vizuálně, chemickou analýzou barevných pigmentů, nebo fyzikálním měřením interakcí světla s povrchem vzorku. Vizuální měření však nepodává objektivní výsledky, jako měření instrumentální.

Nejčastěji je barva vyjadřována systémem CIE L*, a* a b*. V tomto systému se udává hodnota L*, která je funkcí reflektance (poměr intenzity odraženého světla ku intenzitě dopadajícího světla). Pro zastoupení bílé barvy je hodnota L* 100 % a černé barvy 0 %. Barevné odstíny jsou vyjádřeny koeficientem hodnoty a* a b*. Souřadnice a* vyjadřuje vztah mezi barvou červenou a zelenou a souřadnice b* mezi barvou žlutou a modrou. Objektivně je barva vyhodnocována pomocí spektrofotometrů (Pipek & Pour 1998).

Barvu masa ovlivňuje složení svalových vláken. Vysoký obsah myoglobinu ve vláknech typu I a IIA vede k pozitivnímu vztahu mezi podílem těchto vláken a intenzitou červené barvy. Svaly skotu, ovcí a koní, které obsahují vysoký podíl vláken typu I bohatých na myoglobin, jsou náchylné k tvorbě metmyoglobinů, snižuje se jejich barevná stálost a objevuje se hnědé zbarvení. Oproti tomu svaly prasat a kuřat mají vysoký podíl glykolytických vláken, což vede k produkci bílého masa (Listrat et al. 2016). Barva masa je ovšem složitá vlastnost ovlivněná mnoha faktory včetně genotypu, výživy a manipulace před porážkou (Wu et al. 2015).

Kim et al. (2018) porovnávali vliv metod a doby zrání na fyzikálně-chemické a senzorické vlastnosti svalů *longissimus lumborum*. Ve studii zrály vepřové panenky buď 7 nebo 14 dní mokřím nebo suchým zráním. Syrové vepřové panenky, které zrály mokřím způsobem byly po 14 dnech světlejší než po 7. U vepřových panenek zrajících za sucha tomu bylo naopak. Dále bylo u vepřových panenek zrajících za sucha nižší zarudnutí než u panenek, které zrály mokřím způsobem a u obou způsobů zrání došlo ke snížení zarudnutí během sedmého a čtrnáctého dne zrání. Vařené vepřové panenky, které zrály 14 dnů, byly světlejší a méně zarudlé než vepřové panenky, které zrály 7 dnů. Metody zrání neměly na tyto vlastnosti vařené vepřové panenky velký vliv.

Vliv metod zrání na fyzikálně-chemické vlastnosti svalu *m. longissimus dorsi* porovnávali také Jin & Yim (2020). Ve studii aplikovali metodu suchého zrání v závěsu a zrání za mokra v solném roztoku ve vakuu. Bez ohledu na použitou metodu se hodnota L* zvyšovala s dobou zrání. V den 7. vykazovaly vzorky zrající mokřím způsobem vyšší hodnoty L* a nižší hodnoty a* oproti vzorkům, které zrály suchou metodou.

3.3.2.4 Elektrická vodivost masa

Hodnota elektrické vodivosti se zjišťuje 50 minut po porážce ve svalu MLLT. Při zrání masa dochází k poškození buněčných stěn masa vlivem intenzivní glykolýzy. Tím se naruší izolační účinnost stěn a stoupá jejich elektrická vodivost v závislosti na odporu prostředí (Stupka et al. 2009).

Jukna et al. (2012) zkoumali vztah elektrické vodivosti ve svalech prasat po různé dlouhé době po porážce k ukazatelům kvality masa. K výzkumu použili 70 litevských velkých bílých prasat o tělesné hmotnosti 90 - 110 kg. Svalová elektrická vodivost byla stanovena ve svalech *m. longissimus dorsi* a *m. semimembranosus* a byla hodnocena 45, 60, 90, 120 a 150 minut a 24 a 48 hodin po porážce. Elektrická vodivost svalu *m. longissimus dorsi* se 24 hodin po porážce zvýšila 3,76krát a *m. semimembranosus* 1,99krát oproti hodnotám měřeným 45 minut po porážce, a dále se zvyšovala, dokud maso nedosáhlo zralosti 48 hodin po porážce. Korelační koeficienty mezi některými parametry kvality masa zkoumanými 48 hodin po porážce a elektrickou vodivostí během prvních 45 minut po porážce

byly poměrně vysoké a mohou mít praktický význam. V nejlepší korelaci s elektrickou vodivostí během prvních 45 minut po porážce bylo pH, křehkost a vaznost masa. Dospěli k závěru, že stanovení elektrické vodivosti masa během prvních 45 – 50 minut po porážce lze použít jako metodu pro separaci jatečně upravených těl prasat s vadami PSE a DFD.

3.3.2.5 Hodnota pH

Mezi dva nejzásadnější faktory, které ovlivní kvalitu masa po poražení, patří právě rychlost změny pH a teploty během posmrtných procesů v mase. V jednotlivých svalech těla jsou změny různé. Pokles pH je důsledkem hromadění H⁺ iontů (Kim et al. 2014). Příčinou snížení pH je nejen vznik kyseliny mléčné při anaerobním metabolismu, ale i hydrolýza ATP, při které se uvolňuje teplo a volné protony. Nízké pH a vysoká teplota vedou k denaturaci proteinů (Vermeulen 2014k).

Hodnota pH se stanovuje pomocí kombinovaných vpichových elektrod přenosným pH metrem. Ve svalu MLLT se stanovuje pH 45 minut po porážce. Tím se zjišťuje možnost výskytu vady PSE v mase, které má v této době nízké pH. Další měření je 24 hodin po porážce. To slouží ke zjištění vady DFD (Stupka et al. 2009).

Pokud má maso hodnotu pH *post mortem* 5,5 – 6, tak je omezen růst většiny psychotrofních organismů. Maso poražených zdravých zvířat bez výrazného stresového zatížení a dostatkem glykogenu dosahuje této hodnoty již brzy po porážce. Svalovina obsahující málo glykogenu, nebo jejíž kyselina mléčná byla již intravitálně metabolizována, nemá hodnotu pH dostatečně nízkou (nad 6,0). Důsledkem toho dochází k množení mikroorganismů a maso se kazí rychleji v porovnání s normálním průběhem zrání masa (Steinhauser et al. 2000).

Obecně dochází k rychlejšímu poklesu pH *post mortem* v glykolytických svalech než v oxidačních (Listrat et al. 2016). Podle Lefaucheur (2010) byla hodnota pH 45 minut *post mortem* mnohem vyšší ve svalu *m. psoas major* (27 % vláken typu I) než ve svalu *m. longissimus* (10 % vláken typu I).

3.3.2.6 Intramuskulární tuk – IMT

Intramuskulární tuk se nachází mezi svalovými vlákny nebo uvnitř svalových buněk. Vysoký obsah IMT je zodpovědný za mramorování masa. Jedná se o důležitou vlastnost z hlediska ekonomického, a také tato vlastnost přispívá k sensorickým vlastnostem masa, jako je chuť, křehkost a šťavnatost (Fang et al. 2017). Obecně se uvádí, že velmi nízké hladiny IMT vedou k suchému masu s nevýraznou chutí (Listrat et al. 2016).

Velkou důležitost při produkci prasat má distribuce tuku. Zatímco větší množství intramuskulárního tuku může zlepšit kvalitu masa, podkožní tuk je jeden z hlavních zdrojů odpadu. V posledních desetiletích došlo k výraznému poklesu podkožní tukové tkáně (SCAT), ale bohužel i intramuskulárních adipózních tkání (IMAT), v důsledku rozsáhlého výběru pro zvýšení procentuálního podílu libového masa JUT. Nižší hladiny IMAT měly pasivní vliv na kvalitu vepřového masa. Proto je hlavním cílem moderního chovu prasat podpora vysokých hladin IMAT a zároveň zachování nízkých hladin SCAT (Han et al. 2017).

Obsah IMT se liší podle původu svalu, věku, plemene, genotypu, stravy a podmínek chovu hospodářských zvířat. Například čínská a americká prasata (např. meishan, duroc)

nebo evropská původní plemena (pyrenejské, baskické) mají vyšší hladiny IMT než evropské konvenční genotypy, jako jsou large white, landrace nebo pietrain (Bonneau & Lebret 2010). Ve studii Choi et al. (2014) vykazovala prasata duroc vynikající vlastnosti masa a vyšší obsah intramuskulárního tuku než kříženci landrace x yorkshire x duroc.

Intramuskulární tuk hraje klíčovou roli při určování sensorických vlastností masa a pozitivně ovlivňuje šťavnatost, křehkost a chuť. Obecně se uznává, že velmi nízké hladiny IMT vedou k suchému masu s nevýraznou chutí (Listrat et al. 2016). Přestože jsou tuky významným faktorem při vývoji chuti při vaření masa, někteří spotřebitelé zůstávají tomuto masu odolní. Ze studie Brewer et al. (2001) vyplývá, že se přijatelnost vepřového masa zvyšuje s obsahem IMT až na 2,5 – 3,5 %. Naopak Font-i-Furnols et al. (2012) uvádějí, že značný počet spotřebitelů dává přednost méně mramorovanému vepřovému masu (1 – 1,5 %).

Ve studii Wu et al. (2015) zjistili, že ukládání tuku během pozdějších fází růstu prasat ovlivnilo skóre mramorování svalů a naznačují, že složení svalových vláken reguluje mramorování.

Cannata et al. (2010) zkoumali vliv vizuálního mramorování na sensorické vlastnosti vepřové panenky. Vzorky byly rozděleny do třech skupin na základě skóre vizuálního mramorování. Vzorky s nejvyšším skóre vykazovaly nejvyšší hladiny IMT. Zvýšené skóre mramorování mělo za následek nižší obsahy bílkovin jak v syrových, tak ve vařených vzorcích. Tento fakt mohl být způsoben zvýšeným obsahem tuku při stejných procentech sušiny. Skupiny s vyšším skóre mramorování měly vyšší hodnoty pH, ovšem žádná z hodnot nebyla vyšší než 6. V hodnocení sensorických vlastností křehkosti a šťavnatosti vykazovaly nejlepší výsledky vzorky s nejvyšším skóre mramorování. Chuťově byly všechny tři vzorky srovnatelné.

3.3.3 Sensorické vlastnosti masa

Sensorické vlastnosti masa jsou posuzovány smyslovými orgány a jedná se o hodnocení subjektivní. Zkoušky se provádí obvykle na pečeném nebo vařeném masu a jsou považovány pouze za orientační a pomocné (Hovorka et al. 1987).

3.3.3.1 Chuť a vůně

Chuť masa je dána obsahem extraktivních látek, obsahem tuku mezi svalovými vlákny a strukturou svaloviny. Velkým podílem extraktivních látek jsou látky aromatické. Ty dávají masu příjemnou chuť a vůni. Hlavním nosičem těchto látek je tuk, proto maso s přiměřeným obsahem tuku má plnou chuť a vůni. Čerstvé maso má mít přirozenou a druhově specifickou vůni. Mezi nežádoucí pachy patří například rybí nebo kančí pach (Hovorka et al. 1987).

Vůně a chuť se mohou hodnotit jako výrazné, typické, netypické, cizí, nepříjemné až odporné. Při tomto posuzování je nutné dodržovat předepsané konstantní podmínky tepelných úprav vzorků masa, protože tyto vlastnosti mohou být způsobem tepelné úpravy ovlivněny. Při hodnocení chutnosti se dále posuzuje křehkost, měkkost, tuhost, tvrdost, šťavnatost a jemná či hrubá vláknitost (Ingr 1996).

3.3.3.2 Šťavnatost a křehkost

Šťavnatost je dána schopností masa udržet si vodu v buňkách během kulinárního a technologického zpracování. Maso obsahuje zhruba 75 % vody. Vliv na šťavnatost má například genetické založení jedince nebo roční období. Podíl volné vody je v teplém prostředí větší než ve studeném (Hovorka et al. 1987).

Křehkost je dána chemickým složením, strukturou a stavem masa. Předně závisí na uzrálости masa, obsahu pojivové tkáně (kolagenu, stromatické bílkoviny zpevňující strukturu) a obsahu intramuskulárního tuku. V zrajícím mase dochází k denaturaci stromatických bílkovin. Čím je obsah intramuskulárního tuku vyšší, tím je maso křehčí (Pipek & Pour 1998). Vysoké procento rychlých oxidačně glykolytických vláken u prasat zhoršuje schopnost zadržovat vodu a šťavnatost masa (Listrat et al. 2016).

Choi et al. (2014) porovnávali vlastnosti jatečně upravených těl a vlastnosti masa mezi plemeny duroc a kříženci landrace x yorkshire x duroc. Všechny položky subjektivního hodnocení masa byly významně vyšší u plemene duroc. Tato prasata vykazovala oproti křížencům významně výraznější chuť, šťavnatost a celkovou přijatelnost na základě sensorických vlastností. Výsledkem lze říci, že plemeno duroc je vhodné při produkci velmi kvalitního vepřového masa.

Ve studii Kim et al. (2018) vykazovaly vepřové panenky, které zrály za sucha o něco nižší šťavnatost než ty, co zrály mokřým způsobem. V obou případech se chuť, křehkost a šťavnatost zvyšovala s dobou zrání.

3.4 Hodnocení jatečných prasat

3.4.1 Systém SEUROP

Provozovatelé jatek mají od 1. dubna 2001 povinnost klasifikovat jatečně upravená těla metodou SEUROP. Povinnost jim ukládá zákon č. 306/2000 Sb. Tato metoda je využívána nejen v České republice, ale celé Evropské unii i dalších vyspělých zemích. Jejím cílem je stanovit kvalitu masa a utřídit oceňování jatečných zvířat (Alterová 2001). Dle nařízení Rady EU č. 3220/1984 mají jatka, která porazí v průměru více jak 200 kusů prasat za rok, povinnost veškerá jatečná prasata klasifikovat (Pulkárbek et al. 2006).

Zařazení do tříd JUT se vykonává až po veterinární prohlídce. Do obchodní třídy SEUROP se zařazují jatečně upravená těla s přijímací hmotností od 60 do 120 kg na základě stanovení podílu svaloviny z celkové hmotnosti hodnoceného těla. Prasata s hmotností vyšší nebo nižší, nebo kanci a prasnice, jsou řazeni do jiných obchodních tříd. Parametry pro zařazení JUT do obchodní třídy SEUROP podle podílu svaloviny jsou uvedeny v Tabulce 3 (Vrchlabský & Golda 2000).

Tabulka 3 - Zařazení JUT do obchodní třídy SEUROP (Vrchlabský & Golda 2000)

Obchodní třída	Podíl svaloviny v JUT s přejímací hmotností 60 - 120 kg
S	60 a více %
E	55 - 59,9 %
U	50 - 54,9 %
R	45 - 49,9 %
O	40 - 44,9 %
P	Méně než 40 %

3.5 Jakostní odchylky vepřového masa

V závislosti na způsobu a trvání přepravy se mění zdravotní stav přepravovaných zvířat a může docházet ke ztrátám na zvířatech charakteru kvantitativního (úhyny, hmotnostní ztráty) a kvalitativního (zhoršená jakost masa) (Steinhauser 2000).

Změněná jakost masa se projevuje v různé intenzitě a týká se především sensorických, technologických a kulinárních vlastností masa.

Jakostní odchylky masa vzniklé abnormálním průběhem autolýzy jsou tyto (Ingr 1996):

PSE maso (bledé, měkké, vodnaté, z angl. *pale, soft, exudative*),

DFD maso (tmavé, tuhé, suché, z angl. *dark, firm, dry*),

Cold shortening (zkrácení svalových vláken chladem),

Hampshire efekt (zvláštní obdoba PSE).

Kromě klasických kontaktních metod zjišťování vad masa, jako je měření hodnot pH 45 minut po porážce, 24 hodin po porážce, instrumentální měření barvy masa, nebo stanovení konečné ztráty šťávy odkapem, existují také moderní neinvazivní způsoby, které se zatím průmyslově příliš nepoužívají. Jednou z nich je například hodnocení kvality masa pomocí systému počítačového vidění (CVS). CVS je schopný získávat informace ze zachyceného obrazu. Účinnost této metody zkoumali Chmiel & Słowiński (2016). Ke studii byl použit sval *m. longissimus lumborum*. Nejdlejší sval byl vybrán, protože je jedním z největších a nejvíce histologicky homogenních svalů vepřového masa a je velmi náchylný k proměnlivosti barev. Z jejich závěrů lze vyvodit, že lze CVS použít při detekci masa PSE a DFD a při jejich zařazení do skupin jakosti. To bylo podobné klasifikační přesnosti založené na barevných souřadnicích v stupnici CIE L*, a* a b* a dosáhlo 82,6 %. Kromě toho, že je tato metoda rychlá a objektivní, lze ji použít online přímo na lince na zpracování masa. Tato technika je navíc neinvazivní a v důsledku toho nepředstavuje zdravotní riziko pro spotřebitele.

3.5.1 PSE

U vepřového masa se můžeme setkat s odchylkou zvanou PSE. Tato odchylka je původním jevem intenzivního šlechtění prasat na jejich vysokou zmasilost (Jandásek et al. 2008). Mezinárodně používaná zkratka PSE je odvozena od slov *pale, soft, exudative*. Takové maso je bledé, měkké a vodnaté. Nejčastěji a nejmó výrazněji se projevuje u nejdelšího zádového svalu prasat (*m. longissimus et thoracis*). Charakteristickým znakem je prudké okyselení masa do 1 hodiny po porážce v důsledku rychlého nástupu glykogenolýzy a vzniku kyseliny mléčné. Kritériem jsou hodnoty pH 5,80 a nižší.

Při této vadě dochází ke zhoršení vaznosti masa (schopnost masa udržet vodu v něm obsaženou, i technologicky přidávanou). Maso s touto vadou nelze použít ve výsekovém prodeji, na porcování a balení, ani do výrobků celistvého charakteru (šunka). Můžeme ho ale použít v menším podílu do velmi homogenních tepelně opracovaných masných výrobků (Ingr 1996).

Bledá barva masa je zapříčiněna větším zastoupením bílých svalových vláken, a tudíž nižším obsahem myoglobinu a také změněnou hydratací svalových vláken (Steinhauser 1995).

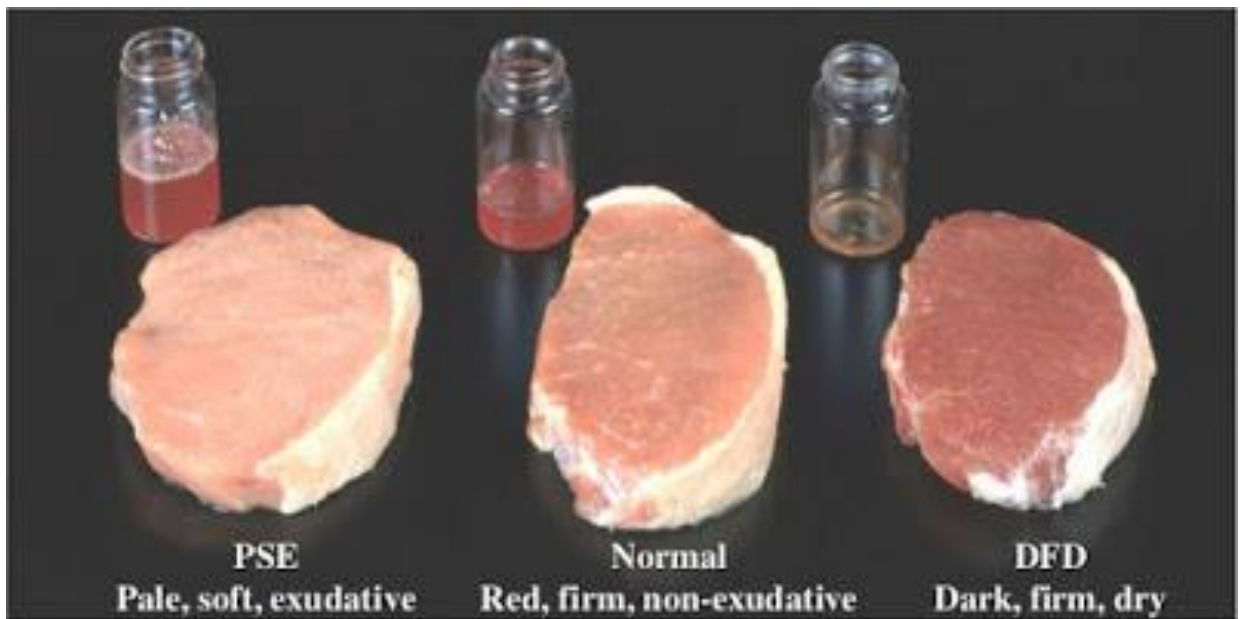
Obecně uznávaný indikátor PSE masa je hodnota pH měřená 45 minut po porážce (< 5,80). Další způsob, jak stanovit pravděpodobnost výskytu PSE je instrumentální měření barvy masa systémem CIE L*, a* a b* a stanovení konečné ztráty šťávy z masa odkapem. Zjištění výskytu PSE nejvíce zajímá technology, kteří díky včasnému zjištění jakostních odchylek mohou rozhodovat o nevhodnějším uplatnění masa (Ingr 1996). Největší nevýhodou je, že tato vada postihuje především největší a nejcennější svalové skupiny, tj. *m. longissimus dorsi*, *m. semimembranosus*, *m. semitendinosus* a *m. gluteus medius*. Menší svaly jsou méně zranitelné a tukové části jatečně upravených těl nejsou PSE ovlivněny (Chmiel & Słowiński 2016).

Cílem studie Florowski et al. (2017) bylo zhodnotit využití masa PSE při výrobě konzervovaného vepřového masa ve vlastní šťávě. Materiál použitý pro studii sestával z vepřového masa (*m. semimembranosus*). Výsledky ukázaly, že substituce jak 50 %, tak celkového množství RFN masa masem PSE neovlivnila průběh sterilizačního procesu, ani nezvýšila množství vylučovaného tuku a želatiny v konzervovaném masu. Nebyly ovlivněny ani instrumentálně měřené parametry textury ani senzorické vlastnosti včetně celkové vhodnosti produktu. Jedinou negativní vlastností masa PSE, která ovlivnila kvalitu produktu, byla barva. Konzervované maso PSE vykazovalo vyšší hodnoty L* a barevné složky b*.

3.5.2 DFD

Tato vada se vyskytuje častěji u hovězího masa, příležitostně u masa vepřového. Zkratka DFD je odvozena od slov *dark, firm, dry* a jedná se o maso tmavé, suché a tuhé. Je charakteristické špatnou skladovací kvalitou, je náchylné k rychlému kažení. Spolehlivým indikátorem DFD masa je hodnota pH měřená 24 hodin po porážce ($\geq 6,20$). Jelikož toto maso rychle podléhá mikrobiálnímu kažení, není vhodné pro porcování a balení, výsekový prodej a zpracování do syrových fermentovaných trvanlivých výrobků. Jeho dobrá vaznost se uplatní ve výrobě tepelně opracovaných masných výrobků.

Příčinou této vady je velké fyzické zatížení a vyčerpání zvířete těsně před porážkou. Těmto zvířatům se glykogen ve svalech snížil k nulové hladině a kyselina mléčná byla ze svaloviny odvedena krevní cestou. Příčina je velmi jednoduchá a lze ji účinně předcházet. Nejvyšší výskyt DFD je u prasat geneticky disponovaných ke stresové vnímavosti. Ta jsou mnohem náchylnější k psychickému vzrušení a následně fyzickému vyčerpání (Ingr 1996). Porovnání vzhledu, barvy a vaznosti mezi masem PSE, RFN a DFD je znázorněno na Obrázku 3.



Obrázek 3 – Porovnání masa PSE, RFN, DFD (<http://farmanutrid.blogspot.com/>)

Na vzniku masa s vadami PSE a DFD se podílí mnoho faktorů, například manipulace s prasaty během nakládky nebo vykládky, konstrukce zařízení, druh podlahy v dopravním prostředku, bojování mezi prasaty, hustota osazení, doba přepravy a doba ustájení nebo doba trvání lačnění před porážkou (Guàrdia et al. 2004). Také sezóna, tj. teplota prostředí může mít negativní vliv na životní podmínky prasat, kdy studený stres vede k vyššímu výskytu DFD masa, zatímco tepelný stres má za následek vyšší výskyt masa PSE (Čobanović et al. 2016).

Výskyt kožních lézí na tělech jatečně upravených prasat má negativní dopad na kvalitu vepřového masa a může být velmi užitečným prediktorem kvality vepřového masa (Guàrdia et al. 2009). Cílem studie Čobanović et al. (2016) bylo zjistit vliv pohlaví, hustoty osazení v dopravním prostředku, doby ustájení a období na výskyt kožních lézí na jatečně upravených tělech prasat a na výskyt PSE a DFD masa. Bylo použito celkem 480 prasat (295 vepřů a 185 prasnic), kříženců yorkshire x landrace s průměrnou hmotností 120 kg. Ti byli rozřazeni do skupin 0, 1 a 2 vzestupně podle intenzity kožních lézí, přičemž bylo ve výsledku zjištěno, že prasata skupiny 0 a 1 patří do stejné skupiny, protože mezi těmito dvěma třídami nebyl nalezen žádný rozdíl v riziku masa PSE a DFD.

Nebyl zjištěn žádný významný interakční účinek mezi intenzitou kožních lézí a pohlavím pro parametry kvality masa. Naproti tomu mezi hustotou osazení při přepravě a intenzitou kožních lézí byl zaznamenán významný interakční účinek pro parametry kvality masa. Skupina prasat přepravovaných s nízkou hustotou osazení ($> 0,5 \text{ m}^2/100 \text{ kg}$ prasete)

měla výrazně vyšší výskyt kožních lézí než skupiny přepravované při střední a vysoké hustotě osazení. Dále vykazovala vyšší průměrné hodnoty pH₄₅ a častější výskyt masa DFD. Negativní dopad velkého prostoru při přepravě na jatka lze vysvětlit tím, že prasata mohou být v důsledku neočekávaných pohybů vozidla pohmožděna. Stejně tak, pokud se prasata mohou pohybovat, může docházet k bojům, které způsobí svalovou únavu a rozpad glykogenu, což přispívá ke zvýšenému výskytu masa DFD (Guàrdia et al. 2004). Skupina přepravovaná s vysokou hustotou osazení (< 0,3 m²/100 kg prasete) vykazovala nižší průměrnou hodnotu pH₄₅ a vyšší výskyt masa PSE. Takto převážená prasata mají snížený prostor, což je vede k vzájemnému utváření místa odpočinku, což má za následek vyšší výskyt kožních lézí a produkci masa nižší kvality (Guàrdia et al. 2009). Při prostorové dostupnosti mezi 0,3 m²/100 kg prasete a 0,5 m²/100 kg prasete výsledky naznačovaly výrazně nižší riziko vzniku masa PSE a DFD. Z této studie vyplývá, že nedostatečný a nadměrný prostor má negativní vliv na hodnoty pH₄₅ a následně na kvalitu masa (Čobanović et al. 2016).

Riziko výskytu kožních lézí bylo podle sezóny v zimě téměř dvakrát vyšší než na podzim a v létě a téměř čtyřikrát vyšší než na jaře. Interakční účinky nízkých teplot během zimy a četnějších kožních lézí významně zvýšily průměrnou pH₄₅ a výskyt masa DFD. Oproti tomu interakční účinky vysokých letních teplot a četnějších kožních lézí významně snížily průměrnou hodnotu pH₄₅ a zvýšily výskyt masa PSE (Čobanović et al. 2016).

Interakční účinky pro výskyt PSE a DFD masa byly pozorovány i mezi dobou ustájení a četností kožních lézí. S delší dobou ustájení se zvyšoval i výskyt lézí. Prasata ustájená kratší dobu (< 1 hodina), která měla četnější kožní léze vykazovala nižší hodnoty pH₄₅ a vyšší výskyt PSE masa. Naopak prasata, která byla ustájena delší dobu (> 17 hodin) a měla vyšší výskyt kožních lézí vykazovala vyšší hodnoty pH₄₅ a vyšší výskyt masa DFD (Čobanović et al. 2016). Dlouhé ustájení pozitivně ovlivňuje barvu masa, umožňuje prasatům odpočinek a snižuje výskyt masa PSE. Současně ale stimuluje agresivitu a boje mezi zvířaty a tím se zvyšuje riziko výskytu kožních lézí a masa DFD. Optimální doba ustájení z hlediska dobrých životních podmínek zvířat a kvality masa je 2 – 4 hodiny (Pérez et al. 2002).

3.5.3 Cold shortening

Další, relativně častou jakostní odchylkou vepřového masa, je cold shortening neboli zkrácení svalových vláken z chladu. Dochází k ní, je-li maso prudce schlazeno pod 10 °C před nástupem *rigoru mortis*. Následkem je silná a nevratná svalová kontrakce. Maso je příliš tuhé a nelze to změnit ani průběhem zrání ani tepelnou úpravou.

Této odchylce lze účinně předejít kondicionováním (regulace rychlosti chlazení). Dále také elektrostimulací poražených zvířat střídavým nebo stejnosměrným proudem. Ta vyvolá rychlou degradaci glykogenu a ATP, *rigor mortis* nastoupí velmi rychle a umožní tak možnost intenzivního chlazení. Vzhledem k jednoduchému řešení tato vada nezpůsobuje v praxi větší problémy (Ingr 1996).

3.5.4 Hampshire efekt

Jedná se o vadu masných plemen, konkrétně plemene hampshire. Představuje variantu PSE vady a stejně jako PSE souvisí se šlechtěním prasat na zmasilost. Ve svalech se jim

ukládá vyšší obsah glykogenu. To vyvolává rychlejší průběh postmortální glykogenolýzy. Projev Hampshire efektu je odvozován z hodnoty pH_{24} , která je menší než 5,4. Světlejší barva masa a zhoršená vaznost je ještě výraznější než u PSE vady (Ingr 1996).

4 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvořit rešerši popisující kvalitu vepřového masa s důrazem na sledování charakteristik svalových vláken. Kvalita vepřového masa je definována jako součet nutričních (výživová hodnota), senzorických (chuť, barva, vůně, křehkost, šťavnatost), technologických (podíl masa, tuku, vhodnost masa ke zpracování) a hygienicko – toxických vlastností (celkový zdravotní stav, welfare, škodlivé látky). Na kvalitě masa se z velké části podílejí svalová vlákna a jejich vlastnosti.

Rozdíly mezi vlastnostmi svalových vláken mohou být ovlivněny pohlavím. Vliv pohlaví je nepatrný až do dosažení pohlavní dospělosti. Obecně platí, že samičí maso obsahuje více tuku než samčí, jelikož samice mají úspornější metabolismus a část energie ukládají jako záložní tuk pro vývoj plodu nebo pro přežití v nepříznivých podmínkách. Dále je vliv pohlaví významný v počtu primárních svalových vláken, kdy u prasniček je jejich počet nižší.

Významný vliv na vlastnosti svalových vláken má věk. Při postnatálním růstu dochází hlavně k zvětšování délky a průměru svalových vláken, nikoliv k zvětšování jejich počtu. Ten je dán již v prenatalním období. Starší prasata mají ve všech svalech větší podíl všech typů svalových vláken.

Další faktor ovlivňující svalová vlákna a kvalitu masa je porážková hmotnost prasat. Prasata s vyšší porážkovou hmotností mají vyšší jatečnou výtěžnost a vyšší vrstvu hřbetního tuku, dále také větší průměrnou plochu vláken typu IIA a IIB. Oproti tomu mají ale nižší podíl kýty a plece v porovnání s prasaty s nižší porážkovou hmotností. Vyšší živé hmotnosti neovlivňují senzorickou kvalitu masa včetně šťavnatosti a chuti.

Ze studií zkoumající rozdíly v charakteristikách svalových vláken a kvalitě masa mezi čistokrevnými plemeny prasat a jejich kříženci je patrné, že čistokrevná prasata vykazují větší plochu vláken typu IIB a vzhledem k hodnotám pH, načervenalé barvě, hojnému mramorování a nízké ztrátě šťávy odkapem je maso čistokrevných prasat z hlediska kvality masa uspokojivější než maso kříženců.

Je prokázáno, že snížením velikosti vrhu se zvyšuje průměrná porodní hmotnost selat. Selata z menších vrhů vykazují vyšší hodnoty pro hmotnost, délku, obvod a průřez svalu oproti selatům z větších vrhů. Nejedná se ale o významné rozdíly. Selata s vyšší porodní hmotností mají větší průměrný denní přírůstek a rostou rychleji. Studie se neshodují v tom, zda selata s nižší porodní hmotností mají větší příčnou plochu řezu svalových vláken než selata s vyšší porodní hmotností, nebo naopak.

Pokud se jedná o výživu prasnic v průběhu březosti, zatímco krmení nad požadovanou úroveň příjmu má malý nebo žádný účinek na vývoj svalových vláken u plodu, výživa prasnic pod požadovanou úroveň příjmu před a během období vývoje sekundárních svalových vláken u plodu negativně ovlivňuje počet svalových vláken u potomků.

Při kvalitativním omezení krmiva prasat dochází k menšímu ukládání tuku a zvyšování podílu libové svaloviny. Zvyšování objemu svalové hmoty je především důsledkem hypertrofie svalových vláken.

Na vlastnosti svalových vláken a technologickou a smyslovou kvalitu masa má dále vliv stres. Přesněji hladina kortizolu, jakožto hlavního stresového hormonu, ve svalech. Může být ovlivněna jak genetickými, tak environmentálními faktory. U prasat vystavených většímu stresu se zvyšuje hodnota tuku v jatečném těle a snižuje se obsah libového masa. Dále dochází

ke zhoršení okyselení masa *post mortem*. Maso s nízkým obsahem kortizolu je šťavnatější, chutnější a křehčí.

V neposlední řadě může být kvalita masa ovlivňována délkou skladovací doby masa, během které dochází k degradaci desminu, jakožto jednoho z hlavních proteinů intermediálních filamentů. Degradace cytoskeletárních proteinů je důležitá pro kvalitu masa, především pro jeho křehkost, jelikož velikost svalového vlákna *post mortem* závisí právě na rozsahu této degradace. Degradace desminu není stejná u všech typů vláken. Je pravděpodobné, že probíhá rychleji u svalů s větším množstvím glykolytických vláken typu IIB, která obsahují menší množství desminu než oxidativní vlákna typu I.

Závěrem lze říci, že výsledky studií nejsou jednotné a stále je potřeba se této problematice věnovat, aby se dosahovalo co nejlepších výsledků v oblasti produkce vepřového masa. Co je ovšem jasné je fakt, že pro kvalitní vepřové maso je důležité správné zacházení s prasaty v době výkrmu, při převozu a před porážkou. Dále je prokázáno, že na kvalitu masa má vliv především obsah vláken typu IIB. Prasata, jejichž maso má těchto vláken více, mají maso podobné vadě PSE a maso je tak světlejší a má nižší kapacitu zadržování vody.

5 Literatura

Alterová L. 2001. Klasifikace SEUROP pro prasata již od dubna. Zemědělec. Available from: <https://www.zemedelec.cz/klasifikace-seurop-pro-prasata-jiz-od-dubna/>

Ashmore CR, Doerr L. 1971. Comparative aspects of muscle fiber types in different species. *Experimental Neurology* **31**:408-418.

Bečková R, Václavková E. 2006. Vepřové maso je zdravé. *Náš chov* **66**:43-44.

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

Bee G, Calderini M, Biolley C, Guex G, Herzog W, Lindemann MD. 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**:1030-1045.

Berard J, Kalbe C, Loesel D, Tuchscherer A, Rehfeldt C. 2011. Potential sources of early-postnatal increase in myofibre number in pig skeletal muscle. *Histochemie* **136**:217-225.

Bogucka J, Poławska E, Elminowska-Wenda G, Raj S, Sobolewska A, Walasik K, Skiba G, Weremko D, Fandrejewski H. 2013. Effect of nutritional regulation of growth on histochemical characteristics of muscles in pigs. *Animal Science* **63**:10-17.

Bonneau M, Lebret B. 2010. Production systems and influence on eating quality of pork. *Meat Science* **84**:293-300.

Božičković I, Vitorović D, Savić R, Blagojević M, Nešić I. 2017. Influence of litter size on growth and structure of *m. semitendinosus* in newborn piglets and slaughter pigs. *Biotechnology in Animal Husbandry* **33**:161-169.

Brewer MS, Zhu LG, McKeith FK. 2001. Marbling effects on quality characteristics of pork loin chops: consumer purchase intent, visual and sensory characteristics. *Meat Science* **59**:153-163.

Brocks L, Klont RE, Buist W, Greef K, Tieman M, Engel B. 2000. The effects of selection of pigs on growth rate vs leanness on histochemical characteristics of different muscles. *Journal of Animal Science* **75**:1247-1254.

- Brooke MH, Kaiser KK. 1970. Three „myosin adenosine triphosphatase“ systems: the nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry* **18**:670-672.
- Cannata S, Engle TE, Moeller SJ, Zerby HN, Radunz AE, Green MD, Bass PD, Belk KE. 2010. Effect of visual marbling on sensory properties and quality traits of pork loin. *Meat Science* **85**:428-434.
- Čobanović N, Karabasil N, Stajković S, Ilić N, Suvajdžić B, Petrović M, Teodorović V. 2016. The influence of pre-mortem conditions on pale, soft and exudative (PSE) and dark, firm and dry (DFD) pork meat. *Acta Veterinaria-Beograd* **66**:172-186.
- Di Luca A, Elia G, Hamill R, Mullen AM. 2013. 2D DIGE proteomic analysis of early post mortem muscle exudate highlights the importance of the stress response for improved water-holding capacity of fresh pork meat. *Proteomics* **13**:1528-1544.
- Du M, Tong J, Zhao J, Zhu M, Ford SP, Nathaielsz PW. 2010. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. *Journal of Animal Science* **88**:51-60.
- Dwyer CM, Stickland NC, Fletcher JM. 1994. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. *Journal of Animal Science* **72**:911-917.
- Elminowska-Wenda G. 2006. Structure traits of Longissimus lumborum muscle in wild boar/domestic pig hybrids. *Folia biologica* **54**:133-137.
- Fainberg HP, Almond KL, Li D, Rauch C, Bikker P, Symonds ME, Mostyn A. 2014. Impact of maternal dietary fat supplementation during gestation upon skeletal muscle in neonatal pigs. *BMC Physiology* **14**:6.
- Fang S, Xiong X, Su Y, Hang L, Chen C. 2017. 16S rRNA gene-based association study identified microbial taxa associated with pork intramuscular fat content in feces and ceceum lumen. *BMC Microbiology* **17**:162.
- Florowski T, Florowska A, Chmiel M, Adamczak L, Pietrzak D, Ruchlicka M. 2017. The effect of pale, soft and exudative meat on the quality of canned pork in gravy. *Meat Science* **123**:29-34.
- Font-i-Furnols M, Tous N, Esteve-Garcia E, Gispert M. 2012. Do all consumers accept marbling in the same way? The relationship between eating and visual acceptability of pork with different intramuscular fat content. *Meat Science* **91**:448-453.

Foury A, Devillers N, Sanchez MP, Griffon H, Le Roy P, Morméde P. 2005. Stress hormones, carcass composition and meat quality in Large White x Duroc Pigs. *Meat Science* **69**:703-707.

Fraga AL, Thomat MC, Kronka RN, Budiño FEL, Huaynate RAR, Scandolera AJ, Ruiz AD, D'Angelis FHD. 2009. Qualitative-feed-restricted heavy wine: meat quality and morpho-histochemical characteristic of muscle fibers. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **52**:1145-1156.

Fujii J, Otsu K, Zorzato F, de Leon S, Khanna VK, Weiler JE, O'Brien PJ, MacLennan DH. 1991. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* **253**:448-451.

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

Guàrdia MD, Estany J, Balasch S, Oliver MA, Gispert M, Diestre A. 2004. Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter condition and RYR1 gene in pigs. *Meat Science* **67**:471-478.

Guàrdia MD, Estany J, Balasch S, Oliver MA, Gispert M, Diestre A. 2009. Risk assessment of skin damage due to pre-slaughter condition and RYR1 gene in pigs. *Meat Science* **81**:745-751.

Han H, Gu S, Chu W, Sun W, Wei W, Dang X, Tian Y, Liu K, Chen J. 2017. Mir-17-5p regulates differential expression of NCOA3 in pig intramuscular and subcutaneous adipose tissue. *Lipids* **52**:939-949.

Hovorka F, Smíšek V, Sidor V. 1987. Chov prasat. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Huff-Lonergan E, Lonergan SM. 2005. Mechanism of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science* **71**:194-204.

Chmiel M, Słowiński M. 2016. The use of computer vision system to detect pork defects. *LWT – Food Science and Technology* **73**:473-480.

Choe JH, Choi YM, Ryu YC, Lee SH, Kim BC. 2010. Effects of maternal nutrition during pregnancy on the body weight, muscle fiber number, carcass traits, and pork quality traits of offspring. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* **23**:965-971.

Choi JS, Lee HJ, Jin SK, Choi YI, Lee JJ. 2014. Comparison of carcass characteristics and meat quality between duroc and crossbred pigs. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* **34**:238-244.

- Choi YM, Jung KC, Choe JH, Kim BC. 2012. Effects of muscle cortisol concentration on muscle fiber characteristics, pork quality and sensory quality of cooked pork. *Meat Science* **91**:490-498.
- Choi YM, Oh HK. 2016. Carcass performance, muscle fiber, meat quality, and sensory quality characteristics of crossbred pigs with different live weights. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* **36**:389-396.
- Choi YS, Lee JK, Jung JT, Jung YCh, Jung JH, Jung MO, Choi YI, Jin SK, Choi JS. 2016. Comparison of meat quality and fatty acid composition of longissimus muscles from purebred pigs and three-way crossbred LYD pigs. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* **36**:689-696.
- Ingr I. 1996. *Technologie masa*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Ingr I. 2003. *Produkce a zpracování masa*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Jandásek J, Gál R, Kučera B, Ingr I. 2008. Kvalita vepřového masa v závislosti na přejímací hmotnosti prasat. *Maso* **3**:53.
- Jelínek P, Koudela K. 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Jin SK, Yim DG. 2020. Comparison of effects of two aging methods on the physicochemical traits of pork loin. *Food Science of Animal Resources*. Available from https://www.kosfaj.org/archive/view_article?pid=kosfa-2020-e22 (accessed March 2020).
- Jukna V, Jukna Č, Pečiulaitienė N. 2012. Electrical conductivity of pig meat and its relation with quality. *Veterinarija ir Zootechnika* **57**:18-21.
- Kašpar L, Kameník J, Putnová I, Jůza S. 2013. Svalová soustava – základ masa jatečných zvířat. *Maso* **24**:35-39.
- Kim JH, Kim JH, Yoon DK, Ji DS, Jang HJ, Lee CH. 2018. A comparison of dry and wet aging on physicochemical and sensory characteristics of pork loin with two aging times. *Food Science and Biotechnology* **27**:1551-1559.
- Kim YHB, Warner RD, Rosenvold K. 2014. Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: review. *Animal production science* **54**:375-395.
- König HE, Liebich HG. 2003. *Anatomie domácích savců: Pohybový aparát*. Hajko & Hajková, Bratislava.

Koutakis P, et al. 2015. Abnormal accumulation of desmin in gastrocnemius myofibers of patients with peripheral artery disease: associations with altered myofiber morphology and density, mitochondrial dysfunction and impaired limb function. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry* **63**:256-269.

Larson G, Dobney K, Albarella U, Fang M, Matisoo-Smith E, Robins J, Lowden S, Finlayson H, Brand T, Willerslev E, Rowley-Conwy P, Andersson L, Cooper A. 2005. Worldwide phylogeography of wild boar reveals multiple centers of pig domestication. *Science* **307**:1618-1621.

Larzul C, Lefaucheur L, Ecolan P, Gougué J, Talmant A, Sellyer P, Le Roy P, Monin G. 1997. Phenotypic and genetic parameters for *longissimus muscle* fiber characteristics in relation to growth, carcass, and meat quality traits in large white pigs. *Meat Science* **75**:3126-3137.

Latorre MA, Lázaro R, Valencia DG, Medel P, Mateos GG. 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of Animal Science* **82**:526-533.

Lawrence TLJ. 2012. *Growth of Farm Animals*. CABI, USA.

Lee SH, Choe JH, Choi YM, Jung KC, Rhee MS, Hong KC, Lee SK, Ryu YC, Kim BC. 2012. The influence of pork quality traits and muscle fiber characteristics on the eating quality of pork from various breeds. *Meat Science* **90**:284-291.

Lefaucheur L, Gerrard D. 2000. Muscle fiber plasticity in farm mammals. *Journal of Animal Science* **77**:1-19.

Lefaucheur L. 2010. A second look into fibre typing – Relation to meat quality. *Meat Science* **84**:257-270.

Listrat A, Lebreton B, Louveau I, Astruc T, Bonnet M, Lefaucheur L, Picard B, Bugeon J. 2016. How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. *The Scientific World Journal* (e3182746) DOI:10.1155/2016/3182746.

Marvan F, Hampl A, Hložánková E, Kresan J, Massanyi L, Vernerová E. 2010. *Morfologie hospodářských zvířat*. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Milan D, et al. 2000. A mutation in PRKAG3 associated with excess glycogen content in pig skeletal muscle. *Science* **288**:1248-1251.

Nissen PM, Danielsen VO, Jorgensen PF, Oksbjerg N. 2003. Increased maternal nutrition of sows has no beneficial effects on muscle fiber number or postnatal growth and has no impact on the meat quality of the offspring. *Journal of Animal Science* **81**:3018-3027.

Ozawa S, Mitsuhashi T, Mitsumoto M, Matsumoto S, Itoh N, Itagaki K, Kohno Y, Dohgo T. 2000. The characteristics of muscle fiber types of *longissimus thoracis muscle* and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. *Meat Science* **54**:65-70.

Pérez MP, Palacio J, Santolaria MP, Aceña MC, Chacón G, Gascón M, Calvo JH, Zaragoza P, Beltran JA, Garcia-Belenguer S. 2002. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Science* **61**:425-433.

Peter JB, Edgerton VRR, Barnard RJ, Gillespie CA, Simpson DR. 1972. Overloaded skeletal muscles of a nonhuman primate (*Calago senegalensis*). *Experimental Neurology* **37**:322-339.

Pipek P. 1993. *Technologie masa I*. Ediční středisko VŠCHT, Praha.

Pipek P, Pour M. 1998. *Hodnocení jakosti živočišných produktů*. KUFŘ, Praha.

Pipek P, Jirotková D. 2001. *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožíznalství živočišných produktů*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Pulkrábek J, et al. 2005. *Chov prasat*. Profi Press, Praha.

Reece WO. 1998. *Fyziologie domácích zvířat*. Grada, Praha.

Reggiani C, Mascarello F. 2004. Fibre type identification and functional characterization in adult livestock animals. Pages 39-68 in Pas MFW te, Everts ME, Haagsman HP, editors. *Muscle development of livestock animals: physiology, genetics and meat quality*. CABI publishing, Lelystad.

Rehfeldt Ch, Fiedler I, Stickland NC. 2004. Number and size of muscle fibers in relation to meat production. Pages 1-38 in Pas MFW te, Everts ME, Haagsman HP, editors. *Muscle development of livestock animals: physiology, genetics and meat quality*. CABI publishing, Lelystad.

Rehfeldt C, Kuhn G. 2006. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. *Journal of Animal Science* **84**:113-123.

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

- Ruusunen M, Puolanne E. 2004. Histochemical properties of fibre types in muscles of wild and domestic pigs and the effect of growth rate on muscle fibre properties. *Meat Science* **67**:533-539.
- Ryu YC, Kim BC. 2005. The relationship between muscle fibre characteristic, *post mortem* metabolic rate and meat quality of pig *longissimus dorsi muscle*. *Meat science* **71**:351-357.
- Ryu YC, Choi YM, Lee SH, Shin HG, Choe JH, Kim JM, Hong KC, Kim BC. 2008. Comparing the histochemical characteristics and meat quality trans of different pig breeds. *Meat Science* **80**:363-369.
- Serrano MP, Valencia DG, Fuentetaja A, Lázaro R, Mateos GG. 2009. Influence of feed restriction and sex on growth performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared indoors. *Journal of Animal Science* **87**:1676-1685.
- Schiaffino S, Reggiani C. 2011. Fiber types in mammalian skeletal muscles. *Physiological reviews* **91**:1447-1531.
- Sova Z, Bukvaj J, Koudela K, Kroupová V, Pješčak M, Podaný J. 1990. Fyziologie hospodářských zvířat. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Steinhauser L, Matyáš Z, Pleva J. 2000. Produkce masa. Last, Tišnov.
- Stupka R, Šprysl M, Čítek J. 2009. Základy chovu prasat. Powerprint, Praha.
- Vermeulen L, Van de Perre V, Permentier L, De Bie S, Verbeke G, Geers R. 2014. Sound levels above 85 dB pre – slaughter influence pork quality. *Meat Science* **100**:269-274.
- Vrchlabský J, Golda J. 2000. Klasifikace těl jatečných zvířat – klasifikace těl prasat v jatečné úpravě v teplém stavu. *Maso* **3**:12-16.
- Wojtysiak D. 2013. Effect of age on structural properties of intramuscular connective tissue, muscle fibre, collagen content and meat tenderness in pig *longissimus lumborum muscle*. *Folia Biologica-Krakow* **61**:221-226.
- Wojtysiak D, Połtowicz K. 2015. Effect of ageing time on microstructure, rate of desmin degradation and meat quality of pig *longissimus lumborum* and *adductor* muscles. *Folia Biologica-Krakow* **63**:151-158.
- Wu F, Zuo JJ, Yu QP, Zou SG, Tan HZ, Xiao J, Liu YH, Feng DY. 2015. Effect of skeletal muscle fibers on porcine meat quality at different stages of growth. *Genetics and Molecular Research* **14**:7873-7882.

Zhou H, Chen Y, Lv G, Zhuo Y, Lin Y, Feng B, Fang Z, Che L, Li J, Xu S, Wu D. 2016. Improving maternal vitamin D status promotes prenatal and postnatal skeletal muscle development of pig offspring. *Nutrition* **32**:1144-1152.

Zochowska-Kujawska J, Zobczak M. 2009. Comparison of the texture, rheological properties and myofibre characteristic of SM (*semimembranosus*) muscle of selected species of game animals. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* **59**:243-246.

6 Seznam použitých zkratek a symbolů

AD	<i>musculus adductor</i>
ADFI	průměrný denní příjem krmiva
ADG	průměrný denní přírůstek
ATP	adenosintrifosfát
ATPasa	adenosintrifosfatáza
BF	<i>musculus biceps femoris</i>
CVS	systém počítačového vidění
DFD	tmavé, tuhé, suché maso
DP	domestikovaná prasata
FF	rychlá snadno unavitelná vlákna
FG	rychlá glykolytická vlákna
FOG	rychlá oxidativně-glykolytická vlákna
FR	rychlá vytrvalá vlákna
FTG	rychlá glykolytická vlákna
FTO	rychlá oxidativní vlákna
HE	vysoce energetická strava
HP	strava s vysokým obsahem proteinů
HW	těžká hmotnost
IMAT	intramuskulární adipózní tkáň
IMT	intramuskulární tuk
JUT	jatečně upravené tělo
LD	<i>musculus longissimus</i>
LL	<i>musculus longissimus lumborum</i>
LW	lehká hmotnost
MLLT	<i>musculus longissimus lumborum et thoracis</i>
MW	střední hmotnost
PM	<i>musculus psoas major</i>
PSE	bledé, měkké, vodnaté maso
RFN	červené, pevné, nevodnaté maso
RH	<i>musculus rhomboideus</i>
S	pomalá vytrvalá vlákna
SCAT	podkožní tuková tkáň
SO	pomalá oxidativní vlákna
ST	<i>musculus semitendinosus</i>
STO	pomalá oxidativní vlákna
tj.	to je, to jest
WB	divoká prasata
α R	rychle stažitelná oxidativní vlákna
α W	rychle stažitelná glykolytická vlákna
β R	pomalou stažitelná oxidativní vlákna

7 Seznam tabulek a obrázků

Tabulka 1: Rozdělení typů svalových vláken.....	15
Tabulka 2: Zastoupení typů svalových vláken u jednotlivých plemen prasat.....	20
Tabulka 3: Zařazení JUT do obchodní třídy SEUROP.....	33
Obrázek 1: Stavba svalu.....	13
Obrázek 2: Schematické znázornění asociace desminových intermediálních filament s myofibrily, sarkolemou, mitochondriemi a jádrem.....	25
Obrázek 3: Porovnání masa PSE, RFN a DFD.....	35