

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Kvalita masa prasat s rozdílným genotypem

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Michaela Trojanová

Obor studia: Kvalita potravin a zemědělských produktů

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

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Kvalita masa prasat s rozdílným genotypem" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za cenné rady, ochotu a vstřícnost při vedení mé diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala mému partnerovi, rodině a přátelům za podporu během celého studia.

Kvalita masa prasat s rozdílným genotypem

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá vlivem rozdílných genotypů prasat na kvantitativní a kvalitativní ukazatele vepřového masa. V literární rešerši je definován pojem maso, zmíněna historie chovu prasat a konzumace masa, je zde popsána struktura svalu a chemické složení masa. Nakonec jsou zmíněny některé vybrané vlastnosti masa a faktory působící na kvalitu masa, případně na vznik vad masa.

V druhé části práce byla vyhodnocena data získána v rámci experimentu. Pro účely této práce byla využita čtyři plemena prasat, a to české bílé ušlechtilé, česká landrase, duroc a bílé otcovské plemeno. Celkem bylo do experimentu zahrnuto 40 kusů prasat, která byla při dosažení průměrné hmotnosti 111 kg poražena.

Z kvantitativních jakostních ukazatelů byl v této práci statisticky významný rozdíl ($P = 0,002$) zaznamenán u podílu hlavních masitých částí.

Kvalitativní ukazatelé jatečné hodnoty jsou rozděleny do tří podkategorií, a to fyzikální vlastnosti, chemická analýza a analýza svalových vláken. U fyzikálních vlastností jatečné hodnoty byly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly u barevného odstínu pečeně a^* ($P = <0,001$), u barevného odstínu pečeně b^* ($P = 0,001$), u barevného odstínu a^* hřbetního tuku ($P = 0,002$) a u barevného odstínu b^* hřbetního tuku ($P = <0,001$). Statisticky významný rozdíl byl zjištěn také u hodnot síly ve stříhu u vařeného masa ($P = 0,012$), kdy nejtěžší bylo maso plemene česká landrase. V rámci chemické analýzy byly ve vzorcích jatečné partie pečeně zaznamenány signifikantní rozdíly u hodnot obsahu dusíkatých látek ($P = 0,019$) a také u obsahu popelovin ($P = 0,013$). V rámci analýzy svalových vláken jednotlivých plemen prasat byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P = 0,038$) u parametru počtu svalových vláken IIX na 1 mm^2 . Signifikantní rozdíl ($P = 0,017$) byl mezi jednotlivými plemeny zaznamenán také u hodnot podílu svalových vláken typu I.

Z toho vyplývá, že rozdílný genotyp prasat má vliv jak na kvantitativní, tak na kvalitativní parametry jatečné hodnoty. Vědeckou hypotézu, stanovenou pro tuto práci, tak můžeme potvrdit. Data, uvedená v této práci, lze v praxi využít chovateli při výběru vhodného plemene prasat pro produkci vepřového masa.

Klíčová slova: prase, plemeno, kvalita masa, maso

Meat quality of pigs with different genotypes

Summary

This thesis deals with the influence of different genotypes of pigs on quantitative and qualitative indicators of pork quality. The literature review defines the term meat, mentions the history of pig breeding and meat consumption, describes the muscle structure and chemical composition of meat. Finally, some selected properties of meat and factors affecting meat quality or the development of meat defects are mentioned.

In the second part of the paper, the data obtained in the experiment were evaluated. Four breeds of pigs were used for the purpose of this work, namely the czech white noble, the czech landrace, the duroc and the white paternal breed. A total of 40 pigs were included in the experiment and were slaughtered at an average weight of 111 kg.

Among the quantitative quality parameters, a statistically significant difference ($P = 0.002$) was observed in this study for the proportion of major fleshy parts.

The carcass quality indicators are divided into three subcategories, namely physical characteristics, chemical analysis and muscle fibre analysis. For the physical characteristics of carcass value, statistically significant differences were observed for liver colour a* ($P = <0.001$), liver colour b* ($P = 0.001$), liver colour a* ($P = 0.002$) and back fat colour b* ($P = <0.001$). A statistically significant difference was also found for the shear thickness values for cooked meat ($P = 0.012$), with the czech landrace meat being the fattest. In the chemical analysis, significant differences were observed in the carcass samples for nitrogen content ($P = 0.019$) and ash content ($P = 0.013$). In the muscle fibre analysis of the individual pig breeds, a statistically significant difference ($P = 0.038$) was found for the parameter number of muscle fibres IIX per 1 mm^2 . A significant difference ($P = 0.017$) was also observed between the breeds for the values of the proportion of type I muscle fibres.

This indicates that the different genotype of pigs has an effect on both quantitative and qualitative parameters of carcass value. We can thus confirm the scientific hypothesis established for this work. In practice, the data presented in this paper can be used by the breeder in selecting the appropriate breed of pigs for pork production.

Keywords: pig, breed, meat quality, meat

Obsah

1	Úvod	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	2
2.1	Vědecká hypotéza	2
2.2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Historie šlechtění a vzniku plemen prasat	3
3.2	Definice masa	3
3.3	Maso jako potravinu	3
3.4	Vepřové maso	4
3.4.1	System SEUROP	5
3.5	Svalová tkáň	5
3.5.1	Struktura svalového vlákna	6
3.5.2	Typy svalových vláken	7
3.6	Chemické složení masa	8
3.6.1	Voda	8
3.6.2	Bílkoviny	8
3.6.3	Tuky	9
3.6.4	Sacharidy	10
3.6.5	Dusíkaté extraktivní látky	10
3.6.6	Minerální látky	10
3.6.7	Vitaminy	11
3.7	Vlastnosti masa	11
3.7.1	pH	11
3.7.2	Křehkost	12
3.7.3	Vaznost	12
3.7.4	Barva	12
3.8	Definice kvality	13
3.9	Faktory ovlivňující kvalitu vepřového masa	14
3.9.1	Vnitřní faktory	14
3.9.1.1	Plemeno	14
3.9.1.2	Gen RYR1	17

3.9.1.3	Gen RN.....	17
3.9.1.4	Pohlaví.....	17
3.9.1.5	Porážková hmotnost.....	18
3.9.2	Vnější faktory	18
3.9.2.1	Výživa	18
3.10	Vady masa.....	20
3.10.1	PSE.....	20
3.10.2	Hampshire efekt.....	20
3.10.3	DFD	21
3.10.4	RSE a PFN.....	21
3.10.5	Chladové zkrácení.....	21
4	Metodika.....	22
4.1	Zvířata.....	22
4.1.1	České bílé ušlechtilé	22
4.1.2	Česká landrase	23
4.1.3	Duroc	23
4.1.4	Bílé otcovské.....	24
4.2	Sledované parametry kvality masa v závislosti na vybraném plemeni.....	24
4.2.1	Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty	24
4.2.2	Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty	25
4.2.2.1	Fyzikální vlastnosti	25
4.2.2.2	Chemická analýza	25
4.2.2.3	Analýza svalových vláken.....	26
4.3	Statistické vyhodnocení	26
5	Výsledky.....	27
5.1.1	Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty	27
5.1.2	Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty	29
5.1.2.1	Fyzikální vlastnosti	29
5.1.2.2	Chemická analýza	31
5.1.2.3	Analýza svalových vláken.....	32
6	Diskuze.....	34
7	Závěr	36
8	Literatura.....	37

9 Seznam použitých zkratk a symbolů.....	44
10 Seznam grafů, tabulek a obrázků	45

1 Úvod

Maso je důležitou složkou lidského jídelníčku už zhruba 15 000 let. I přestože je v současné době trendem spotřebu masa a masných výrobků spíše snižovat, ať už z enviromentálních, zdravotních nebo etických důvodů, má maso stále v našem jídelníčku významné postavení a v České republice se každoročně jeho spotřeba zvyšuje. Jeho přednostmi jsou hlavně jeho nutriční vlastnosti, kdy obsahuje vysoké procento plnohodnotných bílkovin nebo vitaminy skupiny B, zejména pak vitamín B₁₂ vyskytující se pouze v živočišných produktech. Ročně na každého občana České republiky připadne 86 kilogramů masa (ČSÚ 2022). Nejvíce Češi konzumují právě maso vepřové, a to s výrazným nárůstem před masem drůbežím.

Spotřebitel vybírá maso na základě mnoha parametrů. Někteří spotřebitelé hledí na to, kde bylo prase chováno a zda byly dodržovány zásady welfare zvířat, jiní hledí především na cenu kilogramu vepřového masa. Co mají ale všichni spotřebitelé společné, je to, že na svém talíři chtějí kvalitní, chutné a zdravotně nezávadné maso. V obchodě se pak zákazníci rozhodují hlavně podle barvy a celkového vzhledu masa.

Kvalitu vepřového masa ovlivňuje mnoho faktorů. Důležitými parametry jsou plemeno prasete, jeho pohlaví nebo třeba výživa. Ale i faktory jako je ustájení, působení stresorů nebo situace bezprostředně před nebo po porážce, mohou promlouvat do konečné kvality vepřového masa.

Plemena prasat tak, jak je známe, začala vznikat v Anglii koncem 19. století. V současné době je ve světě kolem 750 plemen a linií prasat. Každé plemeno bylo vyšlechtěno za nějakým účelem. Některá plemena jsou šlechtěna na vysokou zmasilost, jiná jsou ceněna pro svůj vysoký podíl tuku. Další plemena tyto vlastnosti kombinují. A nesmíme zapomenout ani na plemena prasat, která jsou ceněna zejména pro své reprodukční vlastnosti. U plemen šlechtěných na vysokou zmasilost můžeme pozorovat vznik vad masa, zejména pak vady označované PSE (pale, soft, exudative). Maso, které je zasažené touto vadou je bledé, měkké a vodnaté. Takové maso není pro zákazníka atraktivní a zhoršené jsou i jeho technologické vlastnosti, hlavně vaznost, kdy maso nezadržuje vlastní ani přidanou vodu. Kromě genotypu se na vzniku této vady podílí také stres, kterému se dá předcházet vhodným zacházením se zvířaty.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Vědecká hypotéza

Rozdílný genotyp prasat ovlivňuje konečnou kvalitu vepřového masa.

2.2 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši na téma vliv rozdílného genotypu prasat na konečnou kvalitu vepřového masa a dále zhodnotit vybrané kvantitativní a kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty v závislosti na plemeni.

3 Literární rešerše

3.1 Historie šlechtění a vzniku plemen prasat

Předchůdcem všech plemen domácích prasat (*Sus scrofa domesticus*) je prase divoké (*Sus scrofa*). Zhruba 9000 let před našim letopočtem pravděpodobně proběhlo několik na sobě nezávislých domestikací zejména v Malé Asii, východní Asii a v Evropě. Evropská plemena prasat mají původ v jihozápadní Asii (Teletchea 2019).

Kolébku moderního šlechtění prasat je Anglie (Velechovská 2018). Vznik dnešních moderních plemen prasat se datuje na konec 19. století, kdy začaly vznikat první šlechtitelské spolky. Po druhé světové válce se začalo více hledět na užítkovost a ekonomickou hodnotu plemenných zvířat než na rodokmen a standart plemene. Začaly vznikat první programy kontroly užítkovosti, kdy se sledovaly znaky jako výkrmnost, jatečná hodnota, průměrné denní přírůstky, výška hřbetního tuku a reprodukce. Později se začaly sledovat i další jakostní znaky, například výskyt vady PSE (Fiedler & Smital 2001).

V roce 1973 byl v Československu zaveden tzv. hybridizační program, který měl za cíl zlepšení kvality vepřového masa prostřednictvím hybridů masných typů prasat (Kučera et al. 2014). V mateřské pozici byla využívána plemena bílé ušlechtilé, landrase a přeštické černostrakaté. Jako otcovská plemena byla použita dovezená masná plemena, a to belgická landrase, duroc, pietrain a hampshire (Fiedler & Smital 2001; Kučera et al. 2014.)

V současné době existuje ve světě přes 730 plemen nebo linií prasat. Celosvětově produkci dominuje pět plemen prasat, a to large white, duroc, landrase, hampshire a pietrain (Teletchea 2019).

3.2 Definice masa

Jako maso jsou brány všechny části těl živočichů v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě. Do masa se kromě svaloviny řadí také droby, živočišné tuky, krev, kůže, kosti a také masné výrobky. Jako droby jsou označovány požitelné části, které nepatří do masa v jateční úpravě (Steinhauser et al. 1995).

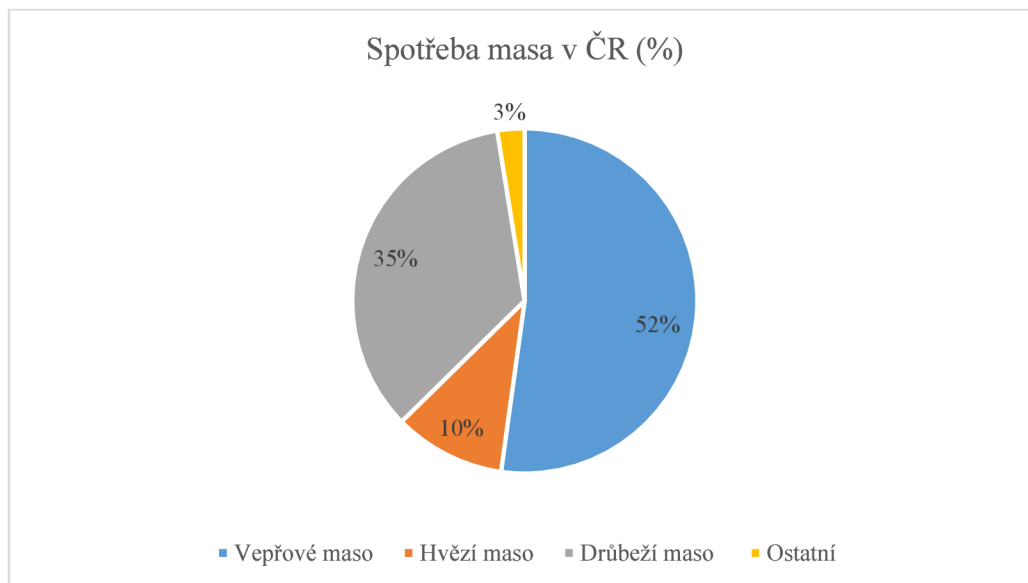
Zdrojem masa pro lidskou výživu jsou především domestikovaní živočichové, převážně skot, prasata, drůbež, ovce a králíci. Dalším zdrojem může být například lovná zvěř, ryby, měkkýši a koryši (Kadlec et al. 2012).

3.3 Maso jako potravina

Maso hraje zásadní roli v lidské stravě. Konzumace masa člověku evolučně přispěla k rozvoji gastrointestinálního traktu, kraniodentálních rysů a napřímení držení těla (Pereira & Vicente 2013). Rod Homo, do kterého biologicky patříme, konzumuje maso již více než 15 000 let (Gabrovská & Chýlková 2017). Jeho význam spočívá v obsahu vysoce biologicky hodnotných bílkovin, železa, selenu, zinku, fosforu a vitaminů skupiny B (Arshad 2018). Zejména plnohodnotné bílkoviny obsažené v mase přispěly k vývoji mozku našich předků. Jako plnohodnotné bílkoviny se označují bílkoviny, které obsahují všechny aminokyseliny nezbytné pro fungování lidského těla (Gabrovská & Chýlková 2017). Tuky nemají ideální

zastoupení mastných kyselin, proto je potřeba dbát na umírněnou konzumaci především tučného masa (Pereira & Vicente 2013; Arshad 2018). Zpracované maso dále přispívá k nadměrné konzumaci sodíku (Cocking et al. 2020).

V Evropě se průměrný příjem masa u dětí a dospívajících pohybuje kolem 40-160 g/den, což je 14-58 kilogramů masa na osobu za rok. Dospělí konzumují kolem 75-233 g/den, což je 27-85 kilogramů masa na osobu za rok (Cocking et al. 2020). V České republice se v roce 2021 zkonsumovalo 86 kilogramů masa na osobu. Největší podíl činilo maso vepřové, kterého bylo zkonsumováno 45 kilogramů na osobu (ČSÚ 2022).



Graf 1: Spotřeba jednotlivých druhů masa v České republice (%) (ČSÚ 2022)

Konzumace masa a podíl jednotlivých druhů masa na spotřebě se v různých zemích světa odvíjí od kulturního kontextu zejména s ohledem na náboženskou, genderovou a rasovou identitu (Chiles & Fitzgerald 2018).

3.4 Vepřové maso

V současné době jsou prasata jedním z nejdůležitějších odvětví živočišné produkce a vepřové maso je důležitým zdrojem živočišných bílkovin ve světě (MZe 2022). V České republice vepřové maso tvoří 52 % z celkového objemu zkonsumovaného masa ročně (ČSÚ 2022). Výhodou prasat je dobrá konverze živin, krátký reprodukční cyklus, vysoká plodnost a brzká jatečná zralost (Torres et al. 2013).

Vepřové maso má růžovou až červenou barvu, odstín barvy se může měnit v závislosti na konkrétním svalu, věku zvířete nebo výsledné hodnotě pH po porážce. Z nutričního hlediska je vepřové maso významné, obsahuje 19-21 % plnohodnotných bílkovin, také je významným zdrojem vitamínu B₁₂, který je obsažen pouze v živočišných produktech (Torres et al. 2013). Vnitřnosti, zejména játra, jsou významným zdrojem vitamínu A a kyseliny listové (Arshad 2018).

3.4.1 Systém SEUROP

Tento systém klasifikace byl v České republice zaveden od 1. dubna 2001. Klasifikaci jatečně upravených těl je povinen zajistit každý provozovatel jatek, který poráží více jak 200 kusů prasat týdně v ročním průměru. Tato povinnost se nevztahuje na majitele jatek, kteří poráží pouze prasata narozená a vykrmená ve vlastních chovných zařízeních a všechna jatečně upravená těla také bourá (Státní veterinární správa).

Základním ukazatelem kvality jatečného těla je podíl svaloviny. Pro klasifikaci se mohou používat pouze metody schválené Evropskou Komisí. V České republice je schváleno šest metod, a to manuální dvoubodová metoda a dále metody FOM, UFOM 300, HGP, IS-D-05 a IS-D-15 (MZe 2022).

Tabulka 1: Výsledky klasifikace jatečně upravených těl prasat za rok 2019 (MZe 2022)

Třída jakosti	Podíl svaloviny	Počet JUT	Zastoupení JUT ve třídě (%)
S	60 a více %	682 789	35,18
E	55 až 59,9 %	1 063 654	54,81
U	50 až 54,9 %	159 925	8,24
R	45 až 49,9 %	12 358	0,64
O	40 až 44,9 %	1 026	0,05
P	méně než 40 %	176	0,01

V České republice jsou nejvíce porážena prasata zařazena do třídy jakosti E. V roce 2019 jejich počet činil 1 063 654 kusů, prasata třídy E tak činí v České republice 54,81 % z celkového počtu poražených prasat. Dalšími nejhojněji poráženými prasaty jsou prasata zařazena do třídy S s podílem 35,18 % z celkového počtu poražených prasat. Třída U činí 8,24 %. Další třídy jakosti nejsou v České republice nijak významně zastoupeny (MZe 2022).

3.5 Svalová tkáň

Součásti svalového systému představují 45 až 50 % celkové tělesné hmotnosti. Svalová tkáň zajišťuje pohyb těla, orgánů, zajišťuje tvorbu tepla a dalších mnoho různorodých funkcí (Reece 2005).

Svalovinu rozdělujeme na tři typy:

- příčně pruhovanou svalovinu,
- hladkou svalovinu,
- srdeční svalovinu.

Příčně pruhovaná svalovina, která se nazývá také jako svalovina kosterní, je maso v užším slova smyslu (Kadlec et al. 2012). Příčně pruhovaná svalovina tvoří kosterní svaly, svěrače nebo také jazyk, jícen, hrtan a hltan. Základní jednotkou je svalové vlákno (Marvan et al. 1992). Kosterní sval se skládá z několika tkání, jako jsou svalová vlákna, pojivové tkáně a tukové tkáně. Právě pojivová a tuková tkáň v kosterní svalovině hraje klíčovou roli při určování kvality masa (Listrat et al. 2016).

Hladká svalovina je součástí vnitřních orgánů, například orgánů trávicího traktu a dýchacích cest. Je složena z vřetenovitých buněk, které se sdružují do svazků, listů nebo vrstev (Marvan et al. 1992). Vřetenovité buňky hladké svaloviny mají centrálně umístěné jádro. V hladké svalovině nejsou viditelné pruhy tak, jako ve svalovině kosterní, protože vlákna proteinů aktinu a myosinu nejsou uspořádány (Reece 2005).

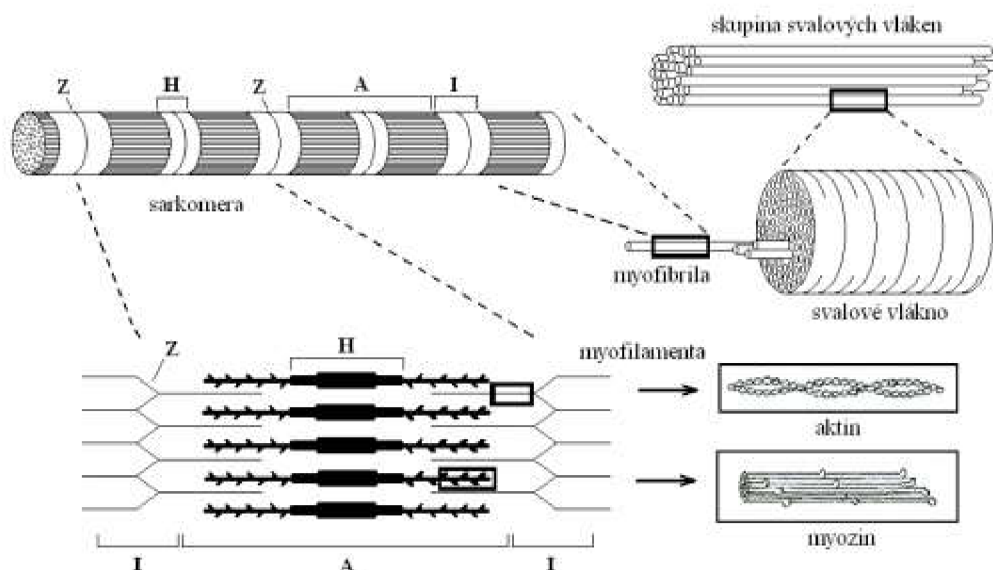
Srdeční svalovina se nachází pouze v srdci. Stejně jako hladká svalovina je řízena autonomním nervovým systémem. Na rozdíl od svaloviny hladké, však srdeční svalovina vykazuje pruhování (Reece 2005). Buňky se vzájemně spojují ve vláknité trávce a poté do sítě. Mezibuněčné kontakty se nazývají interskalární disky (Marvan et al. 1992; Reece 2005). Tyto mezibuněčné kontakty jsou velmi pevné (Marvan et al. 1992). Interskalární disky usnadňují přenos nervových impulsů z jedné buňky do druhé. Každá buňka srdeční svaloviny obsahuje centrálně umístěné jádro. Obvykle se v buňce nachází jádro jedno, někdy se však mohou vyskytovat i dvě jádra (Reece 2005).

3.5.1 Struktura svalového vlákna

Základní jednotkou svalu je svalové vlákno. Svalové vlákno má válcovitý tvar o délce 1-40 cm a o průměru 10-100 μm (Marvan et al. 1992). Svalová vlákna představují 75-90 % celkového objemu svalu (Lefaucheur 2010). Délka svalového vlákna závisí na jeho stavbě, tloušťka závisí na stáří, pohlaví, druhu zvířete a mechanickém namáhání. Povrch svalového vlákna tvoří buněčná blána, sarkolema, kryjící cytoplazmu, která obsahuje myofibrily (Marvan et al. 1992).

Myofibrily jsou dlouhé sloupce o tloušťce 0,5–2 μm . Jsou orientovány podélně a procházejí celou délkou svalového vlákna. Na myofibrilách jsou patrné segmenty silně a slabě dvojlomné hmoty. Silně dvojlomný úsek se nazývá anizotropní a slabě dvojlomný úsek se nazývá izotropní. Izotropní úsek je rozdělen telofragmou (Z-linie) na dvě poloviny, úsek anizotropní je rozdělen mezofragmou (M-linie). Sarkomerou je označován úsek mezi dvěma Z- liniemi (Marvan et al. 1992).

Sarkomery se skládají z myofilament. Tlustá myofilamenta jsou složena z protáhlých molekul myosinu a tenká myofilamenta se skládají ze dvou spirálovitě stočených molekul aktinu (Marvan et al. 1992). Kromě aktinu a myosinu obsahují sarkomery tropomyozin, troponin a další protiny (Lüllmann-Rauch 2012).



Obrázek 1: Struktura kosterního svalu (<https://www.kme.zcu.cz/kmet/bio/svstavba.php>)

3.5.2 Typy svalových vláken

Svalová vlákna jsou rozdělována na různé typy dle jejich kontraktálních a metabolických vlastností (Lefaucheur 2010). Vlákna kosterního svalstva se dělí na červená, bílá a přechodná (Reece 2005). Histochemické charakteristiky kosterního svalstva jsou ovlivňovány genetickými a environmentálními faktory, včetně pohlaví, svalového typu, plemene, věku, hormonů a fyzické zátěže (Choi & Kim 2009).

Červená svalová vlákna jsou obvykle tenčí. Obsahují méně myofibril, což vede k většímu obsahu sarkoplasmy a myoglobinu, který ovlivňuje barvu svalového vlákna (Steinhauser et al. 1995). Obsahují malé množství glykogenu, avšak jsou bohaté na triglyceridy (Lefaucheur 2010). Červená svalová vlákna obsahují taky vyšší počet mitochondrií a v důsledku toho dochází v tomto typu svalového vlákna k oxidativním procesům. Kontrakce jsou pomalé, avšak vydatnější. Převahu červených vláken najdeme například v dýchacích svaích (Steinhauser et al. 1995). Energetické nároky červených svalových vláken jsou uspokojovány oxidativním metabolismem. Tento proces je závislý na cirkulaci kyslíku a substrátu (Arendt 1985). Tento typ vláken se označuje jako typ I (Steinhauser et al. 1995).

Bílá svalová vlákna jsou tlustší, obsahují menší množství myoglobinu a mitochondrií (Steinhauser et al. 1995). Mají lépe vyvinutý anaerobní energetický systém, kdy dochází k metabolismu glykogenu uloženého ve svaích (Arendt 1985). Tento typ svalových vláken umožňuje rychlou kontrakci, avšak dochází rychleji k jejich únavě. Tento typ vláken se označuje jako typ II (Steinhauser et al. 1995).

Na základě odlišné citlivosti aktomyosinového adenosintrifosfátu k různým hodnotám pH se rozdělují dle Brooke & Kaiser (1970) svalová vlákna na typy I, IIA a IIB. Jako vlákna typu I jsou označována pomalá oxidativní, jako typ IIB jsou označována vlákna rychlá glykolytická. Vlákna typu I jsou bohatá na myoglobin a triglyceridy, naopak obsahují málo glykogenu. Naopak vlákna typu IIB jsou bohatá na glykogen, myoglobinu a triglyceridů obsahují málo (Lefaucheur 2010). Lefaucheur (2010) uvádí, že podobná vláknům IIB jsou vlákna IIX. Rychlost jejich kontrakce je však mírně nižší a jejich oxidační metabolismus naopak

mírně vyšší než u vláken IIB (Lefaucheur 2010). Vlákná IIX se mohou označovat také jako svalová vlákna typu IIC. Jde o svalová vlákna přechodného typu (Karlsson et al. 1999). Přechodná vlákna tvoří přechod mezi vlákny červenými a bílými. Tato vlákna obsahují velké množství myoglobinu, jejich rychlost kontrakce je nižší a pomalu se unavují (Reece 2005). Jako vlákna typu IIA se označují rychlá červená vlákna. Tato vlákna mají vlastnosti vláken typu I a IIX (Lefaucheur 2010).

3.6 Chemické složení masa

Svalovina obecně obsahuje kolem 70-75 % vody, 20 % bílkovin, 3 % tuku a 2 % nebílkovinných látek, do kterých patří minerály, vitaminy, dusíkaté nebílkovinné látky, sacharidy a jejich metabolity (Kameník et al. 2014).

3.6.1 Voda

Voda může tvořit 65-80 % z celkové hmotnosti svalu, jde tak o nejvíce zastoupenou složku masa (Keeton et al. 2014). Celkový obsah vody v těle zvířete závisí většinou z velké části na obsahu tuku v těle. U zvířete s nízkým obsahem tuku může voda činit 70 % hmotnosti zvířete, naopak u zvířete obézního může voda činit pouhých 45 % hmotnosti zvířete (Reece 2005). Dále je obsah vody v těle zvířete ovlivňován stářím, kdy mladá zvířata mají vyšší obsah vody v těle oproti zvířatům starším (Tomášková 2018).

Reece (2005) dělí vodu na intracelulární a extracelulární. Extracelulární vodu dělí dále na transcelulární, intersticiální a plazmovou vodu.

Voda vázaná, která tvoří asi 1 % vody v mase, je pevně vázaná bílkovinami. Tato voda je odolná vůči mrazu, zahřívání a posmrtným změnám masa. Imobilizovaná voda tvoří asi 85 % celkové vody. Neopouští snadno strukturu, avšak může být z masa odstraněna sušením, posmrtnými změnami, degradací nebo denaturací proteinu. Voda volná může z masa volně vytékat (Warner 2017).

V těle voda slouží především jako transportní médium pro metabolity, jako termoregulátor a rozpouštědlo (Keeton et al. 2014).

3.6.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou vysokomolekulární komplexní molekuly, které se skládají z aminokyselin. Obsahují vodík, uhlík, kyslík a dusík (Reece 2005). Bílkoviny obsažené v mase jsou dobře stravitelné a jsou označovány jako plnohodnotné, což znamená, že obsahují všechny esenciální aminokyseliny ve správném poměru. Jako esenciální aminokyseliny označujeme aminokyseliny, které je nutné dodávat ve stravě, jelikož si je lidský organismus nedokáže vytvořit sám. Mezi esenciální aminokyseliny patří leucin, isoleucin, lysin, methionin, fenylalanin, threonin, tryptofan a valin. U dětí se mezi esenciální aminokyseliny řadí ještě histidin.

V libovém mase je okolo 20 % bílkovin (Steinhauser et al. 1995). Podíl bílkovin kolísá při posuzování jednotlivých anatomických částí. Nejvíce bílkovin je ve vepřovém výsekovém mase obsaženo v panenské svičkové, jedná se o 22 g na 100 g syrového masa. Nejméně bílkovin obsahuje bok, který obsahuje 15,75 g na 100 g syrového masa (Kameník et al. 2014).

Steinhauser et al. (1995) rozděluje bílkoviny v mase na tři skupiny. Jsou to bílkoviny sarkoplasmatické, myofibrilární a stromatické.

Sarkoplasmatické bílkoviny jsou rozpustné ve vodě. Řadí se mezi ně například albuminy a hemová barviva hemoglobin a myoglobin (Steinhauser et al. 1995). Sarkoplasmatické bílkoviny tvoří asi 30 % z celkového obsahu bílkovin (Karlsson et al. 1999).

Hemoglobin je krevní barvivo. Ve svalovině se vyskytuje zejména po špatném vykrvení zvířete (Steinhauser et al. 1995).

Myoglobin je svalové barvivo a slouží jako zásobárna kyslíku ve svalu. Při navázání plynů na centrální atom železa vznikají další deriváty jako například oxy-myoglobin, nitroxy-myoglobin, metmyoglobin a methemoglobin (Steinhauser et al. 1995).

Nejvíce zastoupeny jsou myofibrilární bílkoviny. Ty tvoří asi 60 % z celkového obsahu bílkovin svalu (Karlsson et al. 1999). Myofibrilární bílkoviny se dále dělí podle funkce na tři skupiny: kontraktilní, regulační a podpůrné (Steinhauser et al. 1995). Jde o dlouhé proteiny organizované do sarkomer. Nejvíce zastoupen je myosin (López-Bote 2017). Dále mezi miofibrilární bílkoviny patří aktin, titin, tropoin a další. Myofibrilární bílkoviny zajišťují práci svalu. Také ovlivňují posmrtné změny a vlastnosti masa (Steinhauser et al. 1995).

Stromatické bílkoviny se nacházejí zejména v pojivových tkáních, tedy ve šlachách, kostech vazech apod. (Steinhauser et al. 1995). Tvoří přibližně 10 % z celkového obsahu bílkovin (Karlsson et al. 1999). Do této skupiny bílkovin se řadí například kolagen, elastin a keratin. Z nutričního hlediska jde o neplnohodnotné bílkoviny (Steinhauser et al. 1995).

Keeton et al. (2014) uvádí, že nejvíce zastoupeným proteinem v těle zvířete je kolagen. Ten se vyskytuje v kůži, kostech, vazech, šlachách a chrupávkách. Elastin se je zastoupen zejména ve vazech a v podpůrné struktuře orgánů.

3.6.3 Tuky

Tuk má v mase zásadní vliv z hlediska senzorického, jelikož je nosičem aromatických látek (Kadlec et al. 2012).

Z hlediska chuti je nejdůležitější tuk intramuskulární neboli tuk uvnitř svalu. Maso, které obsahuje málo tuku je chuťově nevýrazné, tuhé a suché (Václavková & Lustyková 2012).

Rozložení tuku v mase je nerovnoměrné. Mezi svalovými vlákny je uložena malá část tuku, která způsobuje tzv. mramorování. Mramorování je důležité pro chuť, šťavnatost a křehkost masa. Větší podíl tuku se nachází v podkožních oblastech. Jedná se o tuk zásobní (Katina & Kšána 2012). V mase jsou nejvíce přítomny monoglyceridy, diglyceridy a triglyceridy. Jde o jednu molekulu glycerolu esterifikovaného až se třemi molekulami mastných kyselin. Obvykle mastné kyseliny v tukové tkáni zvířat obsahují v řetězci 16 nebo více uhlíků a jejich řetězce jsou buď nasycené vodíky, tehdy mluvíme o nasycených mastných kyselinách, nebo mohou obsahovat dvojnásobné vazby. Tyto kyseliny nazýváme jako nenasycené mastné kyseliny. Zhruba 80 % tuku v mase je tvořeno kyselinou olejovou, palmitovou a stearovou. Vepřové sádlo má také vyšší podíl nenasycené mastné kyseliny linolové, která způsobuje měkčí strukturu sádla při pokojové teplotě a vyšší náchylnost k oxidativnímu žluknutí. Z nenasycených mastných kyselin se ve vepřovém sádle vyskytuje kyselina arachidonová (Young et al. 2012). Mezi méně zastoupené mastné kyseliny

ve vepřovém mase patří kyselina palmitoolejová, kyselina laurová a kyselina myristová (Torres et al. 2013).

Tabulka 2: **Obsah mastných kyselin ve vepřovém sádle (%) (Ingr 2003)**

Mastná kyselina	Zastoupení (%)
Olejová	41–51
Palmitová	25–35
Stearová	12–18
Linolová	2,5–7,8
Linolenová	1–1,5
Arachidonová	0,5–1

V mase je také obsažen cholesterol, který je nedílnou součástí všech živočišných buněk. V libovém mase se hodnota cholesterolu pohybuje v rozmezí mezi 50-100 miligramy ve 100 gramech masa. V tučném mase se obsah cholesterolu zvyšuje (Katina & Kšána 2012).

Obsah tuku ve vepřovém mase je ovlivněn zejména tělesnou partií, věkem, pohlavím a výživou zvířete.

3.6.4 Sacharidy

Hlavním sacharidem obsaženým ve svalech zvířat je glykogen. Ten tvoří asi 0,5–1,5 % hmotnosti svalu. Více glykogenu je v játrech, kde tvoří asi 3 % (Przybylski et al. 2006). Glykogen je zdrojem energie ve svalech, s tím souvisí snížení jeho obsahu, když je zvíře vyčerpané (Steinhauser et al. 1995).

Glykogen hraje zásadní roli v kvalitě masa. *Post mortem* totiž dochází k jeho štěpení na kyselinu mléčnou, která ovlivňuje pH masa. U prasat s genem RN dochází k akumulaci až o 70 % více glykogenu než u prasat bez tohoto genu. Vysoký obsah glykogenu ve svalu při porážce poté vede k nízkému pH masa (Przybylski et al. 2006). Pokud je glykogenu ve svalu málo, dojde k menšímu okyselení. Malé okyselení způsobuje nižší údržnost masa a může také docházet ke vzniku vad masa (Steinhauser et al. 1995).

V mase se dále vyskytuje glukóza a cukerné fosfáty (Young et al. 2012).

3.6.5 Dusíkaté extraktivní látky

Do skupiny extraktivních dusíkatých látek patří zejména aminokyseliny a některé peptidy. Z volných aminokyselin jsou nejvíce zastoupeny glutamin, kyselina glutamová, glycin, lysin a alanin. Z peptidů to je zejména karnosin, anserin a glutathion (Steinhauser et al. 1995).

3.6.6 Minerální látky

Minerální látky masa jsou definovány jako prvky v popelu masa (Straka & Malota 2006). Tvoří zhruba 1 % z hmotnosti masa (Steinhauser et al. 1995). Podle množství minerálních látek v mase Straka a Malota (2006) dělí prvky do třech skupin: majoritní minerální látky, minoritní minerální látky a stopové prvky.

Mezi majoritní minerální látky patří sodík, draslík, hořčík, vápník, chlor, fosfor, síra. Mezi minoritní minerální látky se řadí železo a zinek. Do stopových prvků řadíme například měď, selen, hliník a další (Straka & Malota 2006).

Z masa člověk přijímá hlavně zinek, fosfor a železo. Železo přijaté z masa se resorbuje podstatně lépe než železo přijaté z rostlinných zdrojů. Nejvíce železa je obsaženo v mase sardinek, pokud se ale zaměříme na maso hospodářských zvířat, je největší obsah železa v mase hovězím, kde je obsaženo zhruba 2,4 miligramů železa na 100 gramů masa. Vepřové maso má nejnižší obsah železa, a to 1,6 miligramů na 100 gramů masa (Blatná & Horna 2006).

Obsah makro prvků, mikro prvků, stopových a toxických stopových prvků v mase může být ovlivněn způsobem chovu zvířat. Dle Songa et al. (2021) se v mase prasat chovaných v dobrých podmínkách vyskytovaly vyšší hodnoty draslíku, železa, manganu a niklu než u prasat chovaných v konvenčních chovech.

3.6.7 Vitaminy

Vitaminy dělíme do dvou skupin: vitaminy rozpustné v tucích a vitaminy rozpustné ve vodě. Mezi vitaminy rozpustné v tucích se řadí vitaminy A, D, E, K. Mezi vitaminy rozpustné ve vodě patří vitaminy skupiny B a vitamin C.

Maso je významným zdrojem vitaminů skupiny B. V mase je zastoupen thiamin (vitamin B₁), riboflavin (vitamin B₂), niacin (vitamin B₃) a pyridoxin (vitamin B₆) (Young et al. 2012). Nejdůležitějším vitaminem, který je obsažen v mase je kobalamin (vitamin B₁₂), který se nenachází v žádném rostlinném zdroji (Gabrovská 2017). V porovnání s ostatními druhy masa obsahuje vepřové maso více vitamínu thiaminu, niacinu a pyridoxinu. Naopak kobalaminu obsahuje méně (Wood 2017).

Dále se v mase vyskytuje tokoferol (vitamin E), ten však není významným dietetickým zdrojem, ale je důležitý pro zachování barvy masa (Young et al. 2012).

3.7 Vlastnosti masa

3.7.1 pH

Hodnota pH má vliv na senzorycké, technologické a hygienické parametry masa. Svalovina má obvykle pH kolem 7, tato hodnota po porážce klesá vlivem anaerobního odbourávání glykogenu po porážce a vznikem kyseliny mléčné, která snižuje pH na hodnoty v rozmezí 5,4-5,7. Hodnoty pH kolem 6,2 se vyskytují u masa zvířat, která byla před porážkou vystavena velkému stresu, a tak byly vyčerpány zásoby glykogenu (Andrés-Bello et al. 2013).

Pro spotřebitele je důležitý vliv pH na barvu masa. Pokud má maso pH nízké, barva je světlejší. Maso je tmavší, pokud je naopak hodnota pH vyšší (Dostálová & Kadlec 2014).

Hodnota pH také významně ovlivňuje zdravotní nezávadnost masa. Pokud není maso dostatečně okyseleno vzniklou kyselinou mléčnou a dosahuje vyšších hodnot pH, může snadněji docházet k mikrobiálnímu rozvoji a k následnému kažení (Stupka et al. 2009).

3.7.2 Křehkost

Křehkost masa je důležitým znakem kvality. Má na ni vliv mnoho faktorů a je ovlivněna jak výrobními, tak zpracovatelskými procesy (Hopkins 2017). Je ovlivňována například pohlavím, věkem, temperamentem zvířete, postmortálními změnami a dalšími faktory (Kadlec et al. 2012). Křehkost masa se také odvíjí od uspořádání svalových vláken ve svazku a obsahu intramuskulárního tuku ve svalu (Juárez et al. 2012). Významnou roli v křehkosti masa hraje obsah pojivové tkáně ve svalu. S rostoucím podílem pojivových tkání křehkost klesá. Naopak maso s vyšším obsahem intramuskulárního tuku je křehčí (Kadlec et al. 2012).

Křehkost se dá ovlivnit různými metodami. Mikołajczak et al. (2019) uvádějí jako účinné použití elektrostimulace o napětí 350 V, frekvenci 17 Hz a faktoru plnění 0,9. Elektrostimulace byla použita 20 minut po porážce. Hodnoty pH 45 minut po porážce byly u masa ošetřeného elektrostimulací výrazně nižší oproti masu bez ošetření. Hodnoty pH byly nižší vlivem rychlejšího okyselení svaloviny. Při měření křehkosti masa po 3 dnech skladování byly u masa, ošetřeného elektrostimulací, naměřeny nejlepší hodnoty křehkosti. V těchto vzorcích byla naměřena také lepší rozpustnost kolagenu.

3.7.3 Vaznost

Vaznost masa je schopnost masa zadržovat vodu vlastní, nebo vodu přidanou. Ovlivňuje jak vizuální přijatelnost pro spotřebitele, tak hmotnostní ztráty při přepravě, skladování a zpracování masa (Warner 2017). Vaznost také úzce souvisí s barvou, texturou, pevností a vlastnostmi vařeného masa. Je důležitá nejen vzhledem k senzoryckým a ekonomickým vlastnostem masa, ale také vzhledem k její roli při formování svalové struktury a následným účinkům na kvalitu masa (Hughes et al. 2014).

Vaznost masa je ovlivňována mnoha faktory. Mezi ně patří například pH, obsah solí a iontů, průběh posmrtných změn v masu atd. (Kadlec et al. 2012). Nejhorší vaznosti dosahuje maso ve stádiu *rigoru mortis*, kdy pH masa klesá z hodnot kolem 7,08–7,3 na hodnoty kolem 5,4–5,7. Tyto hodnoty se blíží k hodnotě izoelektrického bodu bílkovin, což je hodnota kolem 5,2 (Apple & Yancey 2013). Vaznost je snížena v důsledku vyrovnání počtu kladných a záporných nábojů na molekule bílkoviny, opačně nabitě skupiny se přitahují maximální silou. Při změně pH od izoelektrického bodu se změní rozložení kladných a záporných nábojů a vaznost masa se zvyšuje (Kadlec et al. 2012).

Vaznost masa může být ovlivňována přidáním některých aditiv. Jednou z možností je přidání soli. Kadlec et al. (2012) uvádí, že vaznost masa dosahuje maxima při koncentraci soli kolem 5 %.

Na konečnou vaznost masa mají vliv genetické faktory, stres zvířat před porážkou a postmortální změny masa. U prasat je vzhledem ke genotypu ovlivněna vaznost masa také přítomností mutace genu RYR1 a RN (Apple & Yancey 2013).

3.7.4 Barva

Při kontaktu světla s povrchem masa se může světlo buď odrazit, být pohlceno, nebo se rozptýlit. Tyto tři atributy určují barvu masa. Nejdůležitějším je však světlo odrážející se zpět do lidského oka (Hughes et al. 2014). Barva masa je pro spotřebitele důležitým kritériem

pro hodnocení vhodnosti masa ke konzumaci (Faustman & Suman 2017). Je dána zejména obsahem myoglobinu, tedy svalového barviva, ve svalu (Kameník 2016). Castigliero et al. (2012) uvádí, že barva masa závisí také na typu a množství pigmentů v maso, typu vláken tvořících sval, obsahu intramuskulárního tuku a povrchové hydrataci.

Ve své molekule obsahuje atom železa, na který se poté naváže kyslík. Pokud je kyslík na železe navázaný, myoglobin má jasně červenou barvu. Toto je barva „čerstvého masa“. Na vzduchu však dochází k oxidaci dvojmocného železa (Fe^{2+}) na železo trojmocné (Fe^{3+}). Takto změněný myoglobin se označuje jako metmyoglobin. Maso proto ztrácí svou sytě červenou barvu a začíná hnědnout. Čerstvé maso obsahuje aktivní enzymy, které dokážou železo redukovat zpět z Fe^{3+} na Fe^{2+} . Tyto enzymy se však postupem času z masa vytrácejí a povrch masa tak zhnědne. Hnědá barva je tedy indikátorem, že maso již není zcela čerstvé (Kameník 2016). Barva hraje významnou roli při výběru spotřebitelem (Castigliero et al. 2012). Aby byla zachována atraktivita baleného masa pro spotřebitele, jsou v dnešní době používány obaly s tzv. modifikovanou atmosférou. U vepřového masa je ochranná atmosféra složena ze 70-80 % kyslíku, zbytek tvoří CO_2 . Dalším způsobem balení je balení do vakua, kdy se mění myoglobin na deoxymyoglobin, který je nachově červený. Pokud má maso šedo zelenou barvu, může to být ukazatel mikrobiálního kažení. Některé bakterie totiž produkují peroxid vodíku, který myoglobin rozkládá, a tak dochází ke změnám barvy a dalším smyslovým vadám (Kameník 2016).

3.8 Definice kvality

Kvalitu vepřového masa lze definovat jako kombinaci různých vlastností čerstvého masa (Ryu et al. 2008).

Listrat et al. (2016) uvádí, že kvalita masa je dána čtyřmi faktory. Prvním faktorem je hygienická nezávadnost, tedy bezpečnost potraviny (Listrat et al. 2016). Jako bezpečnou potravinu můžeme označit potravinu, která je vhodná k lidské spotřebě a neohrožuje zdraví konzumenta (Kameník 2012). Je dána především mikrobiologickými parametry a přítomností reziduí chemických látek jako jsou například pesticidy (Listrat et al. 2016).

Další úroveň je nutriční hodnota potraviny (Kameník 2012). Nutriční hodnota potraviny závisí především na nutriční hodnotě tuků, sacharidů a bílkovin, které danou potravinu tvoří. U masa se zaměřujeme zejména na bílkoviny a tuky. Jako maso s vysokou nutriční hodnotou je označováno maso, které obsahuje vysoké procento bílkovin s vysokým podílem esenciálních aminokyselin a vyšším obsahem polynenasycených mastných kyselin (Listrat et al. 2016). Kameník (2012) uvádí, že vysoký podíl celkového tuku nebo vody nutriční hodnotu snižuje.

Pro spotřebitele je důležitá organoleptická kvalita produktu, která z velké části ovlivňuje, zda si zákazník produkt koupí (Kameník 2012). Organoleptická, nebo také sensorická, kvalita zahrnuje barvu, texturu, šťavnatost a chuť. Listrat et al. (2016) do této kategorie řadí také technologické vlastnosti masa, zejména schopnost zadržovat vodu. Tato vlastnost je spojena s mírou ztrát při zpracování masa.

Posledním kritériem je balení produktu, kdy velikost balení, obalové materiály a další kritéria mohou hrát významnou roli při výběru produktu spotřebitelem (Kameník 2012).

Jako špičku pomyslné pyramidy kvality Kameník (2012) uvádí cenu, která odráží složení, senzorické vlastnosti a způsob balení produktu. Cenu je potřeba při hodnocení kvality také zohlednit.

3.9 Faktory ovlivňující kvalitu vepřového masa

3.9.1 Vnitřní faktory

3.9.1.1 Plemeno

Ryu et al. (2008) se zabývali vlivem plemene na histochemické vlastnosti svalů a znaky kvality masa. Pro studii byla použita plemena berkshire, landrase, yorkshire, a kříženci (landrase x yorkshire x duroc). Z hlediska histochemického byl pozorován u plemene berkshire největší průměr svalových vláken, dále se u tohoto plemene objevovalo vyšší zastoupení svalových vláken typu I. Nejvyšší zastoupení vláken typu IIA bylo u kříženců a nejvyšší zastoupení vláken IIB bylo pozorováno u plemene landrase. Celkově byla u všech plemen nejvíce zastoupena svalová vlákna IIB (viz Tabulka 3). Plocha průřezu a počet svalových vláken se mezi danými plemeny prasat nijak významně nelišil. Z hlediska jatečných znaků se plemena lišila. Nejvyšší hmotnosti JUT dosahovali kříženci. V kvalitě masa byly taky zaznamenány rozdíly u jednotlivých plemen. Hodnoty pH_{45min} i hodnoty pH_{24h} byly naměřeny výrazně vyšší u plemene berkshire, naopak prasata plemene landrase vykazovala nižší hodnoty pH. U plemene landrase byla zjištěna také nejnižší rozpustnost bílkovin, což, poukazuje na největší denaturaci bílkovin ze všech plemen. Nejnižší ztráty masové šťávy odkapem byly pozorovány u plemene berkshire, nejvyšší u plemene landrase. Co se týče barvy, tak nejsvětější maso mělo plemeno landrase, maso plemene berkshire bylo nejčervenější. Z této studie tedy vyplývá, že nejkvalitnější maso bylo maso plemene berkshire.

Tabulka 3: **Procentuální zastoupení jednotlivých typů svalových vláken (%)**
(Ryu et al. 2008)

Typ svalového vlákna	berkshire	landrase	yorkshire	kříženci L x Y x D
Typ I	10,69	9,14	8,92	8,13
Typ IIA	9,02	9,40	10,61	12,44
Typ IIB	80,29	81,53	80,47	79,43

Lee et al. (2012) porovnávali počet svalových vláken na 1 mm^2 u plemen berkshire, duroc, landrase a yorkshire. Nejvíce zastoupena, stejně jako ve studii Ryu et al. (2008), byla u všech plemen svalová vlákna typu IIB. Nejvíce těchto svalových vláken na 1 mm^2 bylo zjištěno u plemene berkshire, naopak nejméně u plemene duroc. Druhým nejvíce zastoupeným typem svalových vláken na 1 mm^2 byla svalová vlákna typu IIA, kdy nejvíce těchto svalových vláken mělo opět plemeno berkshire, nejméně těchto svalových vláken bylo zjištěno u plemene landrase. Svalová vlákna typu I byla na 1 mm^2 nejvíce zastoupena u plemene yorkshire. Celkově bylo nejvíce svalových vláken na 1 mm^2 zjištěno u plemene berkshire (viz Tabulka 4).

Tabulka 4: **Počet jednotlivých typů svalových vláken na 1 mm² u plemen berkshire, duroc, landrase a yorkshire (Lee et al. 2012)**

Počet svalových vláken na 1 mm²	berkshire	duroc	landrase	yorkshire
Typ I	20	20	22	23
Typ IIA	34	30	27	31
Typ IIB	194	170	177	173
Svalová vlákna celkem	248	220	227	227

Li et al. (2013) hodnotili vliv plemene na kvalitativní znaky masa u plemen duroc, landrase a yorkshire. Mezi těmito plemeny dosahovalo odlišných kvalitativních vlastností maso plemene duroc. U tohoto plemene byla zjištěna nevyšší hmotnost JUT, nejvyšší tloušťka hřbetního sádla, nejvíce intramuskulárního tuku a nejvyšší procento celkového tuku. U plemene landrase byl naměřen nejvyšší obsah vody. U plemene duroc bylo naměřeno nejnižší konečné pH. Maso plemene landrase bylo nejsvětlejší, maso plemene duroc bylo nejčervenější (viz Tabulka 5)

Tabulka 5: **Hodnoty kvalitativních znaků masa plemen duroc, landrase, yorkshire (Li et al. 2013)**

Vlastnosti masa	duroc	landrase	yorkshire
Konečné pH	5,69±0,16	5,58±0,08	5,57±0,10
Hmotnost JUT (kg)	82,57±9,86	81,16±12,08	75,55±8,52
Tloušťka hřbetního sádla (mm)	14,7±7,14	13,44±4,98	10,27±5,45
Míra mramorování (1–5)	2,55±0,90	2,00±0,93	1,55±0,60
Celkový obsah tuku (%)	3,4±1,62	2,67±1,20	2,10±0,89
Světlost L*	47,21±4,33	51,26±5,18	47,39±4,86
Červenost a*	4,13±1,35	3,76±1,85	3,71±2,06
Žlutost b*	12,89±1,53	12,17±2,54	11,45±2,53
Obsah vody (%)	70,85±2,02	72,19±1,39	72,26±1,40

Stejně jako Li et al. (2013) také Choi et al. (2016) porovnávali kvalitu masa u plemen duroc, landrase a yorkshire a kříženců (duroc x landrase x yorkshire). U plemene duroc byl nejvyšší podíl celkového a intramuskulárního tuku a nejnižší obsah vody. Nejvyšší hodnoty pH po 24 hodinách i 14ti dnech byly naměřeny u plemene landrase. Na obsah popela a bílkovin nemělo plemeno významný vliv. U kříženců byly naměřeny významně vyšší hodnoty myoglobinu než u čistokrevných prasat. Kříženci měli však maso nejsvětlejší, z toho vyplývá, že obsah myoglobinu nehrál v barvě masa zásadní roli. Plemeno duroc dosahovalo nejvyšších

hodnot začervení masa. Čistokrevná prasata měla nižší ztráty odkapu masové šťávy do 48 hodin od porážky oproti křížencům, avšak po 14 dnech byly hodnoty podobné. Na sílu ve stříhu nemělo plemeno významný vliv (viz Tabulka 6).

Tabulka 6: **Hodnoty kvalitativních znaků masa plemen duroc, landrase, yorkshire a jejich kříženců (Choi et al. 2016)**

Vlastnosti masa	duroc	landrace	yorkshire	L x Y x D
Konečné pH	5,63±0,22	5,76 ± 0,31	5,65±0,30	5,56 ± 0,10
Myoglobin (mg/100 g)	2,00±0,51	2,22 ± 0,77	2,06±0,74	2,83 ± 0,57
Míra mramorování (1–5)	2,68 ± 0,65	2,01 ± 0,40	2,15 ± 0,47	1,76±0,63
Celkový obsah tuku (%)	2,83±0,97	1,46±0,40	1,86±0,66	1,85±1,03
Světlost L*	57,18±5,29	53,18±5,05	56,20±4,67	57,93±4,79
Červenost a*	7,32±1,92	5,63±1,00	6,91±2,05	5,17±1,35
Žlutost b*	10,17±1,28	8,60±1,40	9,67±1,66	9,83±1,62
Vlhkost (%)	72,85±1,73	75,18 ± 0,97	74,50 ± 0,97	74,24 ± 1,58

Choi et al (2016) se dále zabývali také složením mastných kyselin v tuku u jednotlivých plemen a jejich kříženců. Nejvíce obsaženými mastnými kyselinami byly kyselina olejová, palmitová, stearová a linolová. Nejvíce zastoupená kyselina olejová (45,10–46,76 %) byla více přítomna v tuku plemen landrase a yorkshire, než u plemene duroc a u kříženců. Plemeno duroc obsahovalo nejvíce nasycených mastných kyselin. Nenasycených mastných kyselin obsahoval nejvíce tuk kříženců, ten obsahoval také nejvíce n-6 mastných kyselin (viz Tabulka 7).

Tabulka 7: **Obsah vybraných mastných kyselin v tuku plemen duroc, landrase, yorkshire a jejich kříženců (Choi et al. 2016)**

Mastné kyseliny (%)	duroc	landrase	yorkshire	L x Y x D
Olejová	45,33±1,69	46,76±1,60	46,29±1,30	45,10±1,53
Palmitová	23,34±0,92	22,91 ± 0,81	23,02±0,94	20,99±0,94
Stearová	13,78 ± 0,97	13,24±1,05	12,74±1,04	11,92 ± 1,43
Linolová	13,28±1,43	12,93±1,55	13,63±1,57	16,08±1,48
PUFA (n-3)	0,65±0,08	0,64±0,10	0,67±0,08	0,88 ± 0,10
PUFA (n-6)	13,51±1,44	13,18±1,57	13,89±1,59	16,34±1,50

Vlivem plemene prasat na kvalitu masa se zabývali také Aluwé et al. (2011), kdy porovnávali kance plemen piétrain, large white a belgická landrase. Nejvyšší podíl libového masa byl u kanců plemene piétrain a nejnižší u kanců plemene large white. U piétrainů bylo zaznamenáno nižší pH oproti zbylým dvěma plemenům. Byly zkoumány také hladiny skatolu a androstenonu, které způsobují u prasat kančí pach. Nejvyšší hladiny skatolu byly detekovány u plemene large white. U hladiny androstenonu byla zjištěna významná korelace

mezi plemennou příslušností a porážkovou hmotností. Belgická landrase a piétrain měli při porážkové hmotnosti 90 kg naměřeny vyšší hladiny androstenonu oproti plemeni large white. U každého z těchto tří plemen se zdá jako ideální rozdílná porážková hmotnost, také pokud bychom chtěli snížením porážkové hmotnosti zabránit vzniku kančího pachu, museli bychom pro každé plemeno zvolit jinou porážkovou hmotnost. Pokud se správně zkombinuje výběr plemene a porážková hmotnost, lze zabránit vzniku kančího pachu.

3.9.1.2 Gen RYR1

Gen ryanodinového receptoru (RYR1) kosterního svalstva, označovaný také jako gen halotanu, kóduje hlavní kanál uvolňující Ca^{2+} sarkoplazmatického retikula s klíčovou rolí na excitaci a kontrakci svalu (Zhou et al. 2007). Při stresové reakci dochází k nekontrolovanému uvolňování Ca^{2+} . Uvolnění vysokých koncentrací Ca^{2+} ze sarkoplazmatického retikula do sarkoplazmy zřejmě zapříčiní vyšší rychlost posmrtné glykolýzy a následný vznik vady PSE (Salas & Mingala 2017).

Recesivně homozygotní prasata (genotyp nn) s mutací genu RYR1 dosahují lepší konverze krmiva, rychlejšího růstu a vyššího obsahu libové svaloviny oproti prasatům bez mutace tohoto genu (genotyp NN). Dále bylo zjištěno také to, že prasata s touto mutací vykazují vyšší míru úmrtnosti před porážkou a jsou náchylnější ke vzniku vady PSE (Čobanović et al. 2019). Dominantní alela N charakterizuje rezistenci a recesivní alela n charakterizuje citlivost vůči stresu (Polozyuk et al. 2021). Při porovnání jedinců s homozygotním genotypem NN a s heterozygotním genotypem Nn. Čobanović et al. (2019) uvádí, že prasata Nn měla sice vyšší denní přírůstky, produkovala méně tuku a více libové svaloviny, ale zároveň byla náchylnější k zápalům plic a měla vyšší koncentrace laktátu a glukózy v krvi. Maso Nn prasat dosahovalo nižšího pH 45 minut *post mortem* a více se u nich objevovala vada PSE.

3.9.1.3 Gen RN

Tento gen byl poprvé popsán u prasat plemene hampshire. Gen RN u prasat souvisí s vysokou zásobou glykogenu ve svalu (Salas & Mingala 2017). Jeho zásoby mohou být až o 70 % vyšší než u prasat bez RN genu (Apple & Yancey 2013). Glykogen se po porážce stane substrátem pro vznik kyseliny mléčné, a to vede opět k nízkému pH masa (Salas & Mingala 2017).

V první hodině po porážce dochází k normálnímu poklesu pH, avšak vzhledem k vysokým zásobám glykogenu pH klesá dále a dostává se na hodnoty pod 5,4 (Salas & Mingala 2017). Hodnoty pH se blíží k izoelektrickému bodu bílkovin, což vede ke snížení vaznosti a ztrátě masové šťávy (Apple & Yancey 2013).

3.9.1.4 Pohlaví

U prasat se k produkci výsekového masa využívají převážně prasničky a vepřici (Katina & Kšána 2012). Podle Maiorano et al. (2013) mají prasničky méně jemné maso a nižší obsah intramuskulárního tuku a sušiny oproti kastrátům. U nevykastrovaných dospělých samců

je problém s tzv. „kančím pachem“, který se projevuje především při tepelné úpravě (Válková 2015).

Kančí pach je způsoben vysokými hladinami androstenonu a skatolu. Androstenon souvisí se sexuálním vývojem kanců a projevuje se zápachem, který se podobá zápachu moči. Je produkován Leydigovými buňkami ve varlatech pohlavně dospělých samců. Skatol zapáchá jako stolice. Jde o vedlejší produkt rozkladu tryptofanu v tlustém střevě (Čandek-Potokar et al. 2015).

Pach, který způsobuje vysoká hladina skatolu, lze eliminovat dietou a zabráněním kontaminace prasat stolicí. Pach způsobený vysokým obsahem androstenonu lze zcela eliminovat kastrací kanců (Whittington et al. 2011). Výskytu kančího pachu se můžeme také vyhnout porážkou kanců před dosažením pohlavní dospělosti nebo výběrem plemene a linie s nižšími hodnotami androstenonu a skatolu (Čandek-Potokar et al. 2015). Zároveň lze kančí pach eliminovat před porážkou délkou ustájení na jatkách. Čím déle, jsou prasata ustájena, tím vyšší je pravděpodobnost kančího pachu masa. Pach se objevuje častěji u kanců s vyšším počtem kožních lézí. Také v teplejším období je vyšší riziko vzniku kančího pachu (Heyrman et al. 2017).

Jako další rozdíl mezi pohlavími u prasat uvádí Václavková a Lustyková (2012) rozdílnou odolnost vůči stresu, kdy prasničky jsou oproti vepřům odolnější vůči působení stresových podnětů.

3.9.1.5 Porážková hmotnost

Porážková hmotnost ovlivňuje charakteristiky jatečně upraveného těla, senzoričké vlastnosti a kvalitu masa.

U prasat s vyšší porážkovou hmotností kolem 150 kg je jatečně upravené tělo delší, s vyšším procentem zmasilosti a s vyšší tloušťkou tuku oproti prasatům s porážkovou hmotností kolem 110 kg. Porážková hmotnost podstatně ovlivňuje obsah tuku a lipidové složení, obsah a složení tuku dále ovlivňuje chuť a aroma. S narůstající porážkovou hmotností se zvyšuje obsah intramuskulárního tuku, zvyšuje se obsah polynenasycených mastných kyselin a snižuje se obsah nasycených mastných kyselin. S rostoucí porážkovou hmotností klesají ztráty při vaření (Li et al. 2021).

U kanců porážková hmotnost také ovlivňuje vznik kančího pachu. Pach se objevuje ve vyšší míře u kanců poražených při dosažení hmotnosti 90 kg a více oproti kancům poražených při hmotnosti 50 kg (Aluwé et al. 2011).

3.9.2 Vnější faktory

Kromě vnitřních faktorů zmíněných výše promlouvají do konečné kvality masa také faktory působící na zvíře zvenčí. Tyto faktory pak mohou ovlivňovat kvalitu masa i v rámci jednoho druhu, plemene nebo pohlaví.

3.9.2.1 Výživa

Krmivo pro prasata by mělo být kvalitní a snadno stravitelné. Ve výživě prasat se využívají hlavně krmiva jadrná, protože jednoduchý komorový žaludek a méně prostorný

trávicí trakt dokáže objemná krmiva zpracovávat a zužitkovávat pouze omezeně. Hlavní složkou krmiv pro prasata jsou obiloviny, ke kterým se dodávají další složky stravy (Stupka et al. 2009).

Při porovnání krmiv z kukuřičné siláže a obilné siláže bez kukuřice vyplývá, že při krmení obilninami bez přídavku kukuřice mají prasata vyšší procento libového masa a intramuskulárního tuku. V ostatních kvalitativních a fyzikálně – chemických parametrech se kvalita masa nijak významně neliší vzhledem k podávanému krmivu (Maiorano et al. 2013).

Channon et al. (2018) se zabývali vlivem výživy na konečnou kvalitu masa. Bylo použito 75 finálních hybridů samic prasat, které byly rozděleny do tří skupin s rozdílnou dietou. První skupina byla krmena kukuřičnou a sójovou moučkou, druhá skupina dostávala pšeničnou a řepkovou moučku a poslední třetí skupina byla krmena pšenicí a čirokem. Po porážce byly hodnoceny vlastnosti jatečně upraveného těla po 24 hodinách a poté po 7 a 28 dnech zrání masa. Prasata z první skupiny produkovala těžší a tučnější jatečně upravené tělo s vyšším procentem masa. U první a druhé skupiny bylo zjištěno po 24 hodinách vyšší pH než u skupiny třetí. Naopak po 7 a 28 dnech zrání bylo pH nejvyšší u třetí skupiny. Barva byla žlutější u skupiny první. Maso první skupiny bylo méně šťavnaté.

Pozitivní vliv na konečnou kvalitu masa má také přídavek různých přídatných látek do krmné dávky. Jedním z nich může být například ostropestřec mariánský (*Silybum marianum* L.). Dopady přidání ostropestřce do krmiva popisují ve své studii Grela et al. (2020). Maso prasat, kterým byl ostropestřec v krmné dávce podáván bylo více červené s mírně vyšším pH, struktura a schopnost zadržovat vodu byly u vzorků masa z těchto prasat zlepšené. V mase byl nižší obsah cholesterolu, zejména při nahrazení 6 % krmné dávky ostropestřcem. Také tato skupina prasat dosahovala vyšších denních přírůstků hmotnosti, konzumovala menší nebo podobné množství krmiva, které ale efektivněji využívala pro svůj růst. Semena ostropestřce měla pozitivní účinek na odolnost masa vůči oxidaci a na složení mastných kyselin. Přidávání ostropestřce zvýšilo obsah kyseliny linolové v mase i tuku. Z této studie tedy vyplývá, že ostropestřec mariánský může být vhodnou přísadou do krmiva pro výkrm prasat, jelikož zlepšuje kvalitu a oxidační stabilitu masa.

Výživou zvířat lze do jisté míry ovlivnit také náchylnost zvířat ke stresu a potažmo vzniku vad masa. Tomuto se věnovali Ostrenko et al. (2020), kdy jedné skupině prasat ve výkrmu bylo podáváno ve stravě 10 mg/kg askorbátu lithného a skupině druhé byla podávána strava bez askorbátu. U první skupiny bylo po porážce v mase detekováno o 3 % nižší množství těkavých mastných kyselin. Množství těkavých mastných kyselin v mase koreluje se změnami pH, pokud je pH masa příliš kyselé, je negativně ovlivněna kontrakce svalových vláken. Tato skutečnost posléze ovlivňuje organoleptickou kvalitu masa a masných výrobků. Askorbát lithný zároveň nezhoršuje vzhled, chuť, strukturu a šťavnatost masa. Z tohoto výzkumu vyplývá, že zařazení askorbátu lithného do stravy prasat ve výkrmu může pozitivně ovlivnit organoleptické vlastnosti masa a být ochranou před stresem zvířat.

3.10 Vady masa

3.10.1 PSE

Zkratka PSE znamená pale, soft and exudativ. Což v překladu znamená bledé, měkké, vodnaté. Tato zkratka tedy charakterizuje vlastnosti masa. Hlavními faktory ovlivňujícími vznik této vady jsou druh zvířete, plemeno, pohlaví a manipulace se zvířaty (Adzitey & Huda 2011).

Jde o nejvýznamnější jakostní odchylku vepřového masa. Tato odchylka se objevuje u prasat, která mají zvýšenou citlivost ke stresu. Tato citlivost lze zjistit DNA testy. Stupka et al. (2009) zvýšenou náchylnost ke stresu spojuje s extrémním šlechtěním prasat na masnou užitkovost.

Rozhodující pro projev PSE odchylky je situace před porážkou a těsně po ní (Stupka et al. 2009). Špatné zacházení se zvířaty před porážkou, jako je kopání do zvířat, dlouhé hladovění, přeplnění vozu při přepravě zvířat a nevhodný způsob nakládky a vykládky, je hlavním faktorem při vzniku PSE masa (Adzitey & Huda 2011). Důležité je při transportu roční období. V letním období za vyšších teplot se zvyšuje riziko vzniku vady PSE až dvojnásobně (Václavková & Lustyková 2012). Vliv na vznik PSE má také způsob omráčení. Při použití 90% CO₂ je menší výskyt vady PSE než u omráčení 80% CO₂ (Gregory 2008).

Po usmrcení zvířete dochází k rychlé degradaci glykogenu a adenosintrifosfátu, vzniká tak kyselina mléčná a kyselina inosinová. Do 45 minut od usmrcení dochází k poklesu pH na hodnotu 5,6 nebo nižší. V důsledku rychlé glykolýzy se uvolní velké množství energie, tím stoupne teplota masa až na +43 °C. Zvýšená teplota a snížené pH zapříčiní částečnou denaturaci bílkovin, která má za následek zhoršení vaznosti masa. Maso také na povrchu změni barvu na šedo zelenou (Stupka et al. 2009).

Nejvýrazněji se tato vada projevuje u nejdelšího hřbetního svalu v bederní části a postihuje tak nejčastěji cenné partie, pečení a kýtu. Může se však projevit i u jiných svalů a v různé intenzitě (Válková 2015).

Zdravotní nezávadnost masa je zachována, vada se projevuje zejména na senzoricích, technologických a kulinárních vlastnostech masa (Válková 2016). Takové maso se špatně upravuje, po tepelné úpravě je tuhé důsledkem ztráty schopnosti vázat vodu (Válková 2015).

U masa s vadou PSE dochází k větším ztrátám při odstředění než u masa, které není PSE postiženo (Zequan 2021). Horší vaznost je dána denaturací bílkovin, ke které dochází vlivem nízkého pH (Salas & Mingala 2017).

3.10.2 Hampshire efekt

Tato vada je způsobena genem RN, který byl poprvé popsán u prasat plemene hampshire. Tento gen způsobuje nadměrné ukládání glykogenu ve svalech, který se po porážce anaerobní glykolýzou mění na kyselinu mléčnou (Salas & Mingala 2017). Hodnoty pH klesají až k izoelektrickému bodu bílkovin. Hodnoty pH po 24 hodinách od porážky bývají nižší než 5,4. Tím se zhoršuje vaznost a barva masa (Apple & Yancey 2013; Salas & Mingala 2017).

3.10.3 DFD

Zkratka DFD znamená dark, firm and dry, což v překladu znamená tmavé, tuhé a suché maso.

Tato jakostní odchylka bývá častěji spojována s masem hovězím, ale může se objevovat i u masa vepřového.

Hlavní příčinou bývá fyzické vyčerpání zvířete před porážkou. Glykogen je ve svalech v minimální hladině a vzniká kyselina mléčná, která je odváděna pryč krevním řečištěm. Maso tak ztrácí vlastní kyselost a do 24 hodin po porážce dosahuje hodnoty pH kolem 6,2 a vyšší. Takové maso je náchylné k mikrobiální destrukci (Stupka et al. 2009).

Nesprávně provedené omráčení, může znamenat riziko výskytu DFD. Při nesprávně provedeném omráčení zvířete je až o 10 % vyšší riziko výskytu vad masa (Loredo-Osti 2019).

3.10.4 RSE a PFN

Obě tyto vady jsou definovány jako mírnější formy vady PSE (Faucitano et al. 2010).

Zkratka RSE znamená reddish-pink, soft and exudative, což v překladu znamená červené, měkké a vodnaté maso. Ingr (2003) uvádí, že tato odchylka je spotřebitelsky přijatelná a postihuje zhruba 50 % z celkové produkce vepřového masa. Maso zasažené touto vadou má hodinu od porážky nižší pH než maso normální kvality. Také ztráta odkapem činí asi 7 %, což je zhruba dvojnásobek oproti obvyklým hodnotám normálního masa (Cheah et al. 1998). Cheah et al. (1998) uvádí, že prevencí výskytu vady RSE by mohlo být používání biopsie svalu *m. longissimus dorsi*, kdy by byla testována náchylnost k této vadě.

Zkratka PFN znamená pale, firm and non-exudative, což znamená bledé, růžovo-šedé a pevné maso. Tato jakostní odchylka postihuje asi 3 % vepřového masa (Faucitano et al. 2010).

3.10.5 Chladové zkrácení

Tato vada se vyskytuje při použití ultrarychlého nebo šokového chlazení masa pod 10 °C před nástupem *rigoru mortis*. Takové maso je potom tuhé. Tyto změny jsou nevratné (Pipek 2017).

Tato vada se dá eliminovat použitím dvoustupňového chlazení. Před nástupem *rigoru mortis* o takové rychlosti, aby teplota masa neklesla pod 10 °C a následně, po nástupu *rigoru mortis*, již chladit maximální rychlostí. Dále se může použít složitější trojstupňové chlazení, kdy se na začátku chladí rychle s ohledem na možnost vzniku PSE, poté následuje vyrovnání, nastane *rigor mortis* a poté opět pokračuje rychlé chlazení. Další možností, jak se vyvarovat vzniku této vady, je urychlení posmrtných změn působením elektrického proudu (Pipek 2017).

4 Metodika

4.1 Zvířata

Pro účely sepsání této diplomové práce bylo zařazeno do práce celkem 40 kusů prasniček. Bylo využito 10 kusů plemene české bílé ušlechtilé, 10 kusů plemene česká landrase, 10 kusů plemene duroc a 10 kusů plemene bílé otcovské. Po celou dobu výkrmu byly prasničky krmeny *ad libitum*. Prasata byla poražena při dosažení průměrné živé hmotnosti 111 kg.

4.1.1 České bílé ušlechtilé

Plemeno české bílé ušlechtilé vzniklo křížením původního klapouchého prasete s německým ušlechtilým plemenem a také s velkým bílým anglickým plemenem. V 70. až 90. letech 20. století bylo plemeno zařazeno do hybridizačního programu, kde se uplatňuje v mateřské pozici (Sambraus 2006).

Prasata plemene české bílé ušlechtilé se vyznačují větším až velkým tělesným rámcem, kostra je jemná, avšak pevná. Hlava je lehčí se vzpřímeným uchem. Barva kůže i štětín je bílá.

Prasata tohoto plemene bývají odolná vůči stresu a jejich předností je velmi dobrá reprodukční schopnost, velmi dobrá růstová schopnost a masná užitkovost. Kvalita masa tohoto plemene je dobrá (Pražák 2005). Podíl libové svaloviny v jatečném trupu je okolo 55–56 % při obsahu intramuskulárního tuku kolem 1,8 % (Sambraus 2006). Toto plemeno si stále zachovává užitkový typ odpovídající mateřským liniím (Pražák 2005).



Obrázek 2: České bílé ušlechtilé

(<https://www.energysobby.cz/matrska-plemena-prasat/>)

4.1.2 Česká landrase

Plemeno vzniklo křížením zvířat plemene landrace importovaných z Německa, Polska, Švédska a Kanady v 60. letech 20. století. Pro zlepšení masné užitkovosti bylo v menší míře využito křížení s bílým ušlechtilým plemenem (Sambraus 2006).

Prasata plemene česká landrace se vyznačují větším tělesným rámcem a jemnější, avšak pevnou kostrou. Hlava je lehká, uši jsou klopené přiměřené délky. Barva kůže i štětín je bílá.

Prasata tohoto plemene dosahují vysokého stupně odolnosti vůči stresu. Významné jsou velmi dobré reprodukční vlastnosti, vysoká intenzita růstu a velmi dobrá masná užitkovost (Pražák 2005). V jatečném trupu je podíl libové svaloviny nejméně 55–58 % s obsahem intramuskulárního tuku maximálně 1,8 % (Sambraus 2006).



Obrázek 3: Česká landrase
(<https://www.energyshobby.cz/mataska-plemena-prasat/>)

4.1.3 Duroc

Plemeno duroc vzniklo v USA, jeho původ však není známý. Za předchůdce tohoto plemene jsou považována červená prasata importovaná z Guineje, dále prasata dovezena španělskými dobyteli, červené španělské prase a anglické plemeno tamworth (Sambraus 2006). Prasata plemene duroc jsou v České republice využívána jako otcovská plemena prasat (Pražák 2005).

Vyznačují se středním až větším tělesným rámcem, velmi pevnou konstitucí a kompaktní tělesnou stavbou. Jejich kostra je přiměřeně mohutná a pevná. Ucho je poloklopené a přiměřeně dlouhé. Významným znakem tohoto plemene je výrazné plášťově červeno-rezavé zbarvení s širokou škálou odstínů.

Kromě masné užitkovosti, kdy kvalita jejich masa je velmi dobrá, se vyznačují i velmi dobrými růstovými vlastnostmi (Pražák 2005). Podíl libové svaloviny v jatečném trupu činí asi 57 % (Sambraus 2006).



Obrázek 4: **Duroc**

(<https://garden-cs.desiguspro.com/svini/poroda-dyurok.html>)

4.1.4 Bílé otcovské

Bílé otcovské plemeno je otcovskou linií bílého ušlechtilého plemene prasat (Pražák 2005). Toto plemeno vzniklo v 90. letech 20. století dovozem masných typů velkých bílých prasat z Velké Británie a také výběrem výrazně masných prasat z mateřské linie českého bílého ušlechtilého prasete (Sambraus 2006). Od mateřské linie se liší užitkovým typem. Požadováno je suché vyjádření masného typu s mediální rýhou na hřbetě a kýtě (Pražák 2005).

Tělesný rámec je střední až větší. Kostra je pevná, mohutnější než u mateřské linie. Barva kůže i štětin je bílá.

Toto plemeno se vyznačuje nejen masnou užitkovostí, ale i dobrou růstovou schopností (Pražák 2005). Podíl libové svaloviny v jatečném trupu se pohybuje mezi 58–60 % s podílem intramuskulárního tuku 1,8 % (Sambraus 2006).

4.2 Sledované parametry kvality masa v závislosti na vybraném plemeni

U jednotlivých kusů prasat zahrnutých do experimentu byl proveden jateční rozbor, který byl zaměřen na kvantitativní a kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty. Mezi kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty byly zahrnuty fyzikální vlastnosti masa, chemická analýza masa a analýza svalových vláken u jednotlivých plemen prasat.

4.2.1 Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty

Z kvantitativních ukazatelů byla v této práci hodnocena hmotnost jatečně upraveného těla, hmotnost levé a pravé půlky jatečně upraveného těla, jatečná výtěžnost, hmotnost a podíl hlavních masitých částí kýty, krkovičky, plece a pečeně. Kýta, krkovička, plec a pečeně byly rozděleny na maso s kostí a tukové krytí s kůží.

4.2.2 Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty

4.2.2.1 Fyzikální vlastnosti

Mezi fyzikální vlastnosti sledované v tomto experimentu byly zařazeny hodnoty pH pečeně a kýty 45 minut *post mortem* měřené pomocí pH metru (pH 330i/set, WTW, Weilheim, Německo), elektrická vodivost pečeně a kýty 50 minut *post mortem* měřená konduktometrem (Konduktometr, WTW, Weilheim, Německo), teplota pečeně a kýty 45 minut *post mortem*. Po 24 hodinách *post mortem* byly měřeny hodnoty barvy L*, a* a b* u pečeně a hřbetního tuku. Barva pečeně a hřbetního tuku byla stanovena pomocí spektrofotometru (CM-2500d, Minolta, Osaka, Japonsko). K vyhodnocení byla použita stupnice CIE. L* vyjadřuje světlost, kdy jsou hodnoty zaznamenávány na škále od 0 do 100. Hodnota 0 souvisí s barvou černou a úplnou absorpcí světla, hodnota 100 souvisí s barvou bílou a úplným odrazem světla. Barevný odstín a* označuje červenost masa, kdy se hodnoty vyjadřují na stupnici od -60 (zelená) po +60 (červená). Nakonec se hodnotí žlutost (b*) na stupnici od -60 (modrá) po +60 (žlutá) (Young et al. 2012).

U pečeně byla měřena také křehkost syrového a vařeného masa, která byla zjišťována jako síla ve stříhu dle metody Warner-Bratzlera (Instron 3342, USA). Pro stanovení křehkosti vařeného masa bylo maso vařeno ve vodní lázni při teplotě +80 °C po dobu 1 hodiny.

Dále byla zjišťována míra ztrát masové šťávy odkapem pomocí gravimetrické metody metody. Zvážený vzorek se umístil do pro vodu nepropustného sáčku a nechal se viset 24 hodin při teplotě +1–4 °C. Po vyjmutí se vzorky lehce osušily a zvažily. Rozdílem mezi počáteční hmotností a hmotností po odkapání šťávy se určila míra ztrát (Apple & Yancey 2013).

4.2.2.2 Chemická analýza

V rámci chemické analýzy byl u jatečné partie pečeně hodnocen obsah vody, sušiny, intramuskulárního tuku, dusíkatých látek a popelovin.

Obsah vody a sušiny byl stanovován pomocí rozdílu hmotností vzorku před a po ukončení sušení vzorku s mořským pískem v sušárně. Zvážený vzorek masa se sušil v sušárně při teplotě kolem +105 °C po dobu 5 hodin, případně do konstantní hmotnosti. S mořským pískem se vzorek promíchává proto, aby vysušení vzorku bylo rychlejší a efektivnější. Tím se zvětší povrch vzorku a zabrání se shlukování vzorku. Po vysušení se vzorky umístily do exsíkátoru, kde došlo k jejich zchlazení a zároveň se zabránilo opětovnému nasávání vlhkosti (Young et al. 2012).

Obsah tuku v jatečné partii pečeně, byl stanovován pomocí Soxhletovy extrakce. Zvážený vzorek se rozmělnil a smíchal s mořským pískem, který zvětšuje povrch vzorku a umožňuje lepší pronikání rozpouštědla. Vzorek se usušil v sušárně a poté se již patrona se vzorkem vložila do Soxhletova extraktoru. Jako rozpouštědlo se používá diethylether. Rozpouštědlo se poté odpařilo a extrahovaný tuk se vysušil do konstantní hmotnosti. Procentuální zastoupení tuku ve vzorku se vypočítalo jako procento z původní hmotnosti vzorku (Young et al. 2012).

Pro stanovení obsahu dusíkatých látek v pečení byla využita metoda dle Kjeldahla. Principem Kjeldhalovy metody je převedení dusíkatých látek ze vzorku na amonné ionty

za přítomnosti katalyzátoru (síran měďnatý) varem v kyselině sírové. Z amonných iontů se následně alkalizací uvolní amoniak. Amoniak se po destilaci s vodní párou jímá do předlohy s přebytkem kyseliny borité a vzniká síran amonný. Titračně se poté stanoví množství nezreagované kyseliny borité. Nakonec se vypočítá obsah dusíku, ze kterého se pomocí přepočítávacího koeficientu vypočítá obsah bílkovin (Sáez-Plaza et al. 2013).

Obsah popelovin v pečení byl zjišťován stanovením rozdílu hmotností vzorků před a po dokonalém spálení v peci při teplotě +550 °C.

4.2.2.3 Analýza svalových vláken

U vzorků jatečné partie pečeně prasat zařazených do experimentu byl hodnocen počet svalových vláken typu I na 1 mm², počet svalových vláken typu IIA na 1 mm², počet svalových vláken typu IIX na 1 mm², počet svalových vláken typu IIB na 1 mm², celkový počet svalových vláken na 1 mm², podíl svalových vláken typu I, podíl svalových vláken typu IIA, podíl svalových vláken typu IIX a podíl svalových vláken typu IIB.

Vzorky byly odebrány ze svalu *m. longissimus lumborum et thoracis* 24 hodin *post mortem*. Následně byly zmrazeny v 2-methylbutanu zchlazeným kapalným dusíkem a do dalšího zpracování byly uskladněny v hlubokomrazícím boxu při teplotě -80°C. Před zhotovením snímků byly vzorky nakrájeny na 10 µm tenké plátky v kryostatu (Leica CM1850, Německo) při teplotě -20°C. Poté byly histologické řezy upevněny na podložní sklíčka a barveny. Nakonec byly pomocí optického mikroskopu s fotoaparátem (Nikon Eclipse E200, Tokyo, Japonsko) zhotoveny snímky jednotlivých vzorků, které poté byly zpracovány pomocí programu obrazové analýzy NIS-Elements AR 3.2 (Laboratory Imaging s.r.o., Praha, Česká republika).

4.3 Statistické vyhodnocení

Ke statistickému vyhodnocení experimentu byl použit program SAS (Statistical Analysis System, verze 9.04, 2001). Při vyhodnocení byl sledován vliv plemene prasat na jednotlivé ukazatele. Hodnoty $P < 0,05$ jsou považovány za ukazatele statisticky významného rozdílu mezi jednotlivými ukazateli. Kromě hodnoty P je v tabulkách uváděn aritmetický průměr a směrodatná odchylka pro jednotlivé jakostní ukazatele.

5 Výsledky

V následující kapitole jsou znázorněny zjištěné výsledné hodnoty ukazatelů jatečné hodnoty pro jednotlivá plemena prasat.

5.1.1 Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty

Tabulka 8 zobrazuje kvantitativní jakostní ukazatele jatečné hodnoty u jednotlivých plemen prasat.

Statisticky významný rozdíl ($P = 0,002$) byl zaznamenán pouze u podílu hlavních masitých částí, kdy nejvyšších naměřených hodnot dosahovalo plemeno bílé otcovské (56,46 %). Průměrná hmotnost jatečně upraveného těla (JUT) byla nejvyšší u plemene duroc (90,26 kg) a nejnižší u bílého otcovského plemene (80,65 kg). S tím přímo souvisí také hmotnost levé a pravé půlky, které dosahovaly nejvyšší hmotnosti taktéž u plemene duroc. Průměrná jatečná výtěžnost činila 80 %, nejvyšší jatečná výtěžnost byla zaznamenána u bílého otcovského plemene.

Tabulka 8: Vliv plemene na kvantitativní jakostní ukazatele jatečné hodnoty

Ukazatel	Plemeno				P-hodnota
	ČBU	ČL	D	Bo	
Hmotnost JUT (kg)	88,16±1,35	87,85±1,20	90,26±2,30	80,65±1,45	0,198
Hmotnost JUT-pravé půlky (kg)	43,99±0,67	43,69±0,63	45,04±1,26	40,95±0,95	0,337
Hmotnost JUT-levé půlky (kg)	44,17±0,69	44,16±0,60	45,23±1,06	39,70±0,50	0,106
Jatečná výtěžnost (%)	80,11±0,31	79,51±0,24	79,49±0,46	80,43±0,72	0,385
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	22,79±0,33	21,76±0,37	22,57±0,33	22,67±1,23	0,199
Podíl hlavních masitých částí (%)	52,88 ^{bc} ±0,36	50,70 ^{bc} ±0,49	51,41 ^b ±1,22	56,46 ^a ±2,09	0,002
Hmotnost pečeně celkem (maso+kost+tuk)	7,30±0,13	7,30±0,09	7,23±0,14	7,06±0,18	0,895
Hmotnost kýty celkem (maso+kost+tuk)	11,18±0,21	11,21±0,21	11,76±0,36	10,88±0,08	0,403
Hmotnost krkovičky celkem (maso+kost+tuk)	3,51±0,11	3,50±0,11	3,56±0,23	3,37±0,11	0,971
Hmotnost plece celkem (maso+kost+tuk)	6,05±0,10	5,82±0,12	6,19±0,07	5,89±0,03	0,202

Poznámka: Bo = bílé otcovské; ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrase; D = duroc; JUT = jatečně upravené tělo; P = průkaznost; % = procento; kg = kilogram; mm = milimetr; mm² = milimetr čtvereční

5.1.2 Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty

5.1.2.1 Fyzikální vlastnosti

V tabulce 9 jsou znázorněny fyzikální ukazatele jatečné hodnoty masa s ohledem na jednotlivá plemena prasat.

Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány u barevného odstínu pečeně a* ($P = <0,001$), u barevného odstínu pečeně b* ($P = 0,001$), u barevného odstínu a* hřbetního tuku ($P = 0,002$) a u barevného odstínu b* hřbetního tuku ($P = <0,001$). Také u síly stříhu vařeného masa byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ($P = 0,012$). U vařeného masa byly naměřeny nejnižší hodnoty u plemene duroc (43,94 N) a nejvyšší hodnoty u plemene česká landrase (57,77 N). U syrového masa nejlépe dopadlo maso plemene česká landrase (46,43 N) a nejhůře bílé otcovské plemeno (56,62 N). Nejvyšší hodnoty elektrické vodivosti v jatečné partii kýta a pečeně byly dosaženy u plemene duroc. U kýty byly naměřeny hodnoty 4,65 mS a u pečeně 3,64 mS. Naopak nejnižší hodnoty byly naměřeny u plemene česká landrase. U plemene česká landrase byly stanoveny nejvyšší hodnoty pH (pečeně 6,37 a kýta 6,14). Nejsvětlejší bylo maso u plemene duroc, avšak nejsvětlejší hřbetní tuk mělo bílé otcovské plemeno. Nejhorších výsledků při měření ztrát masové šťávy odkapem dosahovalo plemeno bílé otcovské (3,17 %), naopak nejmenší ztráty byly zaznamenány u plemene česká landrase (2,47 %).

Tabulka 9: Vliv plemene na fyzikální vlastnosti jatečné hodnoty

Ukazatel	Plemeno				P-hodnota
	ČBU	ČL	D	Bo	
Elektrická vodivost-kýta (mS)	4,00±0,13	3,94±0,20	4,65±0,57	3,96±0,29	0,301
Elektrická vodivost-pečeně (mS)	3,61±0,15	3,24±0,10	3,64±0,15	3,45±0,27	0,216
pH pečeně	6,24±0,08	6,37±0,10	6,21±0,19	5,98±0,28	0,548
Teplota pečeně (°C)	37,12±0,33	37,41±0,30	36,48±0,51	37,60±0,30	0,423
pH kýty	5,95±0,07	6,14±0,07	5,86±0,15	5,89±0,08	0,191
Teplota kýty (°C)	38,64±0,32	38,74±0,29	39,09±0,35	38,45±0,25	0,819
Ztráta masové šťávy odkapem (%)	2,60±0,32	2,47±0,56	2,72±0,69	3,17±0,85	0,956
Světlost pečeně L*	52,16±0,73	50,68±0,61	52,72±1,61	52,39±1,20	0,448
Barevný odstín pečeně a*	-1,19 ^a ±0,16	-2,21 ^b ±0,13	-0,38 ^a ±0,51	-2,28 ^b ±0,14	<0,001
Barevný odstín pečeně b*	8,67 ^{ab} ±0,31	7,23 ^b ±0,30	9,83 ^a ±0,70	7,72 ^b ±0,45	0,001
Světlost L* hřbetního tuku	78,17±0,25	78,01±0,47	77,74±0,47	79,65±0,07	0,373
Barevný odstín a* hřbetního tuku	-0,01 ^b ±0,07	-0,41 ^a ±0,08	0,11 ^b ±0,12	-0,21 ^{ab} ±0,24	0,002
Barevný odstín b* hřbetního tuku	8,05 ^a ±0,22	6,76 ^b ±0,15	8,53 ^a ±0,29	8,26 ^a ±1,12	<0,001
Síla stříhu syrové maso-pečeně (N)	55,91±4,75	46,43±4,15	47,22±7,66	56,62±13,08	0,485
Síla stříhu vařené maso-pečeně (N)	45,95 ^b ±2,47	57,77 ^a ±3,05	43,94 ^b ±3,17	53,84 ^{ab} ±12,40	0,012

Poznámka: Bo = bílé otcovské; ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrase; D = duroc; P = průkaznost; % = procento; N = newton; mS = milisiemens; °C = stupeň Celsia

5.1.2.2 Chemická analýza

V tabulce 10 je znázorněn vliv plemenné příslušnosti na chemické vlastnosti v jatečné partii pečeně.

Nejvyšší obsah sušiny (26,71 %), stejně jako nejvyšší obsah tuku (2,39 %) a dusíkatých látek (23,72 %) byl naměřen u plemene bílé otcovské. U obsahu dusíkatých látek byl mezi jednotlivými plemeny zjištěn statisticky významný rozdíl ($P = 0,019$). Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán také v obsahu popelovin ($P = 0,013$), kdy nejvyšších hodnot dosahovalo maso z jatečné partie pečeně plemene duroc (1,38 %). U plemene duroc byl stanoven také nejvyšší obsah vody (73,71 %). Maso u plemene duroc bylo nejšťavnatější, nejméně šťavnaté bylo maso plemene bílé otcovské.

Tabulka 10: Vliv plemene na chemické vlastnosti jatečné partie pečeně

Ukazatel	Plemeno				P-hodnota
	ČBU	ČL	D	Bo	
Obsah sušiny (%)	26,45±0,20	26,46±0,23	26,29±0,17	26,71±0,37	0,915
Obsah vody (%)	73,55±0,20	73,54±0,23	73,71±0,17	73,29±0,37	0,915
Obsah tuku (%)	2,05±0,19	2,02±0,19	2,10±0,15	2,39±1,14	0,931
Obsah dusíkatých látek (%)	22,41±0,22	22,83±0,22	21,88±0,12	23,72±0,38	0,019
Obsah popelovin (%)	1,27±0,02	1,23±0,02	1,38±0,05	1,21±0,05	0,013

Poznámka: Bo = bílé otcovské; ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrase; D = duroc; P = průkaznost; % = procento

5.1.2.3 Analýza svalových vláken

Tabulka 11 znázorňuje vliv plemene na charakteristiky svalových vláken. Statisticky průkazný rozdíl ($P = 0,038$) byl zjištěn u jednotlivých plemen u parametru počtu svalových vláken IIX na 1 mm^2 . Nejvyšší počet svalových vláken IIX na 1 mm^2 byl zaznamenán u bílého otcovského plemene (98,35), nejméně tohoto typu svalových vláken na 1 mm^2 bylo zaznamenáno u plemene duroc (19,69). Signifikantní rozdíl ($P = 0,017$) byl mezi jednotlivými plemeny zaznamenán také u hodnot podílu svalových vláken typu I, kdy u bílého otcovského plemene činil podíl svalových vláken 17,02 %. Nejnižší podíl tohoto typu svalových vláken byl zaznamenán u vzorků plemene české bílé ušlechtilé (11,74 %). České bílé ušlechtilé plemeno mělo na 1 mm^2 nejvyšší počet svalových vláken typu I (24,69) a také svalových vláken typu IIA (16,03). U plemene duroc byl zaznamenán nejvyšší počet svalových vláken typu IIX na 1 mm^2 (19,69). Na 1 mm^2 byl nejvyšší celkový počet svalových vláken zjištěn u plemene české bílé ušlechtilé (129,87), naopak nejvyšší celkový počet svalových vláken na 1 mm^2 byl zjištěn u plemene bílé otcovské (109,92). U plemene bílé otcovské byly také zaznamenány nejvyšší hodnoty u podílu svalových vláken IIA (6,38 %) a IIB (40,43 %). Naopak nejvyšší podíl svalových vláken IIX (9,56 %) byl zaznamenán u plemene duroc.

Tabulka 11: **Vliv plemene na charakteristiky svalových vláken**

Ukazatel	Plemeno				P-hodnota
	ČBU	ČL	D	Bo	
Počet I na 1 mm²	24,69±2,76	41,09±10,27	32,42±3,79	46,28±11,76	0,212
Počet IIA na 1 mm²	16,03±2,71	30,30±6,37	26,63±2,94	17,36±2,82	0,118
Počet IIX na 1 mm²	39,08 ^b ±5,39	51,28 ^b ±15,51	19,69 ^b ±7,14	98,35 ^a ±13,89	0,038
Počet IIB na 1 mm²	209,6±20,25	239,03±42,57	198,12±22,82	271,92±37,43	0,934
Počet celkem na 1 mm²	129,87±15,31	116,37±24,21	119,38±16,94	109,92±20,36	0,655
Podíl I (%)	11,74 ^b ±0,65	16,61 ^a ±1,65	16,40 ^a ±0,75	17,02 ^a ±0,98	0,017
Podíl IIA (%)	8,16±1,71	13,13±2,86	13,91±2,34	6,38±1,79	0,229
Podíl IIX (%)	18,65±1,61	21,28±5,94	9,56±3,33	36,17±6,55	0,061
Podíl IIB (%)	61,44±2,43	48,97±7,80	60,13±3,40	40,43±4,39	0,141

Poznámka: Bo = bílé otcovské; ČBU = české bílé ušlechtilé; ČL = česká landrace; D = duroc; P = průkaznost; mm² = milimetr čtvereční

6 Diskuze

Sambras (2001) uvádí nejvyšší podíl libové svaloviny u bílého otcovského plemene. Dle našich výsledků s tímto tvrzením můžeme souhlasit, jelikož nejvyšší procentuální zastoupení hlavních masitých částí bylo zaznamenáno právě u plemene bílé otcovské. U tohoto parametru byla zjištěna i statistická průkaznost ($P = 0,002$). S tím souvisí také vysoká jatečná výtěžnost, která dosahovala nejvyšších hodnot taktéž u bílého otcovského plemene. I přes jednoznačně nejvyšší hmotnost jatečně upraveného těla plemeno duroc dosahovalo nejnižší výtěžnosti oproti ostatním plemenům.

Ze všech plemen dosahovaly nejnižších hodnot pH jatečné partie plemen bílé otcovské, avšak ani maso tohoto plemene nebylo ohroženo vadou PSE, pro kterou Stupka et al. (2009) uvádí hodnoty pH nižší jak 5,6. Li et al. (2013) ve své studii uvádí nejvyšší pH u plemene duroc, naopak Zhang et al. (2018) uvádí u plemene duroc hodnoty pH nejnižší. Výsledky v naší práci souhlasí spíše se studií Choi et al (2016), kdy bylo nejvyšší pH zaznamenáno u plemene landrase. Tvrzení, že hodnota pH může ovlivnit míru ztráty masové šťávy odkapem, bylo v této práci potvrzeno. Čím je pH nižší, tím vyšší jsou ztráty (Kadlec et al. 2012). Statisticky byl prokázán vliv plemene na barevný odstín a^* a b^* u jatečné partie pečeně a u hřbetního tuku. Nejvyšší hodnoty červenosti a žlutosti masa byly naměřeny u plemene duroc. Ke stejnému výsledku došli ve svých studiích i Li et al. (2013) a Choi et al. (2016), naopak Zhang et al. (2018) ve své studii jako nejčervenější uvádí maso plemene landrase. Nejsvětlejší maso mělo v naší práci maso plemene duroc, Zhang et al. (2018) však jako nejsvětlejší uvádí maso plemene landrase. Dalším ukazatelem fyzikálních vlastností jatečné hodnoty, kde byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi plemeny, byla síla stříhu u vařeného masa. Nejtuzší bylo maso plemene bílé otcovské, které bylo nejtuzší i v syrovém stavu. Naopak nejkřehčí maso bylo maso plemene duroc. Zhang et al. (2018) však maso plemene duroc označuje jako nejtuzší. Ohledně vlivu plemene na křehkost se výsledky v této práci neshodují se studií Choi et al. (2016), kde uvádí, že na sílu stříhu nemá plemeno zásadní vliv.

Obsah vody v těle souvisí s obsahem tuku. Mělo by platit, že čím vyšší je obsah vody, tím nižší je obsah tuku a naopak (Reece 2005). Toto tvrzení však spíše neodpovídá výsledkům v této práci. Choi et al. (2016) uvádí, že na obsah popelovin a dusíkatých látek nebyl prokázán vliv plemene. Avšak v této práci byl prokázán statisticky průkazný rozdíl jak u obsahu dusíkatých látek, tak popelovin v jatečné partii pečeně. Nejvíce popelovin bylo zjištěno u jatečné partie pečeně u plemene duroc a nejvíce dusíkatých látek mělo plemeno bílé otcovské. Zhang et al. (2018) uvádí nejvyšší obsah popelovin u plemene landrase. Jako plemeno s nejvyšším obsahem dusíkatých látek pak Zhang et al. (2018) uvádí plemeno duroc. V této práci byl však u plemene duroc stanoven nejnižší obsah dusíkatých látek. Nejméně popelovin pak obsahovalo plemeno bílé otcovské. Ohledně obsahu tuku se výsledky v této práci liší od výsledků ve studii Zhang et al. (2018), kdy nejvíce intramuskulárního tuku bylo zastoupeno v mase plemene duroc. V této práci byl stanoven nejvyšší obsah intramuskulárního tuku v mase plemene bílé otcovské.

U všech plemen byla nejvíce zastoupená svalová vlákna typu IIB. S těmito výsledky souhlasí také studie Ryu et al. (2008) a Lee et al. (2012). Jako nejméně zastoupená byla v této práci stanovena svalová vlákna typu IIA. S tímto výsledkem nesouhlasí studie Ryu et al. (2008) ani Lee et al. (2012). V těchto studiích byla jako nejméně zastoupená stanovena svalová vlákna

typu I. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn u počtu svalových vláken typu IIX na 1 mm², kdy nejvíce svalových vláken tohoto typu bylo zjištěno u plemene bílé otcovské. Nejméně těchto svalových vláken na 1 mm² byl zaznamenán u plemene duroc. Také vliv plemene na procentuální podíl svalových vláken typu I byl statisticky průkazný. Nejvyšší byl tento podíl u plemene bílé otcovské a nejnižší u plemene české bílé ušlechtilé.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda plemeno ovlivňuje kvantitativní a kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty.

U kvantitativních ukazatelů jatečné hodnoty byl statisticky prokázán vliv plemene pouze u procentuálního podílu hlavních masitých částí, kdy nejlepšího výsledku dosáhlo plemeno bílé otcovské. Hodnota tohoto parametru u zmíněného plemene byla 56,46 %. To je o necelých 6 % více než u plemene česká landrase.

Z kvalitativních znaků byly hodnoceny fyzikální a chemické vlastnosti masa. Z fyzikálních ukazatelů jatečné hodnoty byly prokázány statisticky průkazné rozdíly u barevného odstínu a^* (červenosti) a b^* (žlutosti) u jatečné partie pečeně a hřbetního tuku. Nejčervenější maso vykazovalo plemeno duroc. Plemeno bílé otcovské mělo nejsvětější hřbetní tuk. Další fyzikální vlastnost jatečné hodnoty, u které byl statisticky prokázán vliv plemene, je síla stříhu u vařeného masa z jatečné partie pečeně. Nejkřehčí maso bylo zjištěno u plemene duroc, naopak nejtuzší maso mělo plemeno bílé otcovské.

Z chemických parametrů byl zjišťován obsah sušiny, obsah vody, obsah dusíkatých látek, tuku a popelovin. U obsahu dusíkatých látek a popelovin byl statisticky prokázán vliv plemene. Nejvíce popelovin bylo zjištěno u vzorků pečeně plemene duroc a nejvíce dusíkatých látek u plemene bílé otcovské. Zároveň plemeno duroc obsahovalo nejméně dusíkatých látek a bílé otcovské plemeno nejméně popelovin. Nejnižší obsah vody, a tím nejvyšší obsah sušiny byl stanoven u plemene bílé otcovské, což souvisí s obsahem tuku. Bílé otcovské plemeno mělo maso s nejvyšším obsahem intramuskulárního tuku, nejnižší obsah intramuskulárního tuku byl stanoven u plemene česká landrase.

Při analýze svalových vláken byl zjištěn signifikantní rozdíl u počtu svalových vláken typu IIX na 1 mm^2 . Nejvyšší počet tohoto typu svalových vláken na 1 mm^2 byl zjištěn u vzorků plemene bílé otcovské, naopak nejméně jich měly vzorky plemene duroc. Dalším ukazatelem, u kterého byl zjištěn statisticky významný rozdíl, je podíl svalových vláken typu I. Nejvyšší procento těchto svalových vláken mělo plemeno bílé otcovské, a to 17,02 %. Nejméně, 11,74 %, tohoto typu svalových vláken bylo stanoveno u plemene české bílé ušlechtilé. České bílé ušlechtilé plemeno však mělo nejvyšší celkový počet svalových vláken na 1 mm^2 .

Dle výsledků popsaných výše můžeme říci, že plemeno prasete může ovlivnit konečnou kvalitu vepřového masa jak z hlediska kvantitativních, tak i kvalitativních vlastností. Stanovenou hypotézu tedy můžeme potvrdit. Z praktického hlediska mohou tato data napomoci chovatelům k vhodnému výběru plemene prasat pro produkci vepřového masa.

8 Literatura

- Adzitey F, Huda N. 2011. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences—A mini review. *International Food Research Journal* **18**:11-20.
- Aluwé M, Millet S, Bekaert KM, Tuytens FAM, Vanhaecke L, De Smet S, De Brabander DL. 2011. Influence of breed and slaughter weight on boar taint prevalence in entire male pigs. *Animal* **5**:1283-1289.
- Andrés-Bello A, Barreto-Palacios V, García-Segovia P, Mir-Bel J, Martínez-Monzó J. 2013. Effect of pH on Color and Texture of Food Products. *Food Engineering Reviews* **5**:158–170.
- Apple JK, Yancey JWS. 2013. Water-holding capacity of meat. Pages 119 - 145 in *The Science of Meat Quality*. Somerset, United States.
- Arendt EA. 1985. Muscle Fiber Types. *Orthopedics* **8**:787–789.
- Arshad MS. 2018. *Meat Science and Nutrition*. IntechOpen Limited, Londýn.
- Blattná J, Horna A. 2006. Vitaminy 2006. Společnost pro výživu. Available at <https://www.vyzivaspol.cz/vitaminy-2006/> (accessed February 2023).
- Brooke MH, Kaiser KK. 1970. Three “myosin adenosine triphosphatase” systems: the nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *Journal of histochemistry & cytochemistry* **18**:670–672.
- Castigliero L, Armani A, Guidi A. 2012. Meat Color in *Handbook of Meat and Meat Processing*, 2nd edition. CRC Press, United States.
- Cocking C, Walton J, Kehoe L, Cashman KD, Flynn A. 2020. The role of meat in the European diet: current state of knowledge on dietary recommendations, intakes and contribution to energy and nutrient intakes and status. *Nutrition Research Reviews* **33**:181–189. Cambridge University Press.
- Čandek-Potokar M, Škrlep M, Lukač NB. 2015. Raising Entire Males or Immunocastrates – Outlook on Meat Quality. *Procedia Food Science* **5**:30-33.
- Český statistický úřad. Spotřeba potravin-2021. 2022. Available at <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2021>.

- Čobanović N, Stajković S, Grkovic N, Suvajdzic B, Vasilev D, Karabasil N. 2019. Effects of RYR1 gene mutation on the health, welfare, carcass and meat quality in slaughter pigs. Page IOP Conference Series: Earth and Environmental Science **333**.
- Dostálová J, Kadlec P. 2014. Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. Key Publishing, Ostrava.
- Faucitano L, Ielo MC, Ster C, Lo Fiego DP, Methot S, Saucier L. 2010. Shelf life of pork from five different quality classes. Meat Science **84**:466–469.
- Faustman C, Suman SP. 2017. Chapter 11 - The Eating Quality of Meat: I—Color. Pages 329–356 in Lawrie's Meat Science. Woodhead Publishing, United Kingdom.
- Fiedler J, Smital J. 2001. Pohled do historie šlechtění prasat. Náš chov. Available at <https://naschov.cz/pohled-do-historie-slechteni-prasat/> (accessed February 2023).
- Gabrovská D, Chýlková M. 2017. Fakta o správné a vyvážené stravě, aneb, Čím nám vyvážená strava může prospět? Potravinářská komora České republiky, Praha.
- Gregory NG. 2008. Animal welfare at markets and during transport and slaughter. Meat Science **80**:2-11.
- Grela ER, Świątkiewicz M, Florek M, Wojtaszewska I. 2020. Impact of milk thistle (*Silybum marianum* L.) seeds in fatterer diets on pig performance and carcass traits and fatty acid profile and cholesterol of meat, backfat and liver. Livestock Science (e104180) DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104180.
- Heyrman E, Millet S, Tuyttens FAM, Ampe B, Janssens S, Buys N, Wauters J, Vanhaecke L, Aluwé M. 2017. Olfactory evaluation of boar taint: effect of factors measured at slaughter and link with boar taint compounds. Animal **11**:2084-2093.
- Hopkins DL. 2017. Chapter 12 - The Eating Quality of Meat: II—Tenderness. Pages 357–381 in Lawrie's Meat Science. Woodhead Publishing, United Kingdom.
- Hughes JM, Oiseth SK, Purslow PP, Warner RD. 2014. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. Meat Science **98**:520–532.
- Channon HA, D'Souza DN, Dunshea FR. 2018. Diet composition and slaughter age up to 24 weeks have minimal impact on pork eating quality of loin steaks and silverside roasts from female pigs. Meat Science **135**:94-101.

- Cheah KS, Cheah AM, Just A. 1998. Identification and characterization of pigs prone to producing 'RSE' (reddish-pink, soft and exudative) meat in normal pigs. *Meat Science* **48**:249–255.
- Chiles RM, Fitzgerald AJ. 2018. Why is meat so important in Western history and culture? A genealogical critique of biophysical and political-economic explanations. *Agriculture and Human Values* **35**:1–17.
- Choi YM, Kim BC. 2009. Muscle fiber characteristics, myofibrillar protein isoforms, and meat quality. *Livestock Science* **122**:105–118.
- Ingr I. 2003. *Produkce a zpracování masa*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Ingr I. 2003. Spotřeba a jakost vepřového masa. Available at <https://cszm.cz/aktualni-deni/odborne-clanky/288-spotreba-a-jakost-veproveho-masa> (accessed March 2023).
- Juárez M, Aldai N, López-Campos Ó, Dugan MER, Uttaro B, Aalhus JL. 2012. Beef Texture and Juiciness in *Handbook of Meat and Meat Processing*, 2nd edition. CRC Press, United States.
- Kadlec P, Melzoch K, Voldřich M. 2012. *Přehled tradičních potravinářských výrobních technologií potravin*. Key Publishing, Ostrava.
- Kameník J. 2012. Pyramida kvality. *Maso* **23**:6-10.
- Kameník J, Hulánková R, Juránková J, Lorencová A, Neumayerová H, Steinhauser L, Steinhauserová I, Steinhauserová P, Svobodová I, Vašíčková P. 2014. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno.
- Kameník J. 2016. O barvě masa. in *Společnost pro výživu*. Available at <http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2017/06/Barva-masa-MVDr.-J.-Kamen%C4%82%C2%ADk.pdf>
- Karlsson AH, Klont RE, Fernandez X. 1999. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. *Livestock Production Science* **60**:255–269.
- Katina J, Kšána F. 2012. *Jak poznáme kvalitu? Hovězí a vepřové maso*. Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, Praha.

- Keeton JT, Ellerbeck SM, Núñez de González MT. 2014. CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF MEAT | Chemical Composition. 235-243in Encyclopedia of Meat Sciences. 2nd edition. Elsevier. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123847317000878>
- Kučera B, Jůzl M, Ingr I. 2014. Hodnocení kvality jatečně upravených těl prasat v České republice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **57**:137–146.
- 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. 2010. A second look into fibre typing – Relation to meat quality. *Meat Science* **84**:257–270.
- Li J, Yang Y, Zhan T, Zhao Q, Zhang J, Ao X, He J, Zhou J, Tang C. 2021. Effect of slaughter weight on carcass characteristics, meat quality, and lipidomics profiling in longissimus thoracis of finishing pigs. *LWT* (e110705) DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110705.
- Li YX, Cabling MM, Kang HS, Kim TS, Yeom SC, Sohn YG, Kim SH, Nam KC, Seo KS. 2013. Comparison and Correlation Analysis of Different Swine Breeds Meat Quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **26**:905–910.
- Listrat A, Lebret 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* **2016**:e3182746.
- Loredó-Ostí J, Sánchez-López E, Barreras-Serrano A, Figueroa-Saavedra F, Pérez-Linares C, Ruiz-Albarrán M, Domínguez-Muñoz MÁ. 2019. An evaluation of environmental, intrinsic and pre-and post-slaughter risk factors associated to dark-cutting beef in a Federal Inspected Type slaughter plant. *Meat Science* **150**:85-92.
- López-Bote C. 2017. Chapter 4 - Chemical and Biochemical Constitution of Muscle. Pages 99–158 in *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing, United Kingdom.
- Lüllmann-Rauch R. 2012. *Histologie*. Grada, Praha.
- Maiorano G, Kapelański W, Bocian M, Pizzuto R, Kapelańska J. 2013. Influence of rearing system, diet and gender on performance, carcass traits and meat quality of Polish Landrace pigs. *Animal* **7**:341-347.

- Marvan F, Hampl A, Hložánková E, Kresan J, Massanyi L, Vernerová E. 1992. Morfologie hospodářských zvířat. Brázda, Praha.
- Mikołajczak B, Iwańska E, Spychaj A, Danyluk B, Montowska M, Grześ B, Banach JK, Żywica R, Pospiech E. 2019. An analysis of the influence of various tenderising treatments on the tenderness of meat from Polish Holstein-Friesian bulls and the course of changes in collagen. *Meat Science* (e107906) DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.107906.
- Ministerstvo zemědělství. 2022. Situační a výhledová zpráva: Prasata a vepřové maso 2022. Available at <https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/publikace-a-dokumenty/situacni-a-vyhledove-zpravy/zivocisne-komodity-hospodarska-zvirata/veprove-maso/situacni-a-vyhledova-zprava-prasata-2022.html>
- Ostrenko KS, Ovcharova AN, Sofronova OV. 2020. Use of Lithium Ascorbate to reduce stress for improvement in pork quality. *Journal of Livestock Science* 11:95-100.
- Pereira PMDCC, Vicente AFDRB. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science* 93:586–592.
- Pipek P. 2017. O jatkách. *Maso* 28:11-18.
- Polozyuk ON, Svyatogorov NA, Polozyuk ES, Svyatogorova AE. 2021. The Effect of Point Mutations in the RYR-1 Gene on the Physicochemical Properties of Meat. *KnE Life Sciences*:671–677.
- Pražák Č. 2005. Plemenné standardy a chovné cíle pro plemena prasat v plemenné knize. Svaz chovatelů prasat, Praha.
- Przybylski, W, Monin G, Koćwin-Podsiadła M, Krzęcio E. 2006. Glycogen metabolism in muscle and its effects on meat quality in pigs – a mini review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 56:257–262.
- Reece WO. 2005. *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals Third Edition*. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore.
- Ryu YC, Choi YM, Lee SH, Shin HG, Choe JH, Kim JM, Hong KC, Kim BC. 2008. Comparing the histochemical characteristics and meat quality traits of different pig breeds. *Meat Science* 80:363–369.

- Salas RCD, Mingala CN. 2017. Genetic Factors Affecting Pork Quality: Halothane and Rendement Napole Genes. *Animal Biotechnology* **28**:148–155.
- Sambaus HH. 2006. Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata: 250 plemen. Brázda, Praha.
- Sáez-Plaza P, Michałowski T, Navas MJ, Asuero AG, Wybraniec S. 2013. An Overview of the Kjeldahl Method of Nitrogen Determination. Part I. Early History, Chemistry of the Procedure, and Titrimetric Finish. *Critical Reviews in Analytical Chemistry* **43**:178–223.
- Song OY, Islam MA, Son JH, Jeong JY, Kim HE, Yeon LS, Khan N, Jamila N, Kim KS. 2021. Elemental composition of pork meat from conventional and animal welfare farms by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) and ICP-mass spectrometry (ICP-MS) and their authentication via multivariate chemometric analysis. *Meat Science* (e108344) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108344.
- Státní veterinární správa. Klasifikace jatečně upravených těl. Available at <https://www.svs-cr.cz/zivocisne-produkty/klasifikace-jatecne-upravenych-tel/> (accessed February 2023).
- Steinhauser L. 1995. Hygiena a technologie masa. LAST, Brno.
- Straka I, Malota L. 2006. Chemické vyšetření masa: (klasické laboratorní metody). OSSIS, Tábor.
- Stupka R, Šprysl M, Čítek J. 2009. Základy chovu prasat. Powerprint, Praha.
- Teletchea F. 2019. *Animal Domestication*. IntechOpen, Londýn.
- Tomášková K. 2018. Maso. in *Společnost pro výživu*. Available at <http://www.vyzivapol.cz/maso/>
- Torres RJ, Vargas MEG, Castañeda GR. 2013. Quality of pork meat and its nutritional value. *Veterinaria digital*. Available at https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/quality-of-pork-meat-and-its-nutritional-value/#Nutritional_value_of_pork_meat
- Václavková E, Lustyková A. 2012. Faktory ovlivňující kvalitu masa. *Náš chov* **72**:38-40.
- Válková V. 2015. Co všechno ovlivňuje jakost masa? Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Available from <https://www.szpi.gov.cz/clanek/co-vsechno-ovlivnuje-jakost-masa.aspx?q=JmNobnVtPTEmaGw9REZE> (accessed February 2023).

- Válková V. 2016. PSE maso aneb jak je to s vodou ve vepřovém mase? Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Available from <https://www.szpi.gov.cz/clanek/pse-maso-aneb-jak-je-to-s-vodou-ve-veprovem-mase.aspxi> (accessed February 2023).
- Velechovská J. 2018. Ohrožená anglická plemena prasat. *Náš chov*. Available at <https://naschov.cz/ohrozena-anglicka-plemena-prasat/> (accessed February 2023).
- Warner RD. 2017. Chapter 14 - The eating quality of meat: IV—Water holding capacity and juiciness. Pages 457–508 in *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing, United Kingdom.
- Whittington FM, Zammerini D, Nute GR, Baker A, Hughes SI, Wood JD. 2011. Comparison of heating methods and the use of different tissues for sensory assessment of abnormal odours (boar taint) in pig meat. *Meat Science* **88**:249-255.
- Wood JD. 2017. Chapter 20 - Meat Composition and Nutritional Value. Pages 635–659 in *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing, United Kingdom.
- Young OA, Frost DA, Agnew M. 2012. Analytical Methods for Meat and Meat Products in *Handbook of Meat and Meat Processing*, 2nd edition. CRC Press, United States.
- Zequan X, Yonggang S, Guangjuan L, Shijun X, Li Z, Mingrui Z, Yanli X, Zirong W. 2021. Proteomics analysis as an approach to understand the formation of pale, soft, and exudative (PSE) pork. *Meat Science* (e108353) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108353.
- Zhang J, Chai J, Luo Z, He H, Chen L, Liu X, Zhou Q. 2018. Meat and nutritional quality comparison of purebred and crossbred pigs. *Animal Science Journal* **89**:202–210.
- Zhou H, Jungbluth H, Sewry CA, Feng L, Bertini E, Bushby K, Straub V, Roper H, Rose MR, Brockington M, Kinali M, Manzur A, Robb S, Appleton R, Messina S, D'Amico A, Quinliavan R, Swash M, Müller CR, Brown S, Treves S, Muntoni F. 2007. Molecular mechanisms and phenotypic variation in RYR1-related congenital myopathies. *Brain* **130**:2024–2036.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

%	procento
°C	stupeň Celsia
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
Bo	bílé otcovské
CO ₂	oxid uhličitý
ČBU	české bílé ušlechtilé
ČL	česká landrase
ČR	Česká republika
D	duroc
DFD	tmavé, tuhé, suché maso
Fe ²⁺	dvojmocné železo
Fe ³⁺	trojmocné železo
JUT	jatečně upravené tělo
mm ²	milimetr čtvereční
mS	milisiemens
N	newton
NIR	blízká infračervená spektroskopie
NN	dominantní homozygot
Nn	heterozygot
nn	recesivní homozygot
<i>P</i>	průkaznost
PFN	bledé, růžovo-šedé, pevné maso
PSE	bledé, měkké, vodnaté maso
PUFA (n-3)	omega tři nenasycené mastné kyseliny
PUFA (n-6)	omega šest nenasycené mastné kyseliny
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
RN	Redement Napole gen
RSE	červené, měkké, vodnaté maso
RYR1	holotan gen
SEUROP	system pro zpeněžování prasat

10 Seznam grafů, tabulek a obrázků

Graf 1: Spotřeba masa v ČR (%)	4
Tabulka 1: Výsledky klasifikace jatečně upravených těl prasat za rok 2019	5
Tabulka 2: Obsah mastných kyselin ve vepřovém sádle (%)	10
Tabulka 3: Procentuální zastoupení jednotlivých typů svalových vláken (%)	14
Tabulka 4: Počet jednotlivých typů svalových vláken na 1 mm ² u plemen berkshire, duroc, landrase a yorkshire	15
Tabulka 5: Hodnoty kvalitativních znaků masa plemen duroc, landrase, yorkshire	15
Tabulka 6: Hodnoty kvalitativních znaků masa plemen duroc, landrase, yorkshire a jejich kříženců	16
Tabulka 7: Obsah vybraných mastných kyselin v tuku plemen duroc, landrase, yorkshire a jejich kříženců	16
Tabulka 8: Vliv plemene na kvantitativní jakostní ukazatele jatečné hodnoty	28
Tabulka 9: Vliv plemene na fyzikální vlastnosti jatečné hodnoty	30
Tabulka 10: Vliv plemene na chemické vlastnosti jatečné partie pečeně	31
Tabulka 11: Vliv plemene na charakteristiky svalových vláken	33
Obrázek 1: Struktura kosterního svalu	7
Obrázek 2: České bílé ušlechtilé	22
Obrázek 3: Česká landrase	23
Obrázek 4: Duroc	24