

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra speciální zootechniky**



**Vliv genotypu a pohlaví prasat na technologické vady  
masa**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Veronika Stará**

**Obor studia: Živočišná produkce**

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

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Vliv genotypu a pohlaví prasat na technologické vady masa" 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 \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí práce Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytla při zpracování této diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině a partnerovi Janu Pankráci za velkou podporu a trpělivost při mém studiu.

# Vliv genotypu a pohlaví prasat na technologické vady masa

## Souhrn

Diplomová práce shrnuje současné znalosti o vlivu genetického pozadí a pohlaví na vznik vad masa se zaměřením na jakostní odchylky PSE (z angl. pale, soft, exudative) a DFD (z angl. dark, firm, dry) a porovnává vepříky a prasničky hybridních linií DanBred a PIC z hlediska kvality masa. Dle hypotézy stanovená v této práci předpokládám, že vepřík a prasnička různého genetického založení budou mít odlišné hodnoty fyzikálních parametrů jatečné hodnoty a tak lze předpokládat, že budou i různě náchylní na projevy vad masa.

V experimentální části práce byly posouzeny ukazatele kvality masa hybridních linií DanBred a PIC s ohledem na pohlaví. Do pokusu bylo zařazeno 40 kusů zvířat (20 prasniček a 20 vepříků) finálního hybridu DanBred a 37 kusů zvířat (18 prasniček a 19 vepříků) finálního hybridu PIC. Sledované fyzikální ukazatele a složení svalových vláken bylo měřeno *post mortem* ve svalu *longissimus lumborum et thoracis* (MLLT). Hodnoceno bylo pH 45 minut *post mortem*, elektrická vodivost 50 minut *post mortem*, barva masa (hodnota L\*, a\*, b\*), vaznost masa (ztráta masové šťávy odkapem) a křehkost masa (síla stříhu vařeného a syrového masa) 24 hodin *post mortem*. Ze svalu MLLT byly odebrány vzorky pro vyhotovení histologických preparátů, u kterých byly hodnoceny tři ukazatelé: počet svalových vláken typu I, IIA a IIB na 1 mm<sup>2</sup> plochy, zastoupení svalových vláken (%) typu I, IIA a IIB na 1 mm<sup>2</sup> plochy a průměrná plocha řezu svalovými vlákny typu I, IIA a IIB (μm<sup>2</sup>).

Naměřená data nejsou v souladu s vyslovenou hypotézou. Přestože byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve fyzikálních parametrech MLLT mezi prasničkami a vepříky, žádná z hodnot nebyla ovlivněna tak výrazně, aby se mohla projevit zhoršenou kvalitou masa. U prasniček PIC byl statisticky prokázán vyšší počet (179,07 IIB vláken na 1 mm<sup>2</sup> u prasniček a 102,30 vláken typu IIB na 1 mm<sup>2</sup> u vepříků) a zastoupení (68,26 % u prasniček a 41,89 % u vepříků) vláken typu IIB, které jsou spojeny s horší jakostí masa. U masa prasniček se zároveň projevila nižší hodnota pH<sub>45</sub> (prasničky DanBred pH<sub>45</sub> = 6,29; PIC pH<sub>45</sub> = 6,16) a vyšší elektrická vodivost než u vepříků (vepříci DanBred pH<sub>45</sub> = 6,39; PIC pH<sub>45</sub> = 6,33).

**Klíčová slova:** prase, genotyp, pohlaví, vada masa, DanBred, PIC, PSE, DFD

# Effect of genotype and sex of pigs on technological defects of meat

## Summary

This master's thesis summarizes current knowledge of the impact of a genetic background and sex on meat quality with a focus on PSE (pale, soft, exudative) and DFD (dark, firm, dry). Gilts and barrows of crossbreeds DanBred and PIC are compared with each other. I hypothesize that there is a difference between gilts and barrows of two different crossbreeds in physical parameters of meat. I also presume that there is a difference in the meat quality of piglets and barrows of these two crossbreeds.

In the experimental part of this thesis the characteristics of meat of crossbreeds DanBred and PIC were assessed. The meat quality of crossbreeds is compared from the position of sex and genotype influence. The experiment comprises 37 pigs (20 gilts and 20 barrows) of a crossbred DanBred and 37 pigs (18 gilts and 19 barrows) of a crossbred PIC. The physical properties were measured *post mortem* in the muscle *longissimus lumborum et thoracis* (MLLT). The pH was measured 45 minutes *post mortem*, electrical conductivity was determined 50 minutes *post mortem*. The values of meat colour ( $L^*$ , lightness;  $a^*$ , redness;  $b^*$ , yellowness), water holding (drip loss) and shear force value of raw and boiled meat were measured 24 hours *post mortem*. The histological samples were isolated from MLLT muscle. There were three indicators assessed: the number of muscle fibres of I, IIA and IIB type per 1 mm<sup>2</sup> of tissue slice, the fibre type proportion (%) of I, IIA and IIB type in 1 mm<sup>2</sup> of tissue slice and fibre cross-sectional area of I, IIA and IIB type ( $\mu\text{m}^2$ ).

The obtained data are not consistent with the stated hypothesis. Statistically significant differences in the physical parameters were observed when gilts and barrows were compared but none of the measured values can have a negative impact on the meat quality. A statistically significantly higher number (179,07 fibres of type IIB per 1 mm<sup>2</sup> in gilts; 102,3 fibres of type IIB per 1 mm<sup>2</sup> in barrows) and proportion (68,26 % in gilts and 41,89 % in barrows) of fibres of IIB type were observed in gilts of the crossbred PIC. These fibres are related to worse quality of meat. This could be represented by a lower value of pH<sub>45</sub> (DanBred gilts pH<sub>45</sub> = 6,29; PIC pH<sub>45</sub> = 6,16) and higher electrical conductivity in gilts when compared to the barrows (DanBred barrows pH<sub>45</sub> = 6,39; PIC pH<sub>45</sub> = 6,33).

**Keywords:** pig, genotype, sex, deterioration of meat, DanBred, PIC, PSE, DFD

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíle práce a vědecká hypotéza</b>	<b>2</b>
2.1	Cíl práce	2
2.2	Vědecká hypotéza	2
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>3</b>
3.1	<b>Fyziologie kosterního svalu</b>	<b>3</b>
3.1.1	Svalová kontrakce	3
3.1.2	Posmrtné změny svalu	4
3.2	<b>Měřené hodnoty masa při zjišťování technologických vad masa</b>	<b>5</b>
3.2.1	pH masa	5
3.2.2	Elektrická vodivost	6
3.2.3	Ztráta masové šťávy odkapem	6
3.2.4	Barva masa	8
3.2.5	Textura masa	9
3.2.6	Svalové enzymy	9
3.3	<b>Technologické vady masa prasat</b>	<b>10</b>
3.4	<b>Charakteristika PSE vepřového masa</b>	<b>10</b>
3.4.1	Geny mající vliv na vadu masa PSE a Hampshire efekt	11
3.4.1.1	Gen RYR1	11
3.4.1.2	Gen PRKAG3	14
3.4.1.3	Alela RN <sup>-</sup> genu PRKAG3	14
3.4.1.4	Alela 199I a 199V genu PRKAG3	16
3.4.1.5	Interakce alel genu PRKAG3	17
3.4.2	Vliv zastoupení svalových vláken typu I, IIA a IIB na vadu masa PSE	17
3.4.3	Vliv manipulace se zvířaty před porážkou na vadu masa PSE	20
3.5	<b>Charakteristika DFD vepřového masa</b>	<b>21</b>
3.5.1	Vliv manipulace se zvířaty před porážkou na vadu masa DFD	21
3.6	<b>Jakostní odchylky vepřového masa RSE, PFN a cold shortening</b>	<b>23</b>
3.6.1	RSE a PFN vepřové maso	23
3.6.2	Cold shortening	23
3.7	<b>Vliv pohlaví prasat na technologické vady masa</b>	<b>23</b>

<b>4</b>	<b>Materiál a metodika</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Zvířata a ustájení</b> .....	<b>27</b>
4.1.1	Ustájení zvířat .....	27
4.1.2	Finální hybridy DanBred .....	27
4.1.3	Finální hybridy PIC .....	27
<b>4.2</b>	<b>Výživa zvířat</b> .....	<b>28</b>
<b>4.3</b>	<b>Sledované ukazatele</b> .....	<b>28</b>
4.3.1	Fyzikální parametry .....	28
4.3.2	Kvalitativní a kvantitativní charakteristika svalových vláken .....	28
4.3.3	Statistická analýza .....	29
<b>5</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1</b>	<b>Vliv pohlaví na kvalitu vepřového masa, zastoupení svalových vláken a vztah mezi nimi u finálního hybridu DanBred.</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2</b>	<b>Vliv pohlaví na kvalitu vepřového masa, zastoupení svalových vláken a vztah mezi nimi u finálního hybridu PIC.</b> .....	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>Seznam použité literatury</b> .....	<b>45</b>
<b>8.1</b>	<b>Seznam internetových zdrojů</b> .....	<b>55</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů</b> .....	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>58</b>

# 1 Úvod

Úspěšnost produktů na volném trhu je závislá na splnění požadavků spotřebitele. U vepřového masa jsou požadavky kladeny především na barvu a strukturu masa. Po zakoupení a tepelné úpravě masa spotřebitel dále hodnotí křehkost masa, jeho šťavnatost a chuťové a pachové vlastnosti. Zmíněné vlastnosti masa může ovlivnit mnoho vnitřních i vnějších faktorů, například technologické vady masa (nízká schopnost vázat vodu, nízké nebo naopak příliš vysoké pH), genotyp prasete nebo jeho pohlaví.

Živočišná výroba prošla v historii lidstva mnoha změnami, od využití hospodářských zvířat až po zvyšování užitkovosti šlechtěním intenzivním způsobem. Intenzivní šlechtění prasat přineslo řadu změn v oblasti reprodukční (např. plodnost, mléčnost) i produkční (např. výkrmnost, jatečná hodnota) po kvantitativní i kvalitativní stránce. S intenzivní selekcí prasat na vysokou zmasilost se objevují i problémy v podobě výskytu jakostních vad vepřového masa, především PSE (z angl. pale, soft, exudative) a DFD (z angl. dark, firm, dry).

Po smrti zvířete probíhá ve svalech řada složitých biochemických procesů, při kterých se svalovina přeměňuje na maso. Aerobní glykolýza přechází v anaerobní a dochází k poklesu ATP a pH, což vyvolá nevratnou svalovou kontrakci. Po dosažení plné tuhosti masa dochází opět k postupnému křehnutí. Tyto procesy mohou probíhat atypicky a ovlivnit tak jakost masa. Změněné vlastnosti masa jsou především sensorického, technologického a kulinárního charakteru. Hlavní negativní vlastností PSE masa je jeho zhoršená vaznost, tedy schopnost udržet vodu vlastní i technologicky přidanou. U DFD masa je problém jeho neúdržnost. Po porážce nedojde k typickému okyselení masa, a to podléhá rychlému mikrobiálnímu rozkladu.

Mezi faktory ovlivňující vznik vady vepřového masa patří především genotyp a manipulace se zvířaty před porážkou a po porážce. Hlavní geny ovlivňující kvalitu masa prasat jsou RYR1 gen a PRKAG3 gen. Alely těchto genů se vyskytují v různých sestavách, přičemž některé výrazně negativně ovlivňují kvalitu masa. O vlivu pohlaví na vznik jakostních odchylek masa není dosud mnoho informací. Hormony uvolňované pohlavními žlázami ovlivňují především temperament zvířete a intenzitu metabolických procesů. Rozdílný metabolismus působí v pozdějším věku na zmasilost a obsah tuku v jednotlivých jatečných partiích, může ale ovlivnit i vznik jakostních odchylek.



## **2 Cíle práce a vědecká hypotéza**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit fyzikální vlastnosti masa a zastoupení typů svalových vláken ve svalu MLLT prasniček a vepřků hybridních linií DanBred a PIC, které souvisejí se vznikem jakostních vad vepřového masa.

### **2.2 Vědecká hypotéza**

Vepřík a prasnička různého genetického založení budou mít odlišné hodnoty fyzikálních parametrů jatečné hodnoty a tak lze předpokládat, že budou i různě náchylní na projevy vad masa.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Fyziologie kosterního svalu

Příčně pruhovaná (kosterní) svalovina je aktivní složkou pohybového systému. Rychlé kontrakce kosterní svaloviny zajišťuje přeměna energie chemických vazeb na mechanickou práci. Svalovina se skládá z dlouhých svalových vláken, vaziva, cév a nervů. Tvoří asi 40 % tělesné hmotnosti (Reece, 1998).

Funkční i morfologickou jednotkou svalu je svalové vlákno tvořené jednou buňkou s početným zastoupením jader. Cytoplazmatická membrána svalových vláken je označována jako sarkolema, cytoplazma se nazývá sarkoplazma (Hall, 2015). Kontraktilní část svalových vláken obklopena systémem kanálků (T-tubulů) a měchýřků (sarkoplazmatického retikula) nazývaném sarkotubulárním systémem. Sarkoplazmatické retikulum je rezervoár vápenatých iontů, které slouží jako signální molekuly pro spuštění svalové kontrakce (Reece, 1998).

Základní kontraktilní jednotkou svalového vlákna jsou v sarkoplazmě uložené myofibrily uspořádané do vyšších stavebních jednotek - sarkomer. Sarkomery se nacházejí v řetězci za sebou a vzájemně jsou odděleny tzv. Z-liniemi. Kontraktilní funkci sarkomer zajišťují proteiny aktin a myosin uspořádané do tzv. lehkých filament (aktin) a těžkých filament (myosin) (Hall, 2015). Lehká filamenta jsou tvořena aktinovým dvojřetězcem, na kterém jsou rozmístěny vazebná místa pro myosinové hlavy. Tato aktivní místa jsou v nepřítomnosti vápenatých iontů zakryta tropomyosinem a troponinem (Reece, 1998; Shier et al., 2015).

#### 3.1.1 Svalová kontrakce

Svalová kontrakce je děj, při kterém dochází k překrývání aktinových a myosinových vláken a zkracování sarkomer. Signál z nervové soustavy se přenáší ve formě akčního potenciálu z neuronu na svalové vlákno, kde dochází k vyplavení vápenatých iontů ze sarkoplazmatického retikula. Vyplavené ionty se naváží na bílkovinu troponin, která zároveň s tropomyosinem změní svojí konfiguraci a odkryjí aktivní místa na aktinových vláknech. K odkrytým aktivním místům jsou přitahovány hlavy myosinových vláken a obsazují je. Energie pro svalovou kontrakci je získána štěpením ATP myosinem a umožňuje vztyčení hlav myosinu. Hlava myosinu se přichytí na vazebné místo aktinu a po vyvázání ADP se myosin posouvá vůči aktinu (Reece, 1998; Shier et al., 2015).

Jednou z možností získání energie ve formě ATP pro aktivitu svalu je glykolýza. Za aerobních podmínek je glukóza v cytosolu přeměňována na pyruvát, který dále vstupuje do mitochondrií a začleňuje se do citrátového cyklu. Tím je získáno maximální množství

36 molekul ATP na jednu molekulu glukózy. Pokud glykolýza probíhá bez přítomnosti kyslíku, jejím produktem je kyselina mléčná. Při průběhu této chemické reakce je zisk energie velmi omezený - 2 molekuly ATP na jednu molekulu glukózy (Shier et al., 2015; Hall, 2015).

### 3.1.2 Posmrtné změny svalu

Po smrti zvířete se spustí komplexní děj metabolických i strukturálních změn, které mění svalovinu na maso. Po usmrcení a vykrvení zvířete se ve svalech rychle spotřebovává kyslík a energie. Do té doby jsou svaly ještě po určitý časový úsek schopny kontrakce (Kamínek et al., 2014). Štěpení zásobního glykogenu a aerobní glykolýza produkující ATP v citrátovém cyklu ustává a je nahrazována anaerobní glykolýzou, jejíž metabolickým produktem je kyselina mléčná. Kyselina mléčná se ve svalu hromadí a snižuje hodnotu pH (Hall, 2015). S klesající hladinou ATP a nárůstem koncentrace vápenatých iontů ve svalových vláknech dochází ke vzniku ireverzibilních vazeb mezi aktinem a myosinem. Tyto stabilní vazby vznikají při koncentraci ATP v tkáni  $1 \mu\text{mol.g}^{-1}$  a hodnotě pH nižší než 5,9. Svalovina přechází do posmrtné ztuhlosti - *rigor mortis*. Vepřové maso dosáhne konečné hodnoty pH 5,5 za 4 - 8 hodin (Kamínek et al., 2014; Hall, 2015).

Hlavním znakem svalu v *rigor mortis* je zkrácení svalových vláken. Nízká hladina ATP pod  $1 \mu\text{mol.g}^{-1}$ , pH nižší než 5,9 a vysoká koncentrace vápenatých iontů vedou k propojení aktinu a myosinu a k podélnému posunu aktinových vláken do středu sarkomer (Kamínek et al., 2014).

Významný faktor, který ovlivňuje zkrácení sarkomer a následné zrání je teplota masa před vstupem do *rigor mortis*. Příliš vysoká teplota vede k intenzivní glykolýze a k rychlému poklesu pH, což způsobí denaturaci bílkovin (včetně proteolytických enzymů podílejících se na zrání masa) a stah svalu zkrácením sarkomer (Newbold et Scopes, 1967). Vysoká teplota a nízké pH také zapříčiní nesprávnou funkci sarkoplazmatického retikula a uvolnění velkého množství vápenatých iontů. Naopak příliš nízká teplota narušuje funkci vápníkových pump, takže nedochází k zpětné resorpci vápenatých iontů (Honikel et Hamm, 1978). Výsledkem působení vysoké i nízké teploty je zvýšená tuhost masa a ztráta schopnosti vázat vodu (Newbold et Scopes, 1967; Honikel et Hamm, 1978).

Po dosažení plné tuhosti masa v *rigor mortis* dochází k postupnému křehnutí masa vlivem proteolytických enzymů. Tyto enzymy narušují proteiny myofibril a na ně vázané strukturální proteiny (desmin, vinkulin, titin, nebulin, dystrofin), které myofibrily navzájem propojují a upevňují ke sarkolemě (Koochmaraie, 1996). Narušení strukturálních proteinů titinu a nebulinu má největší podíl na křehnutí masa (Kristensen et Purslow, 2001). Až v pozdější fázi zrání masa

je narušena struktura aktinu a myosinu (Koochmaraie, 1996). Na procesu štěpení bílkovin se podílí čtyři významné proteolytické systémy: katepsiny, kalpainy, proteazomy a kaspázy. Největší úlohu mají z těchto enzymů kalpainy (Kemp et Parr, 2012).

### 3.2 Měřené hodnoty masa při zjišťování technologických vad masa

Cílem produkce vepřového masa a jeho následného zpracování je poskytnout spotřebitelům přijatelnou kvalitu produktu. Aby se tato kvalita zajistila, byly zavedeny metody odhalující na poražených zvířatech jakostní abnormality vepřového masa. Mezi tyto metody patří fyzikální zkoušky (pH, barva, elektrická vodivost, vaznost) a sensorické zkoušky (vůně, chuť, šťavnatost, textura) (Stupka et al., 2009a).

#### 3.2.1 pH masa

Hodnota pH vyjadřuje koncentraci vodíkových iontů ve vodím prostředí neboli míru kyselosti (respektive zásaditosti). Stanovením hodnoty pH lze účinně odhadnout kvalitu vepřového masa.

Po porážce zvířete dochází k přechodu od aerobní k anaerobní glykolýze, jejíž metabolický produkt je kyselina mléčná. Při hromadění kyseliny mléčné a při jejím následném odbourávání v procesu zrání masa dochází k změnám hodnot pH (Kamínek et al., 2014; Hall, 2015).

Hodnota pH masa se měří pomocí vpichových elektrod přenosného pH metru ve svalu *longissimus lumborum et thoracis* na úrovni posledního hrudního obratle nebo ve středu svalu *semimembranosus*. Hodnota pH se pro zjištění přítomnosti PSE vady masa stanovuje 45 minut *post mortem* (tabulka 1). Pro určení DFD vady je pH měřeno 24 hodin *post mortem* (Stupka et al., 2009a).

Tabulka 1: Mezní hodnoty jakostních odchylek vepřového masa.

Maso	pH <sub>45</sub>	pH <sub>24</sub>
Normální	více než 5,8	5,7 a méně
Inklinující k PSE	5,6 – 5,8	nestanovuje se
PSE	méně než 5,6	nestanovuje se
DFD	nestanovuje se	6,2 a více

[Zdroj: Upraveno podle Stupka et al., 2009a]

Optimální hodnota pH je v úzkém rozsahu. Pokles hodnoty pH masa *post mortem* na hodnoty 5,5 - 6,0 omezuje růst většiny psychrotrofních mikroorganismů (Steinhauser et al., 1995).

### 3.2.2 Elektrická vodivost

Každý sval má určité elektrické vlastnosti jako je například odpor kladený střídavému proudu (impedance) a vodivost, které se mění v průběhu zrání masa. V průběhu postmortálního období dochází ke složitým změnám ve svalové tkáni. Vlivem posmrtné glykolýzy je narušen membránový systém svalové buňky, a tím se změní jeho propustnost (Stupka et al., 2009a). Membrány svalových buněk se stávají propustnější, což umožňuje pohyb tekutiny a iontů mezi intercelulárním a extracelulárním prostorem (Byrne et al., 2000). S touto změnou dochází ke zvýšené elektrické vodivosti (Stupka et al., 2009a).

Stanovení elektrické vodivosti může přesně rozlišit variability jakostních odchylek vepřového masa (tabulka 2). Hodnota elektrické vodivosti je měřena konduktometry ve svalech *longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) a *semimembranosus* 50 minut *post mortem* (Stupka et al., 2009a).

Tabulka 2: Mezní hodnoty pro stanovení jakostních odchylek vepřového masa.

Maso	EV50 (mS)
Normální maso	< 4,0
Inklinující k PSE	4,0 - 7,0
PSE	> 7,0

[Zdroj: Stupka et al., 2009a]

### 3.2.3 Ztráta masové šťávy odkapem

Schopnost svalu zadržovat vodu může být ovlivněna mnoha komplexními faktory, například chemickou povahou a strukturou svalu a způsobem manipulace s masem (Fischer, 2007; Huff-Lonergan et Lonergan, 2007). Sval je tvořen přibližně ze 75 % vodou, z toho většina vody je zachycena ve strukturách buněk (v prostoru mezi tlustými a tenkými filamenty myofibril). Tento prostor může být ovlivněn intracelulárním pH a iontovou silou (Huff-Lonergan et Lonergan, 2007). Po smrti zvířete dochází ve svalu k uvolnění kyseliny mléčné, která snižuje pH masa. Po dosažení pH 5,0 - izoelektrického bodu myosinu (hlavního

proteinu ve svalech) je celkový náboj proteinu neutrální (počet záporných a pozitivních nábojů na proteinu je stejný) (Huff-Lonergan et Lonergan, 2005).

Voda je bipolární molekula a je přitahována k nabitým částicím (Huff-Lonergan et Lonergan, 2005). Tím, že mají proteiny téměř nulový náboj, ztrácí schopnost vázat vodu. Neutrální náboj vede také ke snížení odpuzivých sil mezi proteiny a zmenšení prostoru pro vodu mezi tlustými a tenkými filamenty. Důsledkem je ztráta schopnosti myofilament vázat vodu a uvolňování šťávy z masa (Huff-Lonergan et Lonergan, 2007).

Další významné faktory ovlivňující ztrátu masové šťávy jsou spojeny s rychlostí a rozsahem posmrtné glykolýzy ve svalu a s následným ovlivněním hodnoty pH. Nízký glykolytický potenciál v době porážky vede k nedostatečné glykolýze s vysokým konečným pH a vadě masa DFD, která se vyznačuje vysokou schopností vázat vodu. Při nadměrně rychlé glykolýze s rychlým poklesem pH vzniká vada masa PSE se sníženou kapacitou zadržovat vodu. Rozšířená glykolýza s vysokým glykolytickým potenciálem a velmi nízkým pH vyvolává Hampshire efekt (Fischer, 2007).

Při PSE vadě a Hampshire efektu klesá pH do kyselých hodnot mnohem dříve než za 6 - 8 hodin *post mortem*, jak je tomu u normálního masa. Rychlým okyselením a vysokou teplotou svalu dochází k denaturaci svalových proteinů, což následně omezuje jejich schopnost vázat vodu. Urychlená denaturace může také vyvolat smrštění sarkomer a tím snížit velikost vnitřního prostoru myofibril, ve kterém je vázána voda (Huff-Lonergan et Lonergan, 2007).

Dle Kim et al. (2008) závisí výše ztráty šťávy odkapem na počtu, kvalitativních a kvantitativních charakteristikách svalových vláken. V jejich publikaci se uvádí, že u prasat disponujících vyšším počtem svalových vláken IIB jsou vyšší procentuální ztráty odkapem a vyšší pravděpodobnost přítomnosti vady PSE. Zvýšený výskyt této vady byl zjištěn také u prasat s menším průměrem příčného řezu, plochou příčného řezu a obvodem svalových vláken.

Myofibrila se skládají z I-linie (světlý úsek) a A-linie (tmavý úsek). I-linie je tvořena jen tenkými vlákny aktinových myofilament, zatímco A-linie je tvořena tlustými i tenkými myofilamenty. Tenká myofilamenta I-linie jsou ukotvena v Z-linii. Úsek mezi dvěma Z-liniemi tvoří funkční a strukturální jednotku svalu – sarkomeru (Reece, 2011). Bertram et al. (2002) se zabývali vlivem jednotlivých úseků myofibril na vazbu vody. Zjistili, že I-linie obsahuje vyšší zastoupení vody než A-linie. Při zkrácení myofibril se zmenší objem I-linií a dojde k vytlačení vody do extracelulárního prostoru (Bertram et al., 2002).

Stanovení vaznosti vody se provádí 24 – 48 hodin *post mortem* (Stupka et al., 2009a). Existuje několik metod stanovení ztrát masové šťávy odkapem. Například je možné použít metodu „bez použití síly“ dle Honikel (1987). U PSE a RSE masa je ztráta masové šťávy odkapem větší než 5 %, u RFE a DFD masa je tato ztráta menší než 5 % (Warner et al., 1997).

Měřené hodnoty ztrát masové šťávy mohou být ovlivněny: 1) délkou měření (čím delší měření, tím větší ztráta masové šťávy odkapem), 2) tloušťkou měřeného kusu masa (čím tlustší plát masa, tím méně uvolněné tekutiny) a 3) teplotou během měření (čím vyšší teplota, tím vyšší ztráty) (Honikel, 1987; Fischer, 2007).

### 3.2.4 Barva masa

Důležitým ukazatelem kvality masa je pro spotřebitele jeho barva. Barva vepřového masa je ovlivněna obsahem pigmentu ve svalu, zejména barvivem myoglobinem. Obsah myoglobinu je závislý na druhu zvířete, například vepřové maso má méně myoglobinu než maso hovězí (Kameník, 2016). Různé svaly jednoho jedince se v barvě a odstínu liší. Červené oxidativní svaly (př. *m. rectus femoris*) obsahují více myoglobinu než bílé glykolytické svaly (př. *m. longissimus lumborum*, *m. semimembranosus*). V důsledku toho je barva svalů *rectus femoris* tmavší a červenější než barva svalů *longissimus lumborum* a *semimembranosus* (Beecher et al., 1965).

Odstín barvy čerstvého masa ovlivňují tři formy myoglobinu - deoxymyoglobin (myoglobin bez navázaného kyslíku), oxymyoglobin (myoglobin s navázaným kyslíkem) a metmyoglobin (myoglobin s železitým iontem) (Bekhit et Faustman, 2005). Maso je během jatečných úkonů vystaveno působení kyslíku, který difunduje do povrchové vrstvy masa a oxiduje myoglobin na červený oxymyoglobin. Maso je tak jasně červené barvy. Po přesunutí masa do skladu se sníženým obsahem kyslíku dochází k postupné změně barvy na šedavou nebo hnědožlutou vlivem redukce oxymyoglobinu na deoxymyoglobin a metmyoglobin (Lindahl et al., 2001; Kamínek et al., 2014).

Subjektivní hodnocení barvy je obtížné, a proto byly vyvinuty metody, které mají zpřesnit a sjednotit toto hodnocení. Pro stanovení barvy jsou k dispozici nejrůznější metody využívající světelný odraz, světelný rozptyl a infračervené záření. V některých státech se hodnotí barva masa barevnou stupnicí (Stupka et al., 2009a). Jeden ze systémů je používání barevných karet např. Japonský standard barvy. Tuto metodu použil ve své práci O'Neill et al. (2003). K dispozici měl 6 barevných bloků v různých odstínech od bledé barvy (blok 1) představující PSE masa až po tmavé barvy (blok 6) charakteristické pro DFD masa. Dle těchto barevných bloků hodnotil barvu masa jatečných těl.

Dříve byla barva masa měřena 24 hodin *post mortem* fotometrickými přístroji Göfol a Spekol na příčném řezu svalu MLLT. Zjištěná světlost masa byla udávána ve stupnicích remise (hodnocené procentuálně). Hodnoty přístroje Spekol jsou opačné než u přístroje Göfol. Dnes jsou využívány přístroje pracující na principu spektrofotometru, kam patří například systém CIELab. Měřené veličiny jsou jas ( $L^*$ ) a souřadnice barevnosti  $a^*$  a  $b^*$ . Hodnota  $L^*$  udává světlost masa a je hodnocena od 0 % (černá) po 100 % (bílá). Souřadnice  $a^*$  vyznačuje vztah mezi červenou ( $a > 0$ ) a zelenou ( $a < 0$ ) barvou,  $b^*$  pak mezi žlutou ( $b > 0$ ) a modrou ( $b < 0$ ) barvou (Stupka et al., 2009a).

### 3.2.5 Textura masa

Nejpoužívanější metodou pro hodnocení textury masa je Warner-Bratzlerův test a měření texturního profilu (TPA - texture profile analysis). Warner-Bratzlerův test měří vynaloženou sílu nutnou k přestřížení vzorku o přesně definovaných rozměrech. Rychlost pohybu nože je libovolná, minimálně ovšem 0,5 mm/min a maximálně 1 000 mm/min. Odolnost vzorku vůči střížení je zaznamenávána počítačem a vykreslena do diagramu, ze kterého je zjištěna maximální odolnost vzorku vůči stříhu – tvrdost masa. Měření je možné provádět na syrovém i tepelně upraveném mase (De Huidobro et al., 2005).

Analýza profilu textury je test měřící kompresní sílu vyvinutou přístrojem při stlačení masa pístem. Píst se pohybuje stanovenou rychlostí a maso je stlačeno na předem určenou velikost (% původní velikosti). Měření vzorku probíhá ve dvou kompresních cyklech, po kterých získáme texturní profil masa. Texturní profil se skládá z tvrdosti (představuje tvrdost vzorku při prvním skusu), soudržnosti (pevnost vnitřních vazeb vzorku), křehkosti (tvrdost vzorku při druhém skusu) a žvýkatelnosti (energie potřebná pro žvýkání vzorku). Vzorek masa může být buď syrový nebo tepelně upravený jako u předchozí metody (De Huidobro et al., 2005).

### 3.2.6 Svalové enzymy

Metody hodnocení kvality masa na jatkách by měly být rychlé, přesné a měly by vést k lepšímu následnému využití jatečného těla při zpracování a distribuci. U jatečného těla se hodnotí mnoho parametrů, které charakterizují kvalitu masa a poukazují na případnou odchylku masa PSE a DFD. Tyto metody ale požadují určitý čas od porážky zvířete a značná variabilita vlastností masa mezi PSE a DFD může znesnadnit správné zařazení. V poslední době je zájem o studium nových technik, které využívají k předpovědi kvality masa jeho biochemické vlastnosti (Toldrá et Flores, 2000).



Autoři Toldrá et Flores (2000) se zabývali obsahem a aktivitou svalových endoproteáz (kalpainů a katepsinů) a exoproteáz (dipeptidáz a aminopeptidáz) 2 nebo 24 hodin po porážce u masa s různými jakostními odchylkami - PSE, RSE (angl. pale, soft, exudative), RFN (z angl. reddish-pink, firm, non-exudative) a DFD. Exopeptidázy se podílí na rozpadu bílkovin a peptidů na volné aminokyseliny *post mortem* a zdají se být vhodnými ukazateli pro stanovení vad masa. Aktivita aminopeptidáz a dipeptidáz je u exudativních skupin (PSE a RSE) nižší než u neexudativních skupin (RFN, DFD). Stanovení míry aktivity exopeptidáz 2 hodiny *post mortem* může být v budoucnu novou efektivní metodou k rozlišení jakostních odchylek masa. Pro zavedení do provozu je potřeba metodu stanovení exoproteáz zjednodušit a stanovit protokol postupu. Jednou z možností je využití kolorimetrických substrátů (aminoacyl-p-nitroanilidových) ke stanovení tříd jakosti masa a kolorimetrické čtečky s mikrodestičkami (Flores et Toldrá, 2014).

### **3.3 Technologické vady masa prasat**

U vepřového masa se v historii šlechtění vyvinulo několik jakostních odchylek, které mají významný vliv na hodnotu jatečného těla. Tyto odchylky vznikají v průběhu zrání masa a odvíjí se od rychlosti a rozsahu glykolýzy ve svalových vláknech. U vepřového masa jsou to vady PSE, Hampshire efekt a DFD. Kromě těchto významných technologických vad existují ještě méně známe jakostní odchylky RSE, PFN (z angl. pale, firm, nonexudative), RFN a chladové zkrácení (cold shortening).

### **3.4 Charakteristika PSE vepřového masa**

Šlechtění prasat vedlo k selekci některých biologických vlastností, jako je například změna zastoupení svalových vláken ve prospěch IIB vláken, jejichž vedlejším projevem je zvýšená citlivost na stres. Pokud se zvířata dostanou do stresové situace nebo při vystavení prasat anestetiku halotanu, reagují neadekvátně, což se projeví nadměrným svalovým metabolismem, zvýšenou tělesnou teplotou a svalovou ztuhlostí (maligní hypertermie) (Grandin et al., 1994; Steinhauser et al., 1995). Důsledkem postižení prasat maligní hypertermií je zhoršená jakost masa označovaná jako PSE. PSE maso je charakterizováno sníženou kapacitou vázat vodu, bledou barvou a měkkostí tkáně masa (Topel et al., 1976; Chmiel et al., 2011).

Rychlý rozpad glykogenu a adenosintrifosfátu (ATP) na kyselinu mléčnou a inosinovou vyvolá pokles hodnoty pH u PSE masa do jedné hodiny *post mortem* na hodnotu 5,8 a méně. U normálního masa je tato hodnota vyšší než 6 (Steinhauser et al., 1995). Kvůli velkému

poklesu pH dojde k uvolnění vody z intracelulárního prostoru. Uvolněná voda urychluje glykogenolýzu, vzniká velké množství energie a následné zvýšení teploty svaloviny na 43 °C zapříčiní společně s nízkým pH částečnou denaturaci bílkovin (Schwägele et al., 1996a; Schwägele et al., 1996b; Adzitey et Nurul, 2011). Denaturované bílkoviny mají nižší vaznost vody, takže dojde k dalšímu uvolňování vody (Honikel et Kim, 1986; Steinhäuser et al., 1995). Maso je tudíž vodnaté a vlivem zvýšeného odrazu a rozptylu světla vyvolaného změnou struktury myofilament se jeví jako světlé (Schwägele et al., 1996a; Schwägele et al., 1996b; Adzitey et Nurul, 2011).

### Hampshire efekt

Hampshire efekt představuje obdobu PSE vady. Souvisí s ukládáním většího množství glykogenu ve svalu, především u plemene hampshire. Vyšší obsah glykogenu vyvolává intenzivnější průběh postmortální glykolýzy a následné prudké snížení hodnoty pH. Charakteristickou vlastností sloužící jako kritérium pro určení tohoto defektu je pH<sub>24</sub> nižší než 5,4. Maso má zhoršenou vaznost vody a je světlejší barvy než PSE maso (Stupka et al., 2009a).

#### **3.4.1 Geny mající vliv na vadu masa PSE a Hampshire efekt**

Mezi hlavní geny ovlivňující kvalitu masa patří RYR1 gen a PRKAG3 gen. Alela genu PRKAG3 označovaná jako RN<sup>-</sup> je spojována převážně s plemenem hampshire (Fernandez et al., 1992; Lundström et al., 1996; Roy et al., 2000). Substituce izoleucinu (I) valinem (V) v pozici 199 (ozn. I199V) byla nalezena u plemen prasat landrace, large white, berkshire, duroc (Ciobanu et al., 2001). Při testování přítomnosti vady masa PSE u hybridních kombinací velkého bílého, landrace, hampshira, pietrainu a duroca byl zjištěn nejvyšší výskyt této vady u hybridů plemen hampshire × pietrain (12,5 %) a velké bílé × landrace (10 %). Tyto výsledky mohou být způsobeny společným působením přítomnosti alely RN<sup>-</sup> genu PRKAG3 u hampshira a citlivostí ke stresu u plemena pietrain (Šimek et al., 2004).

##### **3.4.1.1 Gen RYR1**

Syndrom maligní hypertermie je geneticky podmíněný defekt svalu ve schopnosti adekvátně regulovat koncentraci vápenatých iontů v cytoplazmě svalových buněk. Maligní hypertermie je podmíněna genem RYR1 (ryanodine receptors) nacházejícím se na 6. chromozómu (Takeshima et al., 1989; Otsu et al., 1990; Stupka et al., 2009a).

V příčně pruhované svalovině je hlavním zdrojem intracelulárního vápníku sarkoplasmatické retikulum, v ostatních svalech je to endoplasmatické retikulum (Hall, 2015).

V membráně sarkoplazmatického a endoplazmatického retikula jsou dva hlavní typy kanálů uvolňujících  $\text{Ca}^{2+}$ : ryanodinové receptory (RyRs) a inositol 1,4,5 - trifosfát receptory (IP3Rs) (Otsu et al., 1990). Ryanodinové receptory jsou považovány za největší známé iontové kanály. Jsou kódovány třemi hlavními isoformami genu RYR: RYR1, RYR2 a RYR3 (Lanner et al., 2010). RYR1 byl popsán především u kosterní svaloviny (Takeshima et al., 1989), RYR2 u srdečního svalu (Marx et Marks, 2002), RYR3 v mozkové tkáni (Hakamata et al., 1992). RYR1 je díky svému početnému zastoupení v kosterním svalu a snadné detekci dobře známá isoforma RYR receptoru (Takeshima et al., 1989).

Intracelulární vápník je důležitý sekundární posel přenášející specifickou informaci přes cytoplazmatickou membránu do nitra buňky, kde vyvolává příslušnou biologickou odpověď (Lanner et al., 2010). Hlavní příčinou maligní hypertermie je porucha funkce RYR1 receptoru na membráně sarkoplazmatického retikula (Fujii et al., 1991). Vápníkové kanály jsou vysoce citlivé k podmětům, které stimulují jejich otevření. V případě poruchy funkce RYR1 se stávají ještě citlivější a dochází až k dvojnásobnému vyplavování vápenatých iontů než u normálních svalových buněk (Endo, 1977; Martonosi, 1984; Barbut et al., 2008). Následkem je nadměrná intracelulární koncentrace vápníkových iontů a dlouho trvající interakce aktinu a myosinu svalového vlákna bez následné relaxace. Aktivace oxidativního cyklu vede k vysoké spotřebě kyslíku a produkci oxidu uhličitého. Zvýšený metabolismus buněk způsobí nadměrnou tvorbu tepla a laktátu. Tyto změny vedou k vyčerpání ATP a zastavení vápníkové pumpy, která vychytává vápník zpět do sarkoplazmatického retikula (Jurkat-Rott et al., 2000).

V literatuře je RYR1 gen někdy označován synonymem HAL gen. HAL prasata, nebo-li halotanová prasata, dostala název podle tzv. halotanového testu, který sloužil ke zjišťování stresucitlivých prasat. Tento test spočívá ve vystavení prasat anestetiku halotanu po dobu tří minut. Poté se sleduje, jestli se na jatečném těle projeví znaky charakteristické pro vadu masa PSE (Webb et Jordan, 1978).

U prasat se RYR1 gen vyskytuje ve dvou sestavách neboli dvou alelách, a to jako dominantní alela N, která způsobuje odolnost ke stresu a recesivní alela n, která naopak způsobuje citlivost ke stresu. Na základě těchto dvou alel můžeme definovat tři základní genotypy – dominantní homozygot NN (stresu rezistentní), heterozygot Nn (stresu rezistentní, ale přenáší alelu n na potomstvo) a recesivní homozygot nn (stresu citlivý) (Leach et al., 1996; Pommier et al., 1998; Hamilton et al., 2000; Kortz et al. 2004).

Bylo provedeno mnoho výzkumů zabývajících se negativním a pozitivním vlivem alel RYR1 genu na kvalitu masa. Vědecké publikace se věnují především vlivu na pH, barvu masa, ztráty masové šťávy odkapem a zastoupení libového masa na kostře.

Dle Hamiltona et al. (2000) měla prasata s genotypem Nn nižší konečné pH<sub>24</sub> než zvířata s homozygotní sestavou NN. Ke stejnému závěru došli i Leach et al. (1996). Na druhou stranu Fernandez et al. (2002) a Otto et al. (2007) sice ve své práci žádné rozdíly v konečné pH<sub>24</sub> mezi Nn a NN genotypy nepozorovali, ale zaznamenali rozdíl pro pH měřené 45 minut *post mortem* (pH<sub>45</sub>). Otto et al. (2007) naměřili u genotypu NN pH<sub>45</sub> = 6,38 a u Nn bylo pH<sub>45</sub> = 6,09. K obdobným výsledkům dospěli také Pommier et al. (1998) a Kortz et al. (2004). Autoři Fisher et al. (2000) uvádí, že prasata s genotypem NN mají vyšší pH<sub>45</sub> (pH<sub>45</sub> = 6,22) než prasata s genotypem Nn (pH<sub>45</sub> = 5,94) a nn (pH<sub>45</sub> = 5,36).

Ztráta vody odkapem byla u heterozygotních prasat (Nn) naměřena o 43 % vyšší než u homozygotních prasat (NN, nn) (Otto et al., 2007). K obdobnému závěru došli i Leach et al. (1996). Odlišné výsledky publikovali Fisher et al. (2000) a Kortz et al. (2004), kteří zaznamenali nejvyšší ztrátu odkapem u prasat s genotypem nn, střední ztrátu u genotypu Nn a nejnižší u genotypu NN.

V hodnocení barvy masa prasat u jednotlivých genotypů se většina autorů shoduje. Nositel genotypu Nn má maso bledší barvy než ostatní dva genotypy (Leach et al., 1996; Fisher et al., 2000; Fernandez et al., 2002; Otto et al., 2007). Fisher et al. (2000) vysvětlují, že nárůst odrazivosti, kterou posuzovatel hodnotí jako zvýšenou bledost, je způsobena denaturací sarkoplazmatických proteinů. Autoři Fernandez et al. (2002) dále zmiňují, že prasata s genotypem nn měla maso červenější a žlutější barvy než prasata s genotypem NN a Nn.

U prasat s recesivní alelou n genu RYR1 můžeme najít i pozitivní vlastnosti. Denní přírůstky u recesivních homozygotů (nn) a dominantních homozygotů (NN) jsou sice podobné, ale heterozygoti (Nn) mají přírůstky vyšší (Leach et al., 1996). Sather et al. (1991), Pommier et al. (1992) a Leach et al. (1996) poukazují u genotypu Nn na vyšší zastoupení libového masa a vyšší procentuální zisk masa. Tyto výsledky jsou v souladu i s prací Fisher et al. (2000). Pohlaví nemá na procentuální zastoupení libového masa na kostře Nn prasat žádný vliv (Fisher et al., 2000).

V délce kostry a tloušťce hřbetního sádla nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly mezi prasaty s genotypem NN nebo Nn (Sather et al., 1991; Pommier et al., 1992; Leach et al., 1996).

Nad zmíněným pozitivním vlivem recesivní alely n RYR1 genu (lepší konverze krmiva, vyšší podíl libového masa) převládají negativní aspekty. Většina autorů (Leach et al., 1996;

Fisher et al., 2000; Hamilton et al., 2000) upozorňuje na vyšší výskyt bledého, měkkého a exudativního masa a na následné snížení kvality konečných výrobků.

#### **3.4.1.2 Gen PRKAG3**

PRKAG3 gen (nesprávně označovaný také jako Rendement Napole gen) kóduje svalově specifickou izoformu regulační podjednotky  $\gamma$  adenosinmonofosfát-aktivované proteinkinázy (AMPK), která je zodpovědná za regulaci funkce tohoto enzymu ve svalech. Mutace genu PRKAG3 souvisí s nadměrným obsahem glykogenu v kosterních svalech (Milan et al., 2000).

#### **3.4.1.3 Alela RN<sup>-</sup> genu PRKAG3**

V 80. letech byla zjištěna u čistokrevného plemene prasat hampshire dominantní alela RN<sup>-</sup> na chromozómu 15, která způsobuje vysoký obsah glykogenu v kosterním svalu (Mariani et al., 1996). Na počátku 21. století bylo objeveno, že alela označovaná jako RN<sup>-</sup> je ve skutečnosti substituce R200Q genu PRKAG3 (Milan et al., 2000). Mutovanou sekvencí PRKAG3 se podařilo stanovit prostřednictvím metody polymerázové řetězové reakce spojené s reverzní transkripcí (RT-PCR) a metodou rychlé amplifikace cDNA konců (RACE) (Milan et al., 2000; Meadus et al., 2002).

R200Q je funkční substituce, která vede k zařazení aminokyseliny s jinými vlastnostmi (záměna argininu za glutamin) a následnému narušení funkce proteinu. Pokud dojde k této substituci, nastane porucha metabolismu glukózy a dojde ke zvýšenému ukládání glykogenu. Vědci se domnívají, že mutace R200Q vyřadí funkci regulační podjednotky enzymu AMPK. AMPK pak nemůže dát signál k zahájení degradace glykogenu, který se v důsledku toho hromadí ve svalu (Milan et al., 2000).

Monin et Sellier (1985) zavedli termín glykolytický potenciál (GP), který vyjadřuje množství všech látek v těle, které mohou být přeměněny na kyselinu mléčnou. GP může být použit pro odhad kapacity svalů pro postmortální glykolýzu a rozsah snížení pH po porážce prasat. Intenzivní posmrtná glykolýza způsobuje nadměrné hromadění kyseliny mléčné ve svalech a zvýšený pokles hodnoty pH. Dochází k denaturaci svaloviny a nadměrné ztráty vody.

S novým poznatkem týkajícím se technologické vady masa vyvolané mutací PRKAG3 genu přišli Naveau et al. (1985) zavedením nové laboratorní metody „Napole“. Tato metoda pro stanovení kvality vepřového masa vedla k objevu dominantní alely s názvem RN<sup>-</sup> (Rendement Napole) u prasat hampshire a jejich kříženců (Naveau, 1986; Le Roy et al., 1990).

Pomocí stanovení GP ve svalu nebo pomocí Napole metody vědci rozlišovali prasata s genotypem  $RN^-/RN^-$ ,  $RN^-/rn^+$  (přenašeči) a  $rn^+/rn^+$  (nepřenašeči). U prasat s genotypem  $RN^-/rn^+$  byla při měření zjištěna vysoká hladina glykogenu ve svalu (Fernandez et al., 1992; Lundström et al., 1996; Roy et al., 2000). Monin et Sellier (1985) navrhuje použití termínu „typ hampshire“ k označení masa s abnormálním konečným pH. Na druhou stranu rapidní pokles pH po porážce je dobře znám u technologické vady masa PSE, která je spojována s mutací RYR1 genu.

Fernandez et al. (1992) se věnovali množství klidového glykogenu ve svalu *longissimus dorsi* u hampshire prasat. Pomocí biopsie a Napole metody zjistili vysokou hodnotu GP u zkoumaných  $RN^-/rn^+$  prasat. Hodnota GP byla u těchto prasat vyšší než 200  $\mu\text{mol}$  laktátu/g. Dále bylo zjištěno, že GP byl v experimentálních skupinách prasat distribuován bimodálně, což ukazuje, že je tato vlastnost ovlivněna dominantní alelou. Spojitost mezi alelou  $RN^-$  a GP svalů potvrzují i studie Enfält et al. (1997) a Roy et al. (2000). Vliv dominantní alely  $RN^-$  nad  $rn^+$  na GP je statisticky významný u svalů *longissimus lumborum* a *semimembranosus* (Roy et al., 2000). Autoři Bertram et al. (2000) uvádí, že u heterozygotních prasat  $RN^-/rn^+$  byla hodnota GP nižší než 230  $\mu\text{mol}$  laktátu/g, zatímco u homozygotních prasat  $RN^-/RN^-$  byla hodnota GP vyšší než tato koncentrace. Autoři se domnívají, že hranice 230  $\mu\text{mol}$  laktátu/g je vhodným kritériem pro rozlišení dominantních homozygotů  $RN^-/RN^-$  a heterozygotů  $RN^-/rn^+$ . Fernandez et al. (1992), Lundström et al. (1996), Roy et al. (2000) došli k obecnému závěru, že  $RN^-$  alela zvyšuje GP svalů a následně zhoršuje kvalitu masa.

Lundström et al. (1996), Roy et al. (2000) studovali vliv dominantní alely  $RN^-$  na pH. U prasat s genotypem  $RN^-/rn^+$  bylo vždy nižší konečné  $\text{pH}_{24}$  než u prasat s genotypem  $rn^+/rn^+$ . Tento výsledek potvrzuje také práce Enfält et al. (1997).

Dále byl prokázán negativní vliv alely  $RN^-$  na ztrátu masové šťávy odkapem (Roy et al., 2000; Bertram et al., 2000). U přenašečů ( $RN^-/rn^+$ ) byla u svalů *longissimus dorsi* ztráta masové šťávy 4,4 %, zatímco u nepřenašečů ( $rn^+/rn^+$ ) pouze 3,8 % (Enfält et al., 1997).

Ve svalů *longissimus dorsi* byla u nosičů  $RN^-$  naměřena vyšší hodnota červenosti ( $a^*$ ) než u homozygotů  $rn^+/rn^+$  (Bertram et al., 2000). Tento výsledek může souviset s vyšším obsahem pigmentu myoglobinu ve svalu, který způsobuje tmavší a červenější barvu čerstvého masa u plemene hampshire a jeho kříženců (Monin et Sellier, 1985). U prasat bez  $RN^-$  alely byla naměřena koncentrace barevného pigmentu menší (0,74 mg/g) než u přenašečů (0,80 mg/g).

Sestava  $RN^-/rn^+$  má pozitivní vliv na růst a stavbu těla prasat oproti zbylým homozygotním sestavám (Roy et al., 2000). Tento pozitivní efekt byl potvrzen i ve studii Enfält et al. (1997).

U dominantních homozygotů  $RN^-/RN^-$  bylo zjištěno nejnižší zastoupení tuku v zadní partii těla, u heterozygotů  $RN^-/rn^+$  byl zjištěn přechodný vliv na zastoupení tuku a u recesivních homozygotů  $rn^+/rn^+$  žádný vliv na obsah tuku v jatečném těle nebyl prokázán (Roy et al., 2000).

#### 3.4.1.4 Alela 199I a 199V genu PRKAG3

Ciobanu et al. (2001) objevili nové alely genu PRKAG3 ovlivňující kvalitu masa. Na pozici 199 může být zaměněna aminokyselina izoleucin za valin. Existují tedy alely I199I a I199V (Ciobanu et al., 2001; Škrlep et al., 2009). Tato substituce může mít dle autorů větší hospodářský dopad než R200Q alela ( $RN^-$ ), protože se vyskytuje i u běžně chovaných plemen prasat a v populacích prasat je častější. Z hlediska technologických vad masa je nejdůležitější alela I199V genu PRKAG3, která byla identifikována u plemen prasat landrace, velké bílé, berkshire a duroc.

Co se týče hodnot pH, nejnižší  $pH_{24}$  bylo zjištěno u homozygota I199V/I199V. Statisticky významný rozdíl v  $pH_{24}$  pečeně byl zjištěn u plemen prasat landrace a velké bílé mezi homozygoty I199I/I199I a I199V/I199V. U plemene berkshire byl naměřen statisticky významný rozdíl mezi homozygotem I199I/I199I ( $pH_{24} = 5,88$ ) a heterozygotem I199I/I199V ( $pH_{24} = 5,80$ ). Nejnižší  $pH_{24}$  bylo naměřeno u plemene velké bílé s genotypem I199V/I199V ( $pH_{24} = 5,66$ ) (Ciobanu et al., 2001). Vědci Otto et al. (2007) zjistili, že hodnoty  $pH_{45}$  se mezi jednotlivými genotypy statisticky významně neliší. Naopak hodnota  $pH_{24}$  byla u homozygotního genotypu I199I/I199I vyšší ( $pH_{24} = 5,53$ ) než u genotypu I199V/I199V ( $pH_{24} = 5,50$ ). Střední hodnota  $pH_{24}$  byla u genotypu I199I/I199V ( $pH_{24} = 5,51$ ).

Ztráta vody odkapem může být také ovlivněna alelou I199V genu PRKAG3. Statisticky významně nižší ztráta vody odkapem byla zjištěna u prasat s genotypem I199I/I199I v porovnání s genotypem I199V/I199V (Škrlep et al., 2009). K podobným výsledkům došli i Otto et al. (2007). Ztráty masové šťávy odkapem byly u genotypu I199I/I199I 0,82 %, u genotypu I199I/I199V a I199V/I199V 1,03 %. Škrlep et al. (2009) došli k závěru, že aminokyselina izoleucin (I) má pozitivní účinek na vodní kapacitu masa.

Škrlep et al. (2009) se dále ve svém výzkumu zabývali vlivem alel I199I a I199V na tloušťku podkožního tuku. Prasata s genotypem I199I/I199V měla vyšší tloušťku podkožního tuku než prasata I199V/I199V.

Negativní vliv na barvu masa má genotyp I199V/I199V a I199I/I199V (Ciobanu et al., 2001). To stejné zaznamenali i Otto et al. (2007) a dodávají, že genotyp I199I/I199I má v porovnání s ostatními genotypy výrazně tmavší barvu masa. Škrlep et al. (2009) nenalezli statisticky významné rozdíly mezi barvou masa jednotlivých

genotypů. Vliv alely I199V na elektrickou vodivost masa nebyl statisticky prokázán (Otto et al., 2007).

#### **3.4.1.5 Interakce alel genu PRKAG3**

Alela I199V je spojena s vyšší hladinou glykogenu, nižším pH *post mortem*, světlejší barvou masa a většími ztrátami odkapem než alela bez substitucí I199I (Ciobanu et al., 2001; Otto et al., 2007; Škrlep et al., 2009).

U alely RN<sup>-</sup> (R200Q) je známo, že je spojena podobně jako I199V s vyšší hladinou glykogenu a glykolytického potenciálu masa (Fernandez et al., 1992; Lundström et al., 1996; Roy et al., 2000), nízkým konečným pH (Lundström et al., 1996; Roy et al., 2000) a vyšší ztrátou masové šťávy odkapem (Enfält et al., 1997).

Vědci Josell et al. (2003) a Lindahl et al. (2004) se zaměřili na vliv kombinace substitucí RN<sup>-</sup> (R200Q) a I199V genu PRKAG3 plemen prasat hampshire, landrace a jejich kříženců. Prasata rozdělili do pěti skupin podle genotypů - RN<sup>-</sup>/RN<sup>-</sup>, RN<sup>-</sup>/rn<sup>+</sup>, RN<sup>-</sup>/I199V, rn<sup>+</sup>/rn<sup>+</sup> a rn<sup>+</sup>/I199V a zkoumali jejich vliv na kvalitu masa po zabití. Lindahl et al. (2004) zjistili, že RN<sup>-</sup> alela je dominantní nad ostatními alelami (rn<sup>+</sup> a I199V). Podobné výsledky uvádí i Josell et al. (2003). Vliv alely I199V nebyl nijak významný. Větší vliv na vlastnosti masa má podle autorů alela RN<sup>-</sup>, která způsobuje vyšší obsah glykogenu, nižší obsah bílkovin v mase a nižší konečné pH (Josell et al., 2003; Lindahl et al., 2004).

Co se týče vlivu genotypu I199I/I199V na obsah libového masa na kostře Enfält et al. (2006) došli k závěru, že tento genotyp výrazně snížil obsah libového masa na kostře oproti dvěma dalším genotypům RN<sup>-</sup>/RN<sup>-</sup> a RN<sup>-</sup>/rn<sup>+</sup>.

#### **3.4.2 Vliv zastoupení svalových vláken typu I, IIA a IIB na vadu masa PSE**

Jak už bylo zmíněno výše, existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit jakost vepřového masa. Mezi jeden z dalších parametrů ovlivňující jakost masa a případně technologické vady masa je vlastní mikrostruktura svalu. Hlavními fyziologickými funkcemi kosterního svalstva jsou růst a držení těla, fyzická aktivita a termoregulace. Tyto aktivity silně ovlivňuje energetický metabolismus zvířete. Vztah mezi energetickým metabolismem svalstva, růstem a kvalitou masa jsou složité (Hocquette et al., 1998). U různých druhů svalových vláken probíhají po porážce různé metabolické změny, které mohou následně ovlivnit kvalitu masa (Karlsson et al., 1999).

Sval je heterogenní skupina vláken, která se liší mikroskopickými, histochemickými a fyziologickými vlastnostmi. Podle řady kritérií svalová vlákna rozdělujeme na červená



svalová vlákna, bílá svalová vlákna a přechodná vlákna (Dylevský, 2009). Peter et al. (1972) ve své práci uvádí, že svalová vlákna savců mohou být rozdělena do tří kategorií, a to podle doby kontrakce vlákna a glykolytické a oxidativní kapacity vláken. Dle těchto kritérií jsou vlákna rozdělena na oxidativní pomalu stažitelná (označované jako typ I), oxidativní rychle stažitelná (typ IIA) a glykolytická rychle stažitelná (typ IIB) (Morita et al., 2000).

Podle zastoupení jednotlivých typů svalových vláken můžeme svaly rozdělit na světlé a tmavé. U tmavých svalů převažují vlákna oxidativního typu (I a IIA) s vysokým obsahem myoglobinu, zatímco u světlých svalů převládají glykolytická vlákna (IIB) s nízkým obsahem myoglobinu (Ruusunen et Puolanne, 2004). Mezi světlé svaly s převahou IIB vláken patří například: *m. longissimus dorsi* (Kiessling et Hansson, 1983; Essén-Gustavsson et Fjellkner-Modig, 1985; Ruusunen et Puolanne, 2004), *m. gluteus medius* (Essén-Gustavsson et Fjellkner-Modig, 1985; Ruusunen et Puolanne, 2004), *m. semimembranosus* (Kiessling et Hansson, 1983; Ruusunen et Puolanne, 2004). Do tmavých svalů s převahou I a IIA vláken řadíme například: *m. masseter* a *m. trapezius* (Monin et al., 1987), *m. triceps brachii* (Kiessling et Hansson, 1983).

Selekcí domestikovaných prasat na větší podíl svaloviny a rychlost růstu došlo ke zvýšení podílu IIB svalových vláken a zvětšení jejich průměru. Tato změna v zastoupení vláken a velikosti sebou přináší častější výskyt některých defektů masa (např. PSE). Při porovnání svalu *longissimus dorsi* u prasat domácích a divokých zjistíme, že domácí prasata mají vyšší procentuální zastoupení glykolytických vláken IIB a menší zastoupení oxidativních vláken typu I a IIA. Domestikovaná prasata mají výrazně větší plochu příčného průřezu vláknů typu IIB než je plocha I a IIA vláken. Divoká prasata mají také dvakrát větší hustotu kapilární sítě. Toto ukazuje na vyšší oxidativní kapacitu svalů divokých prasat (Ruusunen et Puolanne, 2004). Zjištění, že domácí prasata mají velkou plochu vláken typu IIB a nízkou hustotu kapilární sítě, vede k předpokladu, že bude docházet k hromadění laktátu ve svalu a k jeho nesnadné difúzi ven ze svalového vlákna (Ruusunen et Puolanne, 2004). Ryu et Kim (2005) se zabývali vlivem vláken IIB na pH masa. Vlákna typu IIB negativně ovlivnila hodnotu  $\text{pH}_{45}$  *post mortem*, což vyplývá z jejich vysokého glykolytického potenciálu. Autoři Kim et al. (2013) očekávali, že hodnota  $\text{pH}_{24}$  *post mortem* bude nižší u svalu s vyšším zastoupením a celkovým počtem vláken IIB. Výsledky však tento předpoklad nepotvrdily, mezi skupinami svalů s odlišným zastoupením a plochou vláken typu IIB nebyl výrazný rozdíl. Autoři přesto potvrzují, že typ IIB snižuje pH masa. Fazarinc et al. (2002), zjistili ve svaích s nízkým  $\text{pH}_{45}$  vysoké zastoupení vlákne typu IIB s velkou plochou průřezu.

Kim et al. (2008) zjišťovali vztah mezi počtem svalových vláken jednotlivých typů vláken a ztrátou masové šťávy odkapem. Došli k závěru, že prasata s vyšším procentuálním zastoupením vláken typu IIB mají sklon k vyšší ztrátě masové šťávy odkapem a mají dvojnásobnou pravděpodobnost výskytu PSE v porovnání s prasaty s nízkým zastoupením těchto svalových vláken. Podobné výsledky publikovali i Ryu et Kim (2005) a Kim et al. (2013). Svaly s převažujícím počtem vláken s malým (průměr < 40  $\mu\text{m}^2$ ) či normálním (průměr 40 - 100  $\mu\text{m}^2$ ) průměrem příčného řezu vykazují menší odkap masové šťávy než svaly s velkým počtem velkých vláken (průměr > 100  $\mu\text{m}^2$ ) (Kim et al., 2013).

Zastoupení vláken typu IIB o velkém průměru (průměr > 100  $\mu\text{m}^2$ ) má nejvýraznější vliv na světlost svaloviny (Kim et al., 2013). Zastoupení vláken typu IIB ve svalu pozitivně koreluje se světlostí masa a naopak zastoupení vláken I a IIA koreluje pozitivně s červeností (Ryu et Kim, 2005; Kim et al., 2013).

#### Vliv pohlaví a plemene na tloušťku a počet svalových vláken

Výzkumů zabývajících se vlivem pohlaví na složení svalových vláken není mnoho. Staun (1963) nezjistil žádné rozdíly v počtu a průměru svalových vláken mezi pohlavími. Petersen et al. (1998) uvádí statisticky významné rozdíly v průřezu vláken. Plocha příčného průřezu svalovým vláknem svalu *longissimus dorsi* byla výrazně větší u prasniček než kanečků. Hmotnost svalu byla na druhou stranu u obou pohlaví podobná, což naznačuje, že byl počet svalových vláken vyšší u samců prasat. S tímto zjištěním souhlasí i Karlsson et al. (1994), průměr svalových vláken byl v jejich výzkumu menší u kanečků než u prasniček bez ohledu na typ svalového vlákna.

Ryu et al. (2008) nezaznamenali žádný statisticky významný vliv pohlaví na charakteristiku svalových vláken, ale významné rozdíly pozorovali mezi jednotlivými plemeny – berkshire, landrace a yorkshire. Ve svalu *longissimus dorsi* plemene berkshire bylo zjištěno vyšší zastoupení vláken typu I, u kterých převažují oxidační procesy, a menší zastoupení vláken typu IIB než u plemen landrace a yorkshire. Lee et al. (2012) naopak zjistil vysoké zastoupení svalových vláken IIB u plemene berkshire. Oba autoři (Ryu et al., 2008; Lee et al., 2012) se shodují, že plocha průřezu vláken typu I plemene berkshire byla mnohem větší a naopak průměr vláken typu IIA a IIB byl nižší než u ostatních plemen. Zřejmě z těchto důvodů bylo u plemene berkshire naměřeno vyšší  $\text{pH}_{45}$  a  $\text{pH}_{24}$  a nižší ztráty masové šťávy odkapem než u ostatních zmíněných plemen prasat (Ryu et al., 2008; Lee et al., 2012). Plemeno landrace mělo nejvyšší zastoupení vláken typu IIB a vykazovalo nejnižší hodnoty

pH<sub>45</sub> a pH<sub>24</sub> a nejvyšší ztrátu masové šťávy. Yorkshire prase bylo na stření přičce v zastoupení vláken IIB, pH<sub>45</sub>, pH<sub>24</sub> a ve ztrátě odkapem (Ryu et al., 2008; Lee et al., 2012).

### 3.4.3 Vliv manipulace se zvířaty před porážkou na vadu masa PSE

Podmínky před porážkou jako je nakládání zvířat do dopravního prostředku, samotná přeprava, ustájení zvířat před porážkou a porážka může mít velký vliv na konečnou kvalitu masa, protože u prasat vyvolává stres (Gispert et al., 2000; Guàrdia et al., 2004). Krátkodobý nebo dlouhodobý stres před smrtí urychluje metabolické procesy ve svalech, které po smrti ovlivní hodnotu pH, barvu a vaznost masa (Gispert et al., 2000). Cassens et al. (1975) odhalili u prasat vystavených krátkodobému stresu geneticky podmíněnou náchylnost ke vzniku vady masa PSE. Guàrdia et al. (2004) srovnávali riziko vzniku vady masa PSE po působení stresu na prasata s genotypy RYR1 genu NN, Nn a strescitlivý genotyp nn. Zjistili, že prasata citlivá na stres (nn) jsou až čtyřnásobně náchylnější na vznik vady masa PSE než genotyp NN a Nn. Při vystavení prasat genotypu nn stresu před porážkou může být riziko vzniku PSE až 21,9 %, zatímco u genotypů NN a Nn jen 5 % (Guàrdia et al., 2004).

Nakládání, přeprava a vykládání může být pro prasata velmi traumatizující. Guàrdia et al. (2004) hodnotili vliv povrchu podlahy přepravního vozu na vyvolání stresu u prasat a zjistili, že použití povrchu podlahy z polyesteru snížilo riziko vzniku PSE masa o 1,5 % ve srovnání s hliníkovou nebo železnou podlahou. Polyesterová podlaha oproti dvěma zmíněným materiálům méně klouže a při pohybu prasat nezpůsobuje tolik hluku. Pozitivní účinek byl zaznamenán i při nakládání zvířat do vozu s využitím hydraulických výtahů namísto nakládacích ramp.

Mezi další stresové faktory patří také doba přepravy a hustota osazení nákladního automobilu. Autoři Pérez et al. (2002) zjistili, že ve skupině prasat přepravované 15 minut byla průměrná hladina kortizolu i laktátu vyšší než ve skupině přepravované 3 hodiny. U prasat přepravovaných 15 minut bylo ve srovnání se zvířaty přepravovanými 3 hodiny nižší pH<sub>24</sub> ve svalu *longissimus thoracis* i *semimembranosus*. Vyšší koncentrace laktátu a následně nižší pH<sub>24</sub> mohou být způsobeno omezenou dobou adaptace na přepravu. Pokud přeprava trvá kolem 3 hodiny, prasata si na přepravní podmínky zvyknou a během cesty si odpočinou.

Podle Guàrdia et al. (2004) délka přepravy prasat úzce souvisí s hustotou osazení prasat v dopravním prostředku. K vysokému riziku vzniku PSE vady masa vede kombinace krátké přepravy (2-3 hodiny) a nízké hustoty osazení (0,5 m<sup>2</sup>/100 kg živé hmotnosti, prasata se o sebe nemohou zapřít). Naopak při dlouhé přepravě (7 hodin) zvyšuje riziko vzniku PSE vady vysoká hustota osazení (od 0,25 do 0,5 m<sup>2</sup>/100 kg živé hmotnosti, prasata se ruší v odpočinku).

Při snížení hustoty prasat z 0,25 na 0,5 m<sup>2</sup>/100 kg živé hmotnosti při přepravě 7 hodin se snižuje riziko vzniku vady masa PSE o 3 %.

Důležitý vliv na kvalitu masa má i způsob a účinnost omračování zvířat. Elektrické omračování zvířat s pomocí tří elektrod statisticky významně snižuje hodnotu pH měřenou 30 minut *post mortem* ve svalu *longissimus dorsi* ve srovnání s použitím pouze dvou elektrod. Důvodem může být vyšší hladina hluku při užití tří elektrod. Při omračování prasat CO<sub>2</sub> je důležitá jeho koncentrace. Pokud je koncentrace nedostačující a zvířata nejsou zcela omračena a poté vykřvena, výrazně se zhoršuje hodnota pH (Van de Perre et al., 2010).

### 3.5 Charakteristika DFD vepřového masa

Vznik masa DFD (dark = tmavé, firm = tuhé, dry = suché maso) je dán především vnějšími podmínkami, konkrétně například manipulací a přepravou (Gade et Christensen, 1998; Guàrdia et al., 2005), dobou ustájení před porážkou (Pérez et al., 2002) nebo ročním obdobím (Guàrdia et al., 2005).

Pokud prase trpí před porážkou chronickým stresem nebo nadměrnou fyzickou zátěží, dojde k vyčerpání svalového glykogenu. Potom se ve svalu netvoří žádná kyselina mléčná nebo jen málo a po porážce se svalovina nemůže obvyklým způsobem okyselit (Steinhauser et al., 1995). U DFD masa je pH 12 - 48 hodin *post mortem* stále vyšší než 6 (Adzitey et Nurul, 2011). Takovéto maso podléhá rychlému bakteriálnímu poškození (Steinhauser et al., 1995).

Pohlaví může ovlivnit vznik DFD vady masa nepřímo. Dle Van der Wal et al. (1999) prasničky reagují silněji na stres než kanečci a je u nich proto vyšší nebezpečí vyčerpání svalového glykogenu.

#### 3.5.1 Vliv manipulace se zvířaty před porážkou na vadu masa DFD

Při manipulaci s prasaty před porážkou by se mělo zabránit kombinování zvířat z různých skupin (Karlsson et Lundström, 1992). Prasata mají vytvořenou hierarchii, která je při smísení zvířat z různých skupin narušena. Ve smíšené skupině dochází k častým bojům mezi jednotlivci, což může vést k následnému vyčerpání glykogenu ve svalech (Bradshaw et al., 1996).

Další riziko během transportu je hustota osazení dopravního prostředku. Výsledky Guàrdia et al. (2005) ukazují, že nadměrný prostor pro prasata během přepravy může způsobit výskyt masa DFD. Pokud snížíme velikost prostoru z 0,5 na 0,37 m<sup>2</sup> na 100 kg živé hmotnosti, snížíme riziko vzniku vady masa DFD o 11 %. Tento prostor je vhodný dle studie pro krátkou

přepřavu do 3 hodin. Gade et Christensen (1998) ve svém článku vysvětlují, že hustota prasat během přepravy měla přímý vliv na chování prasat. Pokud měla prasata větší prostor (0,42 a 0,50 m<sup>2</sup> na 100 kg živé hmotnosti prasat, během přepravy kratší než 3 h) docházelo mezi nimi k rušení klidu. Prasata si po celou dobu přepravy nelehla, během transportu špatně udržovala rovnováhu a docházelo u nich ke vzniku poranění. Tato aktivita prasat během přepravy může způsobit svalovou únavu a vyčerpání glykogenu, což prasata činí náchylná k DFD vadě (Guàrdia et al., 2005). Fàbrega et al. 2004 nepozorovali vliv hustoty osazení dopravního prostředku na výskyt vady DFD, ale zjistili vliv délky přepravy na vznik této vady. Dlouhá přeprava (6 hodin) před porážkou ovlivnila hodnotu pH<sub>45</sub>, která byla vyšší a barvu masa, která byla tmavší než u prasat přepravovaných 4,5 hodiny.

Ustájení prasat před porážkou je dalším faktorem, který může ovlivnit pravděpodobnost vzniku DFD vady. Autoři Pérez et al. (2002) se zabývali ustájením prasat před porážkou bez potravy déle než 9 hodin. Tato doba ustájení bez příjmu potravy způsobila hypoglykémii a následné poškození svalů projevující se po porážce charakteristikami DFD masa. Guàrdia et al. (2005) zjistili, že s prodlužující se dobou ustájení se zvyšuje riziko vady masa DFD. Po 3 hodiny je riziko 11,6 %, po době delší než 9 hodin se riziko zvyšuje na 24,9 %. S prodlužující se dobou ustájení se zvyšuje riziko DFD masa (Guàrdia et al., 2005), zatímco při porážce bezprostředně po transportu se zvyšuje podíl PSE masa (Hambrecht et al., 2005). Optimální doba ustájení prasat před porážkou je proto kompromisem. Aaslyng et Gade (2001) doporučují ustájit prasata po dobu 2 - 3 hodiny.

Van der Wal et al. (1999) se zabývali kvalitou masa u stresovaných a nestresovaných prasat obou pohlaví. Autoři článku se zaměřili na vodní kapacitu masa, pH a teplotu ve svalech *semimembranosus* a *longissimus lumborum*. Pokud nedocházelo ke stresu prasat, byla kvalita masa u obou pohlaví shodná. Při stresu došlo ke zhoršení kvality masa u prasniček. Obecně lze říci, že prasničky reagují na stres silněji než kanečci.

Guàrdia et al. (2005) uvedli, že se pravděpodobnost výskytu DFD masa u prasat v zimě zvyšuje o 3,4 % oproti létu. Prasata se snaží zahrát a tím vyčerpávají svoje energetické rezervní zásoby ve svalech. V tomto výzkumu se také ukázalo, že prasničky a vepřici mají pravděpodobnost vzniku DFD masa o 7 % vyšší než kanečci. Příčinou tohoto jevu může být buď více reverzní energie ve svalech kanečků nebo mírně odlišný energetický metabolismus.

### **3.6 Jakostní odchylky vepřového masa RSE, PFN a cold shortening**

#### **3.6.1 RSE a PFN vepřové maso**

RSE maso je charakteristické červenou barvu jako normální maso, je ale měkké a vodnaté (Faucitano et al., 2010). Detekce této vady je možná až v pozdější době po porážce. Příčina zvýšené ztráty masové šťávy není známá. Denaturace myofibrilárních a sarkoplazmatických bílkovin není prokazatelně vyšší než u normálního masa (Stupka et al., 2009a).

PFN maso je bledé, růžovošedé barvy a pevné konzistence (Faucitano et al., 2010). Tato jakostní odchylka vykazuje mírně zvýšenou vodnatost ve srovnání s normálním masem (Stupka et al., 2009a).

Při srovnávání hodnot  $pH_{24}$  u jakostních odchylek masa PSE, RSE, PFN a DFD ve svalu *longissimus dorsi* byla nejnižší hodnota naměřena u masa PSE ( $pH_{24} = 5,52$ ), na střední příče bylo maso PFN ( $pH_{24} = 5,58$ ) a RSE ( $pH_{24} = 5,67$ ) a nejvyšší hodnotu mělo maso DFD ( $pH_{24} = 6,21$ ). Světlost masa  $L^*$  byla u PFN jen mírně vyšší než u RSE. Vyšší vodnatost byla naměřena u PSE a u RSE masa (Faucitano et al., 2010).

#### **3.6.2 Cold shortening**

Cold shortening, neboli zkrácení masa chladem, je důsledkem rychlého zchlazení jatečných těl pod 10 °C bezprostředně po porážce. Problém s cold shorteningem se objevil se zavedením ultrarychlého nebo šokového chlazení jatečně upraveného těla (Stupka et al., 2009a).

Nízká teplota působí negativně na sarkoplazmatické retikulum. Zpomaluje vápníkovou pumpu, která odčerpává uvolněný vápník zpět do sarkoplazmatického retikula. Pokud teplota jatečného těla klesne bezprostředně po porážce pod 10 °C, vápníková pumpa přestává pracovat. Dalším faktorem je zachování vysoké hladiny molekul ATP ve svalech. Kombinace rychlého zchlazení jatečného těla s vysokou koncentrací vápenatých iontů a molekul ATP vede k silné a nevratné kontrakci svalu (Honikel et Hamm, 1978). Maso se stává velmi tuhé a tento stav nelze zvrátit ani delší dobou zrání nebo kulinární úpravou. Především této vadě je možné regulací rychlosti chlazení (Stupka et al., 2009a).

### **3.7 Vliv pohlaví prasat na technologické vady masa**

Vliv pohlaví, případně kastrace, se uplatňuje zejména po dosažení pohlavní dospělosti a živé hmotnosti vyšší než 50-70 kg. Hormony vylučované pohlavními žlázami ovlivňují zejména temperament a intenzitu metabolických procesů obou pohlaví (Stupka et al., 2009a).

Prasničky jsou evolučně předurčené k výživě budoucího plodu, a proto je jejich metabolismus méně intenzivní, doprovázený ukládáním reverzního tuku. V době říje a následné březosti je maso prasnic vodnatější. To je vysvětlováno ochuzováním svaloviny o důležité nutriční látky v průběhu vývoje plodu (především v druhé polovině březosti) (Steinhauser et al., 1995). Prasničky mají oproti vepříkům o 2-4 % více masitých částí. Rozdíl je také u zastoupení tukové tkáně jatečného těla, na těle vepříků je o 3-6 % více tuku (Stupka et al., 2009a).

Kanečci jsou ve zmasilosti a obsahu tuku hodnoceni nejpříznivěji. Nekastrovaní samci mají oproti prasničkám a vepříkům lepší konverzi krmiva, rostou rychleji s menším ukládáním tuku a vyšší jatečnou výtěžností. Nevýhodou je jejich agresivní chování a pohlavní pach. Maso kanečků je od určitého věku typické nepříjemnou vůní a chutí, které označujeme jako "kančí vadu". Tento typický pach a chuť můžeme cítit jak u masa syrového, tak i vařeného. Kančí vada je vyvolána převážně dvěma látkami: hormonem androstenonem a indolovou sloučeninou skatolem (Steinhauser et al., 1995).

Androstenon (5-alfa-androst-16-en-3-on) je steroidní hormon syntetizovaný Leydigovými buňkami varlat jako metabolit testosteronu. Ve věku 2-4 týdnů se u kanečků z hypotalamu začíná uvolňovat hormon GnRH (gonadotropin-releasing hormon), který vede k uvolnění dalších hormonů – FSH (folikulo stimulující hormon) a LH (luteinizační hormon). Tyto hormony ovlivňují funkci varlat a mají za následek tvorbu steroidních hormonů, kam patří i androstenon (Zamaratskaia et Squires, 2009). Androstenon je krví odplavován z varlat do jater, kde je metabolizován. Část androstenonu je vylučována močí a část se pro jeho lipofilní povahu ukládá v tukové tkáni. Jeho vůně připomíná pach moči a potu (Doran et al., 2004; Zamaratskaia et Squires, 2009).

Skatol (3-methylindol) vzniká mikrobiální degradací aminokyseliny tryptofanu v tlustém střevě prasete. Množství vytvořeného skatolu je regulováno příjmem tryptofanu v potravě a složením a aktivitou střevních bakterií, především *Esterichia coli* a rody *Clostridium* a *Lactobacillus*. Část skatolu je vstřebána přes střevní sliznici do krve a zbytek je vyloučen stolicí (Zamaratskaia et Squires, 2009). Krví je poté skatol unášen do jater, kde je prostřednictvím enzymatického systému CYP2E1 metabolizován. Skatol můžeme najít v malém množství i u vepříků a prasniček. U nich ovšem nedochází k ovlivnění vůně a chuti masa. Vyšší koncentrace skatolu u kanečků je pravděpodobně způsobena jeho rozdílným metabolismem v organismu. U kanců je funkčnost jaterního CYP2E1 omezována androstenonem. Nerozložený zbytek skatolu je uložen především v tukové tkáni a v menší koncentraci i ve svalech (Doran et al., 2002; Zamaratskaia et al., 2007).

Nejúčinnější metodou jak zabránit kančí vadě a agresivnímu chování kanců je chirurgická kastrace selat. Tato metoda je jednou z nejpoužívanější v EU (Fredriksen et al., 2009). V poslední době je ovšem snaha o její zakázání kvůli bolesti, kterou působí selatům, a zvýšenému riziku infekce kastrovační rány (Thun et al., 2006).

Alternativním řešením je aktivní imunizace prasat proti GnRH a narušení osy hypotalamus - hypofýza - gonády, čímž se zabrání růstu varlat a syntéze steroidů. Důsledkem je snížená produkce androstenonu a skatolu a s tím spojené omezení typické vůně a chuti masa (Jaros et al., 2005).

Mnoho autorů v současné době sleduje, zda má pohlaví a způsob kastrace vliv na kvalitu vepřového masa (Pauly et al., 2009; Škrlep et al., 2010a; Škrlep et al., 2010b; Gispert et al., 2010; Furnols et al., 2012). U hodnot  $pH_{45}$  a  $pH_{24}$  nebyl mezi prasničkami, kanečkami, chirurgickými kastráty (CHK) a imunokastráty (IK) zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl (Fisher et al., 2000; Pauly et al., 2009; Gispert et al., 2010; Škrlep et al., 2010b). Jiné výsledky uvádí Aluwe et al. (2013), kteří naměřili  $pH_{24}$  nižší u kanečků ( $pH_{24} = 5,4$ ) než u CHK a IK vepřίκů ( $pH_{24} = 5,6$ ). Ve studii Furnols et al. (2012) bylo naměřeno ve svalu *semimembranosus* nižší  $pH_{24}$  u prasniček než u vepřίκů (CHK, IK). Autor ovšem konstatuje, že u všech kategorií byla hodnota pH na velmi dobré úrovni a tento rozdíl proto není podstatný.

Většina výzkumů ukazuje, že barva masa není pohlavím nijak ovlivněna (Barton-Gade, 1987; Sather et al., 1991; Fisher et al., 2000). Existují ale i práce, kde byl vliv pohlaví na barvu masa prokázán. Gispert et al. (2010) našli statisticky významné rozdíly v hodnotách  $L^*$  a  $a^*$  mezi kastrovanými a nekastrovanými prasaty. Barva masa byla světlejší u kastrátů než u nekastrovaných prasat. U žádné z testovaných skupin se maso neprojevovalo jako příliš světlé (PSE) nebo naopak příliš tmavé (DFD). Podobné výsledky publikovali Pauly et al. (2009) a Škrlep et al. (2010b). Jiných výsledků dosáhli Aluwe et al. (2013). Maso z kanečků a CHK mělo tendenci být světlejší než u IK. Hodnota  $a^*$  byla u IK vyšší než u CHK a hodnota  $b^*$  byla vyšší u IK než u kanců.

Podle většiny studií nemá kastrace žádný významný vliv na ztrátu masové šťávy (Pauly et al., 2009; Škrlep et al., 2010b). Dle Aluwe et al. (2013) byla větší ztráta masové šťávy u vepřίκů než u kanečků.

Dle Gisperta et al. (2010) byla elektrická vodivost svalu *semimembranosus* nejnižší u kanců (6,03 mS), poté u IK (6,79 mS) a CHK (7,10 mS) a nejvyšší hodnota byla naměřena u prasniček (8,09 mS). U svalu *longissimus thoracis* autoři nenašli ve vodivosti statisticky významné rozdíly. Odlišné výsledky jsou uvedené ve studii Furnolse et al. (2012), autoři u těchto tří kategorií nepozorovali rozdíly v elektrické vodivosti u svalu *semimembranosus*.



Úroveň intramuskulárního tuku byla nejvyšší u CHK (2,47 %), nižší u IK (2,07 %) a nejnižší u kanců (1,84 %) a prasniček (1,84 %) (Gispert et al., 2010). Škrlep et al. (2010b) měřil obsah intramuskulárního tuku ve svalech *biceps femoris* a *longissimus dorsi*. Vepřici vykazovali ve svalu *longissimus dorsi* podobný obsah intramuskulárního tuku jako kanci, zatímco ve svalu *biceps femoris* měli IK méně intramuskulárního tuku než CHK, ale více než kanci. Furnols et al. (2012) nezaznamenali žádný negativní účinek imunokastrace na obsah intramuskulárního tuku. Jeho hodnota se významněji nelišila od hodnot tuku u vepříků (CHK) a prasniček.

Závislost šťavnatosti a tvrdosti masa na pohlaví je sporná. Podle Furnolse et al. (2009) je maso kanečků tvrdší a méně šťavnaté než maso IK a CHK. Tyto výsledky jsou v rozporu s výsledky publikace Pearce et al. (2008), jejíž autoři neznamenali žádné rozdíly ve struktuře a šťavnatosti masa kanečků a vepříků (IK). Možné vysvětlení tohoto nesouladu můžeme najít v porážkové hmotnosti zvířat. Ve studii Furnolse et al. (2009) byla prasata porážena po dosažení vyšší hmotnosti než u Pearce et al. (2008).

## **4 Materiál a metodika**

### **4.1 Zvířata a ustájení**

#### **4.1.1 Ustájení zvířat**

Prasata byla ustájena a ošetřována v Pokusné testační stanici v Ploskově u Lán. Do pokusu bylo zařazeno 40 kusů zvířat (20 prasniček a 20 vepříků) finálního hybrida DanBred a 37 kusů zvířat (18 prasniček a 19 vepříků) finálního hybrida PIC. Zvířata byla naskladněna ve věku 69 dní při průměrné živé hmotnosti 22,5 kg a ustájena po dvojicích dle metodiky pro testaci čistokrevných a hybridních prasat Stupka et al. (2009b).

#### **4.1.2 Finální hybridy DanBred**

DanBred je dánský šlechtitelský a hybridizační program, který využívá tři čistokrevná plemena - dánské landasi, dánského yorskhire (large white) a dánského duroca. V mateřské pozici jsou plemena large white a landrace, v otcovské pozici duroc. Dáská landace a large white se vyznačují vysoce nadprůměrnou plodností a mléčností, přežitelností selat a vyrovnaností vrhu. Mají nízkou konverzi krmiva, rychlý růst a výborné jatečné vlastnosti. Tato mateřská plemena jsou využívána k produkci F1 prasniček YL/LY. Dánské prasničky YL/LY v sobě kombinují kladné vlastnosti čistokrevných mateřských plemen - jsou plodné, odolné a nenáročné. Dánský duroc v otcovské pozici má nadprůměrné růstové schopnosti s nízkou konverzí krmiva. Maso má vysoké procento nitrosvalového tuku (Natural spol. s r.o., 2007). Finální hybridy DanBred v této práci jsou potomci F1 prasniček YL/LY a kance plemene duroc.

#### **4.1.3 Finální hybridy PIC**

Šlechtitelská společnost PIC (Pig Improvement Company) se v posledních 25-ti letech zaměřuje na faktory ovlivňující kvalitu vepřového masa. Zaznamenávají znaky spojené s jakostí masa - pH<sub>45</sub> a pH<sub>24</sub>, světlost masa, ztrátu vody odkapem a další. Hlavní důraz kladou na pH<sub>24</sub>, podle kterého selektují čistokrevná prasata (Zpravodaj PIC® – prosinec 2016). Šlechtitelský program PIC využívá genomické selekce založené na příbuznosti zvířat. Tento způsob selekce využívá genotypování a porovnávání genotypů z hlediska užitekosti (Zpravodaj PIC® – letní vydání 2016). V této práci jsou finální hybridy PIC potomci prasnice Camborough (PIC L03) a finálního kance PIC 337. Mateřská linie prasniček Camborough (PIC L03) je charakteristická velkými a vyrovnanými vrhy, vitalitou selat, dobrou

mléčností a mateřskými vlastnostmi (PIC®, 2009a). Kanec PIC 337 má vysoce nadprůměrnou konverzi krmiva s vysokými přírůstků (PIC®, 2009b).

## 4.2 Výživa zvířat

Prasatům byla podávána kompletní krmná směs (CFM) s obsahem tří složek - pšenice, ječmen, extrahovaný sojového šrot a krmný doplněk (premix). Krmivo bylo mícháno pro každý kotec samostatně dle metodiky Stupka et al. (2009b), přičemž prasata měla ke krmivu na konci experimentu *ad-libitní* přístup prostřednictvím samokrmítek. Prasata byla poražena v 10 týdnech života při průměrné živé hmotnosti 112 kg.

## 4.3 Sledované ukazatele

### 4.3.1 Fyzikální parametry

Sledované ukazatele jatečně upraveného těla byly zjišťovány *post mortem* ve svalu *longissimus lumborum et thoracis* (MLLT). Hodnota pH byla stanovena pH metrem (pH 330i / set, WTW, Weilheim, Německo) ve svalu MLLT na úrovni posledního hrudního obratle 45 minut *post mortem* (pH<sub>45</sub>). Elektrická vodivost MLLT byla měřena konduktometrem (EC50, Conductometer, WTW, Weilheim, Německo) 50 minut *post mortem* ve stejném místě, kde bylo stanovováno pH. Barva, vaznost (ztráta masové šťávy odkapem) a křehkost (síla stříhu) MLLT byly stanoveny 24 hodin *post mortem*. Barva masa byla zjišťována pomocí spektrofotometru (Spektrofotometr, CM-2500d, Minolta, Osaka, Japonsko) na příčném řezu MLLT a výsledky byly vyjádřeny v % ve stupních remise. Vaznost masa byla stanovena metodou odkapu jako podíl uvolněné masové šťávy za 48 hodin skladování při teplotě 4 °C. Křehkost masa byla měřena metodou stříhu dle Warnera-Bratzlera na přístroji Instron 3342. Síla stříhu vařeného masa byla stanovena na MLLT, kdy MLLT byl vařen ve vodní lázni při teplotě 80 °C po dobu 1 hodiny.

### 4.3.2 Kvalitativní a kvantitativní charakteristika svalových vláken

Za účelem zjišťování kvalitativních a kvantitativních charakteristik svalových vláken byly odebrány vzorky MLLT *post mortem*. Vzorky o rozměrech 0,5 x 0,5 x 2 cm byly zmrazeny v 2-methylbutanu zchlazeném na teplotu -156 °C a následně skladovány při teplotě -80 °C až do analýzy. Krájení histologických řezů o tloušťce 12 μm ze získaných vzorků se provádělo na zmrazovacím mikrotomu CM 1850 (Leica Microsystems Nussloch GmbH, Nussloch, Německo). Na zmrazovacím mikrotomu byla použita teplota pro chlazení vzorku při krájení

- 20 °C. Následně byly řezy obarveny podle metody Brooke et Keiser (1970) využívající myofibrilární ATPázu. Tato metoda zajistí zviditelnění a diferenciaci svalových vláken pro stanovení kvalitativních (plocha) a kvantitativních (počet, zastoupení) charakteristik mikroskopickým pozorováním. Histologické řezy byly přiloženy na podložní sklíčko. Obarveny a následně lisovány pomocí Pertex media. Histologické řezy byly vyfotografovány prostřednictvím optického mikroskopu. Snímky byly vyhodnoceny programem analýzy obrazu NIS - Elements 3.2. Výsledky obsahují počet svalových vláken typu I, IIA a IIB, zastoupení svalových vláken (%) typu I, IIA a IIB na 1 mm<sup>2</sup> plochy a průměrnou plochu řezu svalového vlákna (μm<sup>2</sup>) typu I, IIA a IIB.

### **4.3.3 Statistická analýza**

Získané údaje o svalových vláknech byly statisticky hodnoceny s využitím lineárního modelu ve statistickém programu SAS (Statistical Analysis System, verze 9.2, 2008). Pro zjištění rozdílů mezi měřenými hodnotami byl použit t-test se stanovenou hladinou významnosti  $P < 0,05$ . Výsledky jsou uvedeny jako průměr a směrodatná odchylka (SD). Korelace mezi kvalitou masa a vlastnostmi svalových vláken byla vypočítána pomocí Pearsonových koeficientů.

## 5 Výsledky

### 5.1 Vliv pohlaví na kvalitu vepřového masa, zastoupení svalových vláken a vztah mezi nimi u finálního hybrida DanBred.

Tabulka 3 shrnuje základní fyzikální ukazatele MLLT jatečných těl vepřů a prasnic. Elektrická vodivost měřená 50 minut *post mortem* byla statisticky významně ( $P = 0,011$ ) vyšší u prasnic (3,70 mS) než u vepřů (3,23 mS). Při srovnání barvy masa vepřů a prasnic byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $P = 0,028$ ) ve žlutosti ( $b^*$ ) masa. Vepřáci měli vyšší průměrnou hodnotu  $b^*$  (8,29) než prasničky (7,51). U  $pH_{45}$ , světlosti ( $L^*$ ) a červenosti ( $a^*$ ) masa, síly stříhu a ztráty masové šťávy odkapem u MLLT nebyl v této studii na základě použitých statistických metod prokázán rozdíl za statisticky průkazný s ohledem na pohlaví.

Tabulka 3: Kvalitativní charakteristiky svalu MLLT ve vztahu k pohlaví u finálního hybrida DanBred (průměr  $\pm$  SD).

Kvalitativní ukazatelé	Vepřáci	Prasničky	Statistická významnost (P-hodnota)
$pH_{45}$	6,39 $\pm$ 0,27	6,29 $\pm$ 0,28	NS
EC <sub>50</sub> (mS)	3,23 $\pm$ 0,28	3,70 $\pm$ 0,40	0,011
<b>Barva syrového masa</b>			
Hodnota $L^*$	50,5 $\pm$ 1,7	48,5 $\pm$ 3,1	NS
Hodnota $a^*$	-1,11 $\pm$ 0,66	-1,07 $\pm$ 0,59	NS
Hodnota $b^*$	8,29 $\pm$ 0,53	7,51 $\pm$ 0,82	0,028
Síla stříhu syrového masa (N)	38,5 $\pm$ 4,2	42,8 $\pm$ 7,2	NS
Síla stříhu vařeného masa (N)	36,3 $\pm$ 6,9	35,0 $\pm$ 6,0	NS
Ztráta masové šťávy odkapem (%)	3,16 $\pm$ 1,11	3,83 $\pm$ 1,61	NS

MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, SD = směrodatná odchylka,  $pH_{45}$  = pH 45 min. *post mortem*, EC<sub>50</sub> = elektrická vodivost 50 min. *post mortem*, NS = statisticky neprůkazný rozdíl ( $P > 0,05$ ).

V tabulce 4 jsou uvedeny průměrné hodnoty kvalitativních a kvantitativních charakteristik svalových vláken pro jednotlivá pohlaví. Bylo prokázáno, že pohlaví finálního hybrida DanBreda má statisticky významný ( $P = 0,049$ ) vliv na zastoupení svalových vláken typu IIB. U prasniček bylo zastoupení IIB vláken o 4,74 % vyšší než u vepříků. Převládajícím typem svalových vláken jsou IIB vlákna (73,15 % u vepříků a 77,89 % u prasniček), nižší zastoupení mají vlákna typu I (17,50 % u vepříků a 15,47 % u prasniček) a nejnižší zastoupení vlákna typu IIA (9,33 % u vepříků a 6,62 % u prasniček). Pohlaví nemělo statisticky významný vliv na počet a plochu průřezu jednotlivých typů vláken.

Tabulka 4: Charakteristika svalových vláken svalu MLLT ve vztahu k pohlaví u finálního hybrida DanBred (průměr  $\pm$  SD).

<b>Charakteristika svalových vláken</b>	<b>Vepřici</b>	<b>Prasničky</b>	<b>Statistická významnost (P-hodnota)</b>
<b>Počet (na 1 mm<sup>2</sup>)</b>			
<b>I</b>	36,89 $\pm$ 12,17	31,75 $\pm$ 10,45	NS
<b>IIA</b>	18,76 $\pm$ 5,58	13,37 $\pm$ 6,04	NS
<b>IIB</b>	152,11 $\pm$ 23,49	163,66 $\pm$ 49,63	NS
<b>Součet</b>	207,77 $\pm$ 29,30	208,79 $\pm$ 53,19	NS
<b>Zastoupení (%)</b>			
<b>I</b>	17,50 $\pm$ 4,31	15,47 $\pm$ 5,01	NS
<b>IIA</b>	9,33 $\pm$ 3,30	6,62 $\pm$ 3,30	NS
<b>IIB</b>	73,15 $\pm$ 3,62	77,89 $\pm$ 5,46	0.049
<b>Plocha (<math>\mu\text{m}^2</math>)</b>			
<b>I</b>	2604,38 $\pm$ 662,19	2778,54 $\pm$ 938,35	NS
<b>IIA</b>	2214,86 $\pm$ 334,96	2343,29 $\pm$ 567,26	NS
<b>IIB</b>	4092,97 $\pm$ 624,88	4158,47 $\pm$ 867,35	NS

MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, SD = směrodatná odchylka; NS = statisticky neprůkazný rozdíl ( $P > 0,05$ ).

V tabulkách 5 a 6 jsou uvedené korelační koeficienty ukazující míru korelace mezi kvalitativními vlastnostmi masa a počtem, zastoupením a plochou svalových vláken u vepřίκů (tabulka 5) a prasniček (tabulka 6).

Výsledky hodnocení korelačních závislostí daných charakteristik svalu MLLT u vepřίκů ukazují vysokou pozitivní závislost mezi plochou průřezu vláken typu IIB a hodnotou  $a^*$  ( $r = 0,81$ ;  $P < 0,01$ ). MLLT s nadprůměrnou plochou průřezu vláken IIB jsou tedy červenější než MLLT s vlákny IIB o malé ploše průřezu. Plocha vláken IIB dále negativně koreluje se silou stříhu vařeného masa ( $r = -0,85$ ;  $P < 0,01$ ). Naopak počet vláken IIB koreluje se silou stříhu vařeného masa pozitivně ( $r = 0,74$ ;  $P < 0,05$ ) a negativně s hodnotou  $a^*$  ( $r = -0,71$ ;  $P < 0,05$ ). MLLT s menším počtem IIB vláken jsou tedy červenější než MLLT s velkým počtem vláken. Pozitivní korelace byla dále zjištěna mezi hodnotou elektrické vodivosti a plochou průřezu vláken typu IIA ( $r = 0,75$ ;  $P < 0,05$ ). Počet ( $r = -0,68$ ;  $P < 0,05$ ) a celkové zastoupení ( $r = -0,74$ ;  $P < 0,05$ ) vláken typu IIA negativně korelovalo se světlostí masa. Maso s vyšším celkovým zastoupením IIA vláken bylo tedy tmavší, než maso s nízkým zastoupením IIA vláken.

U prasniček byla zjištěna pozitivní korelace mezi počtem svalových vláken typu IIA a ztrátou masové šťávy odkapem ( $r = 0,83$ ;  $P < 0,01$ ). Se ztrátou odkapem pozitivně koreluje i zastoupení svalových vláken typu IIA ( $r = 0,76$ ;  $P < 0,05$ ). Korelační koeficient poukazuje na vysokou závislost mezi silou stříhu vařeného masa a zastoupením vláken typu I ( $r = 0,86$ ;  $P < 0,01$ ). Pozitivní korelace byla prokázána také mezi hodnotou  $a^*$  a počtem svalových vláken typu I ( $r = 0,73$ ;  $P < 0,05$ ). Na druhou stranu hodnota  $a^*$  negativně koreluje s plochou průřezu vláken typu I ( $r = -0,82$ ;  $P < 0,05$ ). Významná negativní závislost byla také zjištěna mezi silou stříhu tepelně zpracovaného masa a zastoupením vláken typu IIB ( $r = -0,75$ ;  $P < 0,05$ ).

Tabulka 5: Korelace mezi kvalitou masa a svalovými vlákny svalu MLLT u vepřků u finálního hybridu DanBred.

Charakteristika svalových vláken	typ I			typ IIA			typ IIB		
	Počet	Zastoupení (%)	Plocha ( $\mu\text{m}^2$ )	Počet	Zastoupení (%)	Plocha ( $\mu\text{m}^2$ )	Počet	Zastoupení (%)	Plocha ( $\mu\text{m}^2$ )
<b>pH<sub>45</sub></b>	-0,17	-0,09	0,35	0,37	0,35	-0,31	-0,26	-0,21	-0,05
<b>EC<sub>50</sub> (mS)</b>	-0,18	-0,15	0,24	0,24	0,22	0,75*	-0,16	-0,01	0,36
<b>Hodnota L*</b>	0,57	0,42	-0,26	-0,68*	-0,74*	-0,53	0,59	0,18	-0,66
<b>Hodnota a*</b>	-0,53	-0,25	-0,05	0,1	0,34	0,41	-0,71*	-0,01	0,81**
<b>Hodnota b*</b>	-0,4	-0,18	-0,21	-0,12	0,1	-0,22	-0,5	0,12	0,33
<b>Síla stříhu syrového masa (N)</b>	0,31	0,28	-0,19	-0,39	-0,38	-0,39	0,23	0,01	-0,36
<b>Síla stříhu vařeného masa (N)</b>	0,49	0,2	-0,19	-0,22	-0,43	-0,49	0,74*	0,16	-0,85**
<b>Ztráta odkapem masové šťávy (%)</b>	-0,36	-0,53	0,16	0,12	0,11	0,23	0,15	0,54	-0,08

MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, pH<sub>45</sub> = pH 45 min. *post mortem*, EC<sub>50</sub> = elektrická vodivost 50 min. *post mortem*; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ .



Tabulka 6: Korelace mezi kvalitou masa a svalovými vlákny svalu MLLT u prasniček u finálního hybridu DanBred.

Charakteristika svalových vláken	typ I			typ IIA			typ IIB		
	Počet	Zastoupení (%)	Plocha (μm <sup>2</sup> )	Počet	Zastoupení (%)	Plocha (μm <sup>2</sup> )	Počet	Zastoupení (%)	Plocha (μm <sup>2</sup> )
pH <sub>45</sub>	0,03	-0,35	0,03	-0,21	-0,43	-0,26	0,69	0,58	-0,44
EC <sub>50</sub> (mS)	0,34	0,16	0,15	0,01	-0,09	-0,51	0,16	-0,09	-0,35
Hodnota L*	-0,43	-0,58	0,51	0,52	0,43	-0,19	0,21	0,27	-0,12
Hodnota a*	0,73*	0,41	-0,82*	-0,15	-0,37	-0,5	0,49	-0,16	-0,53
Hodnota b*	-0,22	-0,51	0,01	0,81	0,6	-0,55	0,43	0,1	-0,46
Síla stříhu syrového masa (N)	0,07	0,3	-0,27	-0,62	-0,46	0,68	-0,29	-0,003	0,5
Síla stříhu vařeného masa (N)	0,62	0,86**	-0,63	-0,19	-0,07	0,23	-0,42	-0,75*	0,34
Ztráta masové šťávy odkapem (%)	0,01	-0,06	0,04	0,83**	0,76*	-0,48	-0,003	-0,41	-0,21

MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, pH<sub>45</sub> = pH 45 min. *post mortem*, EC<sub>50</sub> = elektrická vodivost 50 min. *post mortem*; \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01.

## 5.2 Vliv pohlaví na kvalitu vepřového masa, zastoupení svalových vláken a vztah mezi nimi u finálního hybrida PIC.

Kvalitativní charakteristiky svalu MLLT finálního hybrida PIC ve vztahu k pohlaví jsou uvedeny v tabulce 7. Průměrná hodnota pH měřená 45 minut *post mortem* byla statisticky významně nižší ( $P = 0,048$ ) u prasniček ( $\text{pH}_{45} = 6,16$ ) než vepřůk ( $\text{pH}_{45} = 6,33$ ). Vliv pohlaví se také statisticky významně projevil na elektrické vodivosti 50 minut *post mortem* ( $P = 0,017$ ). Ve svalovině prasniček byla naměřena průměrná hodnota 4,03 mS, zatímco u vepřůk pouze 3,65 mS. Barva masa se statisticky významně ( $P = 0,030$ ) lišila ve žlutosti ( $b^*$ ). Maso MLLT bylo žlutější u prasniček (9,63) než u vepřůk (8,76). Pro světlost ( $L^*$ ) a červenost ( $a^*$ ) masa nebyl vliv pohlaví prokázán. Statistické vyhodnocení neukázalo průkazné působení pohlaví na křehkost (síla stříhu) syrového a vařeného masa ani na ztrátu masové šťávy odkapem.

Tabulka 7: Kvalitativní charakteristiky svalu MLLT ve vztahu k pohlaví u finálního hybrida PIC (průměr  $\pm$  SD).

Kvalitativní ukazatelé	Vepřici	Prasničky	Statistická významnost (P-hodnota)
<b>pH<sub>45</sub></b>	6,33 $\pm$ 0,20	6,16 $\pm$ 0,30	0,048
<b>EC<sub>50</sub> (mS)</b>	3,65 $\pm$ 0,27	4,03 $\pm$ 0,60	0,017
<b>Barva syrového masa</b>			
<b>Hodnota L*</b>	50,10 $\pm$ 3,11	50,95 $\pm$ 2,44	NS
<b>Hodnota a*</b>	-0,64 $\pm$ 0,90	-0,37 $\pm$ 1,00	NS
<b>Hodnota b*</b>	8,76 $\pm$ 1,20	9,63 $\pm$ 1,13	0,030
<b>Síla stříhu syrového masa (N)</b>	41,72 $\pm$ 8,52	40,03 $\pm$ 7,53	NS
<b>Síla stříhu vařeného masa (N)</b>	32,23 $\pm$ 3,65	32,32 $\pm$ 3,59	NS
<b>Ztráta masové šťávy odkapem (%)</b>	6,76 $\pm$ 4,38	6,87 $\pm$ 2,11	NS

MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, SD = směrodatná odchylka,  $\text{pH}_{45}$  = pH 45 min. *post mortem*,  $\text{EC}_{50}$  = elektrická vodivost 50 min. *post mortem*, NS = statisticky neprůkazný rozdíl ( $P > 0,05$ ).

Jak ukazuje tabulka 8, počet svalových vláken typu I ( $P = 0,003$ ) a typu IIB ( $P = 0,006$ ) byl statisticky významně ovlivněn pohlavím. U prasniček bylo 53,26 vláken typu I na  $1 \text{ mm}^2$  a vláken typu IIB 179,07 vláken na  $1 \text{ mm}^2$  zatím co u vepřků bylo vláken typu I 111,23 na  $1 \text{ mm}^2$  a vláken typu IIB 102,30 vláken na  $1 \text{ mm}^2$ . U prasniček bylo tedy průměrně o 57,97 vláken typu I na  $1 \text{ mm}^2$  méně a vláken typu IIB o 83,23 vláken na  $1 \text{ mm}^2$  více než u vepřků. Podobný trend byl prokázán i pro celkové zastoupení těchto vláken (I, IIB) ve svalu MLLT. U prasniček bylo zastoupení svalových vláken typu I 20,80 % a u vepřků 47,90 %. Zastoupení svalových vláken typu IIB bylo u prasniček 68,26 % a u vepřků 41,89 %. Vztah pohlaví k ploše průřezu jednotlivých vláken typu I, IIA, IIB byl statisticky prokázán pouze u typu I ( $P = 0,01$ ). Průměrná plocha vláken I byla u vepřků vyšší ( $2765,51 \mu\text{m}^2$ ) než u prasniček ( $2011,34 \mu\text{m}^2$ ).

Tabulka 8: Charakteristika svalových vláken svalu MLLT ve vztahu k pohlaví u finálního hybridu PIC (průměr  $\pm$  SD).

Charakteristika svalových vláken	Vepřici	Prasničky	Statistická významnost (P-hodnota)
<b>Počet (na <math>1 \text{ mm}^2</math>)</b>			
<b>I</b>	111,23 $\pm$ 71,69	53,26 $\pm$ 32,33	0,003
<b>IIA</b>	26,27 $\pm$ 14,10	28,65 $\pm$ 13,74	NS
<b>IIB</b>	102,30 $\pm$ 71,95	179,07 $\pm$ 48,98	0,006
<b>Součet</b>	238,41 $\pm$ 43,05	260,98 $\pm$ 43,78	NS
<b>Zastoupení (%)</b>			
<b>I</b>	47,90 $\pm$ 30,22	20,80 $\pm$ 15,17	0,002
<b>IIA</b>	10,77 $\pm$ 5,07	10,94 $\pm$ 4,99	NS
<b>IIB</b>	41,89 $\pm$ 28,32	68,26 $\pm$ 15,20	0,001
<b>Plocha (<math>\mu\text{m}^2</math>)</b>			
<b>I</b>	2765,51 $\pm$ 964,97	2011,34 $\pm$ 676,49	0,01
<b>IIA</b>	1778,91 $\pm$ 602,90	1457,49 $\pm$ 457,14	NS
<b>IIB</b>	2711,01 $\pm$ 964,97	2011,34 $\pm$ 676,49	NS

MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, SD = standardní odchylka; NS = statisticky neprůkazný rozdíl ( $P > 0,05$ ).

U vepřků PIC byl prokázán vliv počtu a celkového zastoupení svalových vláken na žlutost ( $b^*$ ) masa svalu MLLT (tabulka 9). Žlutost masa prokazatelně pozitivně koreluje s počtem ( $r = 0,52$ ;  $P < 0,05$ ) a zastoupením ( $r = 0,50$ ;  $P < 0,05$ ) svalových vláken typu I. S počtem vláken typu I dále pozitivně koreluje i elektrická vodivost 50 minut *post mortem* ( $r = 0,52$ ;  $P < 0,05$ ). Negativní korelace se projevila mezi zastoupením vláken typu IIB a žlutostí masa ( $r = -0,49$ ;  $P < 0,05$ ). Vliv svalových vláken na zbylé charakteristiky masa MLLT vepřků PIC nebyl prokázán ( $P < 0,05$ ).

Korelace mezi kvalitou masa a vlastnostmi svalových vláken u MLLT u prasniček jsou uvedeny v tabulce 10. Pozitivní korelace byla prokázána mezi silou stříhu syrového masa a počtem ( $r = 0,70$ ;  $P < 0,01$ ) a zastoupením ( $r = 0,67$ ;  $P < 0,01$ ) svalových vláken typu I. Můžeme tedy říci, že maso prasniček s vysokým počtem a celkovým zastoupením vláken typu I se vyznačuje velkou silou stříhu a je tedy považováno za tuhé. Na druhou stranu síla stříhu syrového masa statisticky významně negativně koreluje i s počtem ( $r = -0,50$ ;  $P < 0,05$ ) a zastoupením vláken typu IIB ( $r = -0,73$ ;  $P < 0,001$ ). Maso prasniček s vysokým počtem a zastoupením IIB svalových vláken je tedy křehké. Pozitivní vliv plochy příčného průřezu vláken IIB na sílu stříhu byl zjištěn u vařeného masa u MLLT u prasniček ( $r = 0,53$ ;  $P < 0,05$ ).

Tabulka 9: Korelace mezi kvalitou masa a svalovými vlákny svalu MLLT u vepřků u finálního hybridu PIC.

Charakteristika svalových vláken	typ I			typ IIA			typ IIB		
	Počet	Zastoupení (%)	Plocha (μm <sup>2</sup> )	Počet	Zastoupení (%)	Plocha (μm <sup>2</sup> )	Počet	Zastoupení (%)	Plocha (μm <sup>2</sup> )
<b>pH<sub>45</sub></b>	-0,25	-0,23	-0,17	-0,20	-0,12	0,23	0,18	0,26	0,11
<b>EC<sub>50</sub> (mS)</b>	0,52*	0,31	0,05	0,06	-0,03	-0,25	-0,34	-0,39	-0,26
<b>Hodnota L*</b>	0,07	0,03	0,05	0,14	0,14	-0,23	-0,03	-0,06	0,17
<b>Hodnota a*</b>	0,43	0,44	0,21	-0,28	-0,29	0,16	-0,39	-0,42	-0,28
<b>Hodnota b*</b>	0,52*	0,50*	0,30	-0,28	-0,31	-0,02	-0,43	-0,49*	-0,04
<b>Síla stříhu syrového masa (N)</b>	-0,15	-0,08	0,16	-0,15	-0,18	0,14	0,12	0,12	0,19
<b>Síla stříhu vařeného masa (N)</b>	-0,10	-0,17	-0,30	0,22	0,25	-0,36	0,11	0,13	-0,12
<b>Ztráta masové šťávy odkapem (%)</b>	0,04	0,01	0,06	-0,01	-0,05	0,02	0,03	-0,04	-0,02

MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, pH<sub>45</sub> = pH 45 min. *post mortem*, EC<sub>50</sub> = elektrická vodivost 50 min. *post mortem*; \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01.

Tabulka 10: Korelace mezi kvalitou masa a svalovými vlákny svalu MLLT u prasniček u finálního hybridu PIC.

Charakteristika svalových vláken	typ I			typ IIA			typ IIB		
	Počet	Zastoupení (%)	Plocha (μm <sup>2</sup> )	Počet	Zastoupení (%)	Plocha (μm <sup>2</sup> )	Počet	Zastoupení (%)	Plocha (μm <sup>2</sup> )
<b>pH<sub>45</sub></b>	0,26	0,27	0,25	-0,03	-0,01	0,03	-0,24	-0,26	0,18
<b>EC<sub>50</sub> (mS)</b>	-0,27	-0,21	0,00	0,29	0,40	-0,19	-0,13	0,07	0,26
<b>Hodnota L*</b>	-0,06	-0,02	0,01	-0,04	0,08	0,03	-0,13	0,00	0,42
<b>Hodnota a*</b>	-0,27	-0,23	0,02	-0,14	-0,11	0,38	0,12	0,27	-0,11
<b>Hodnota b*</b>	-0,14	-0,10	-0,05	-0,06	0,03	0,31	-0,04	0,09	0,15
<b>Síla stříhu syrového masa (N)</b>	0,70**	0,67**	0,38	0,21	0,20	0,34	-0,50*	-0,73***	-0,13
<b>Síla stříhu vařeného masa (N)</b>	-0,37	-0,28	-0,01	0,24	0,37	-0,26	-0,17	0,15	0,53*
<b>Ztráta masové šťávy odkapem (%)</b>	-0,42	-0,37	-0,10	0,23	0,33	0,05	0,07	0,26	0,28

MLLT = *musculus longissimus lumborum et thoracis*, pH<sub>45</sub> = pH 45 min. *post mortem*, EC<sub>50</sub> = elektrická vodivost 50 min. *post mortem*; \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01; \*\*\* = p < 0,001.

## 6 Diskuze

U plemenných zvířat DanBred a PIC jsou využívány složité šlechtitelské programy a analýzy DNA, které zajistí produkci prasat mateřské a otcovské linie s nejlepšími genetickými vlastnostmi (např. výkrmnost, jatečná hodnota, odolnost proti stresu). Tyto vlastnosti se dále přenáší na potomstvo. To se zdá být jako hlavní důvod kvalitního masa finálních hybridů DanBred a PIC bez jakostních odchylek masa v této práci.

Pro zjištění jakostních vad masa se provádí měření hodnot pH po porážce zvířete. Hodnotu pH stanovujeme zpravidla 45 minut *post mortem*, případně za 24 hodin (Stupka et al., 2009a). Po porážce dochází k biochemickým změnám, které vedou k anaerobní glykolýze a vzniku a hromadění kyseliny mléčné (Kamínek et al., 2014; Hall, 2015). Na základě změřené hodnoty pH můžeme rozlišit maso normální ( $\text{pH}_{45} > 5,8$ ), inklinující k PSE ( $\text{pH}_{45} = 5,6 - 5,8$ ), PSE maso ( $\text{pH}_{45} < 5,6$ ) a DFD maso ( $\text{pH}_{24} > 6,2$ ) (Stupka et al., 2009a). Dle v této práci naměřených hodnot  $\text{pH}_{45}$  svalu MLLT, bylo maso dobré kvality a nesměřovalo k vadě PSE. U prasat DanBred byla hodnota  $\text{pH}_{45}$  vyšší u vepříků ( $\text{pH}_{45} = 6,39$ ) než u prasniček ( $\text{pH}_{45} = 6,29$ ), ale tento rozdíl nebyl statisticky podpořen. U finálního hybridu PIC byla hodnota pH naměřená 45 minut *post mortem* statisticky významně vyšší ( $P = 0,048$ ) u vepříků ( $\text{pH}_{45} = 6,33$ ) než u prasniček ( $\text{pH}_{45} = 6,16$ ). To může souviset s vyšším počtem a zastoupením svalových vláken typu I ve svalu MLLT. Vysoké zastoupení svalových vláken oxidativního typu I zvyšuje hodnotu  $\text{pH}_{45}$  a naopak nízké zastoupení svalových vláken typu I a vysoké zastoupení vláken typu IIB hodnotu pH svalu *post mortem* snižuje (Ryu et Kim, 2005). Statisticky významně vyšší konečnou hodnotu pH ( $P = 0,0125$ ) naměřili Furnols et al. (2012) ve svalu *semimembranosus* u vepříků. Většina autorů se ale shoduje na tom, že hodnoty  $\text{pH}_{45}$  a  $\text{pH}_{24}$  nejsou pohlavím statisticky významně ovlivněny (Fisher et al., 2000; Pauly et al., 2009; Gispert et al., 2010; Škrlep et al., 2010b).

Svalovina právě poražených zvířat má nízkou elektrickou vodivost, která se postupem času zvyšuje. Tento jev souvisí s narušením membránového systému svalové buňky a změnou propustnosti membrán vlivem posmrtné glykolýzy (Stupka et al., 2009a). Díky vyšší propustnosti membrány se tekutina s ionty může pohybovat mezi intracelulárním a extracelulárním prostorem (Byrne et al., 2000). To vede ke změně elektrické vodivosti (Stupka et al., 2009a). S rychleji probíhající glykolýzou *post mortem* a snižujícím se  $\text{pH}_{45}$  se zvyšuje elektrická vodivost svalu (Byrne et al., 2000). Rychlost glykolýzy a nízké  $\text{pH}_{45}$  *post mortem* jsou spojeny s vysokým zastoupením vláken typu IIB (Ryu et Kim, 2005). Můžeme tedy předpokládat, že nižší hodnota  $\text{pH}_{45}$  a vyšší počet a zastoupení svalových vláken IIB

u prasniček DanBred a PIC bude korelovat s vyšší elektrickou vodivostí svalu MLLT. Výsledky prezentované v této práci tento předpoklad potvrzují. U prasniček DanBreda byla naměřena statisticky významně vyšší ( $P = 0,011$ ) průměrná hodnota elektrické vodivosti než u vepříků. Podobné výsledky byly i u prasniček PIC, které měly také vyšší průměrnou hodnotu elektrické vodivosti než vepřici ( $P = 0,017$ ). U prasniček PIC byla tato hodnota 4,03 mS, což dle kritérií Stupka et al. (2009a) inklinuje k vadě masa PSE. Podobně jako v předkládané práci naměřili statisticky významně vyšší průměrnou hodnotu elektrické vodivosti u prasniček ve svalu *semimembranosus* ( $P = 0,05$ ) také Gispert et al. (2010). U prasniček byla naměřena hodnota elektrické vodivosti ve svalu *semimembranosus* 8,09 mS a vepříků 7,10 mS.

Odstín barvy MLLT finálních hybridů DanBred byl u vepříků světlejší ( $L^*$ ) a statisticky významně žlutější ( $b^*$ ) než u prasniček. Na světlejší ( $L^*$ ) maso vepříků poukazují i další studie, například Serrano et al. (2008) a Muhlisina et al. (2014). Dle Muhlisina et al. (2014) může být světlejší odstín masu vepříků způsoben vyšším obsahem tuku. Vyšší obsah intramuskulárního tuku byl u vepříků potvrzen studií Gispert et al. (2010). Rozdíl v červenosti MLLT hybridních prasniček a vepříků genotypu DanBred nebyl v předkládané práci zaznamenán. Červenější maso prasniček oproti vepříkům zaznamenali Franco et al. (2014) a Muhlisina et al. (2014). Naopak v práci Serrana et al. (2008) nebyl vliv pohlaví na červenost ( $a^*$ ) a žlutost ( $b^*$ ) masa prokázán. Franco et al. (2014) se domnívají, že červenější barva masa prasniček je dána vyšším obsahem hemových barviv ve svalovině. U prasat PIC byla barva svalu MLLT prasniček naopak žlutější ( $P = 0,03$ ) než u vepříků a světlost masa nebyla pohlavím nijak ovlivněna. Žádný vliv pohlaví na barvu masa nebyl pozorován ve studiích Barton-Gade (1987), Sather et al. (1991) a Fisher et al. (2000).

Porovnání průměrných hodnot síly stříhu syrového a vařeného masa u vepříků a prasniček (DanBred a PIC) neprokázalo žádné statisticky významné rozdíly. Rozdíl nebyl zaznamenán ani u ztráty masové šťávy odkapem. Ztráta masové šťávy odkapem je spojena s rychlostí a rozsahem posmrtné glykolýzy a následným snížením hodnoty pH. Nadměrně rychlá glykolýza s rychlým poklesem pH vede ke snížené schopnosti zadržovat vodu, naopak nedostatečná glykolýza s vysokým konečným pH způsobí vysokou vaznost masa (Fischer, 2007). Dle zjištěných průměrných hodnot  $pH_{45}$  u prasat DanBred a PIC můžeme říct, že nedošlo k abnormálnímu poklesu ani vzestupu  $pH_{45}$ , tedy vaznost masa by neměla být výrazně negativně ovlivněna. Tento předpoklad je v souladu se daty získanými v předkládané práci. Vliv pohlaví na ztrátu masové šťávy odkapem nebyl zaznamenán ani ve studiích Fisher et al. (2010), Sundrum et al. (2011) a Muhlisin et al. (2014).



Výsledky této práce ukazují, že prasničky genotypu DanBred a PIC mají statisticky významně vyšší procentuální zastoupení svalových vláken typu IIB než vepřiči. Prasničky PIC mají navíc i statisticky vyšší počet vláken typu IIB na 1 mm<sup>2</sup> než vepřiči. Odlišné výsledky uvádí Staun (1963), který nezjistil žádný vliv pohlaví na počet svalových vláken. Plocha průřezu vláken typu I, IIA, IIB byla v této práci větší u prasniček genotypu DanBred než u vepřičů, ale rozdíly nebyly statisticky významné. Statisticky průkazný rozdíl zaznamenali Petersen et al. (1998). Dle jejich výsledků se vepřiči vyznačují menší plochou průřezu svalových vláken než prasničky. U finálních hybridů PIC je naopak plocha průřezu vláken I, IIA, IIB větší u vepřičů, ale statisticky průkazný rozdíl je pouze u vláken typu I ( $P = 0,01$ ). Rozdílné výsledky u prasat DanBred a PIC mohou být způsobené odlišným genetickým založením.

Pomalu oxidační vlákna typu I a rychle glykolytická vlákna typu IIB mají značně odlišný energetický metabolismus. Rychlá oxidační vlákna typu IIA se svými vlastnostmi nacházejí na pomezí typu I a IIB (Morita et al., 2000). Ve svalech s různou kompozicí těchto vláken probíhají odlišné metabolické procesy během přeměny svalu na maso. Pokud převažují ve svalu glykolytická vlákna nastává intenzivní glykolýza, hromadění laktátu a pH rychle klesá (Ryu et Kim, 2005). Dle Choe et al. (2008) svaly s vyšším zastoupením a plochou vláken IIB a nižším poměrem vláken typu I obsahují více laktátu 45 minut *post mortem*, což se projevuje bledší barvou masa a vyšší ztrátou odkapem. Ryu et Kim (2005) zjistili negativní korelaci mezi pH<sub>45</sub> a zastoupením vláken typu IIB. Výsledky předkládané práce jsou v rozporu s výsledky obou zmíněných prací. Korelace mezi typem vláken IIB (ani I, IIA) a pH<sub>45</sub> nebyla prokázána.

Na základě poznatků o IIB vláknech můžeme předpokládat, že budou zvyšovat hodnotu světlosti L\* a snižovat hodnotu červenosti masa a\*. Toto je v souladu s výsledky u vepřičů genotypu DanBred, kdy počet vláken IIB negativně koreloval s červeností masa. Negativní korelace vláken IIB s hodnotou a\* masa je v souladu se studií Kim et al. (2010). Podle této práce mají svaly s vysokým zastoupením vláken typu IIB nižší červenost.

Je možné předpokládat, že rozdílný počet, procentuálního zastoupení a plocha průřezu svalových vláken I, IIA, IIB u svalu MLLT u prasniček a vepřičů finálních hybridů DanBreda a PIC má vliv na křehkost syrového a vařeného masa. U prasniček genotypu DanBred byla zjištěna negativní korelace mezi silou stříhu vařeného masa a zastoupením svalových vláken IIB ( $r = -0,75$ ,  $P < 0,05$ ) a pozitivní korelace se zastoupením vláken typu I ( $r = 0,86$ ,  $P \leq 0,01$ ). U prasniček PIC negativně koreloval počet a zastoupení svalových vláken typu IIB se silou stříhu syrového masa a naopak pozitivní korelace byla zaznamenána pro počet a zastoupení vláken typu I. Tyto výsledky jsou v souladu s prací Ryu et Kim (2005). Můžeme tedy obecně

konstatovat, že vyšší počet a procentuální zastoupení vláken typu IIB snižuje sílu stříhu a tedy i tuhost vařeného masa prasniček těchto dvou hybridních linií.

## 7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv genotypu a pohlaví prasat na vznik technologických vad masa. Na základě získaných výsledků bylo zjištěno, že maso vepřích ani prasniček hybridních linií DanBred a PIC nemá sklon ke vzniku technologických vad. Rozdíly ve fyzikálních ukazatelích svalu *longissimus lumborum et thoracis* prasniček a vepřích sice byly v některých případech statisticky významné, ale žádný z parametrů nebyl ovlivněn tak výrazně, aby se mohl projevit zhoršenou jakostí masa. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny u pH<sub>45</sub>, které bylo u prasniček PIC nižší než u vepřích a u elektrické vodivosti, která byla u prasniček DanBreda a PIC vyšší než u vepřích těchto hybridních linií. Tento výsledek mohl být způsobený vyšším zastoupením svalových vláken typu IIB u prasniček DanBred i PIC, které způsobuje nízké pH, světlou barvu masa a vyšší ztrátu masové šťávy odkapem.

## 8 Seznam použité literatury

- Aaslyng, M. D., Gade, P. B. 2001. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. *Meat science*. 57(1). 87-92.
- Adzitey, F., Nurul, H. 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(1). 11-20.
- Aluwe, M., Langendries, K. C. M., Bekaert, K. M., Tuytens, F. A. M., De Brabander, D. L., De Smet, S., Millet, S. 2013. Effect of surgical castration, immunocastration and chicory-diet on the meat quality and palatability of boars. *Meat Science*. 94(3). 402-407.
- Barbut, S., Sosnicki, A. A., Lonergan, S. M., Knapp, T., Ciobanu, D. C., Gatcliffe, L. J., Wilson, E. W. 2008. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*. 79(1). 46-63.
- Barton-Gade, P. A. 1987. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livestock Production Science*. 16(2). 187-196.
- Beecher, G. R., Cassens, R. G., Hoekstra, W. G., Briskey, E. J. 1965. Red and White Fiber Content and Associated Post-Mortem Properties of Seven Porcine Muscles. *Journal of Food Science*. 30(6). 969-976.
- Bekhit, A. E. D., Faustman, C. 2005. Metmyoglobin reducing activity. *Meat Science*. 71(3). 407-439.
- Bertram, H. C., Petersen, J. S., Andersen, H. J. 2000. Relationship between RN<sup>-</sup> genotype and drip loss in meat from Danish pigs. *Meat Science*. 56(1). 49-55.
- Bradshaw, R. H., Parrott, R. F., Goode, J. A., Lloyd, D. M., Rodway, R. G., Broom, D. M. 1996. Behavioural and hormonal responses of pigs during transport: effect of mixing and duration of journey. *Animal science*. 62(3). 547-554.
- Brooke, M. H., Kaiser, K. K., 1970. Three myosin adenosine triphosphatase system: the nature of their pH liability and sulphhydryl dependence. *Journal of Histochemistry Cytochemistry*. 18(1). 670-672.
- Byrne, C. E., Troy, D. J., Buckley, D. J. 2000. Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine *M. longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science*. 54(1). 23-34.

- Cassens, R. G., Marple, D. N., Eikelenboom, G. 1975. Animal physiology and meat quality. In *Advances in food research*. 21(1). 71-155.
- Ciobanu, D., Bastiaansen, J., Malek, M., Helm, J., Woollard, J., Plastow, G., Rothschild, M. 2001. Evidence for new alleles in the protein kinase adenosine monophosphate-activated  $\gamma$  3-subunit gene associated with low glycogen content in pig skeletal muscle and improved meat quality. *Genetics*. 159(3). 1151-1162.
- De Huidobro, F. R., Miguel, E., Blázquez, B., Onega, E. 2005. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat science*. 69(3). 527-536.
- Doran, E., Whittington, F. W., Wood, J. D., McGivan, J. D. 2002. Cytochrome P450IIIE1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes. *Chemico-biological interactions*. 140(1). 81-92.
- Doran, E., Whittington, F. M., Wood, J. D., McGivan, J. D. 2004. Characterisation of androstenone metabolism in pig liver microsomes. *Chemico-biological interactions*. 147(2). 141-149.
- Dylevský, 2009. I. Funkční anatomie. 1. vyd. Praha: Grada, 532 s. ISBN: 978-80-247-3240-4.
- Endo, M. 1977. Calcium release from the sarcoplasmic reticulum. *Physiological Reviews*. 57(1). 71-108.
- Enfält, A. C., Lundström, K., Hansson, I., Johansen, S., Nyström, P. E. 1997. Comparison of non-carriers and heterozygous carriers of the RN<sup>-</sup> allele for carcass composition, muscle distribution and technological meat quality in Hampshire-sired pigs. *Livestock Production Science*. 47(3). 221-229.
- Enfält, A. C., von Seth, G., Josell, Å., Lindahl, G., Hedebo-Velander, I., Braunschweig, M., Lundström, K. 2006. Effects of a second mutant allele (V199I) at the PRKAG3 (RN) locus on carcass composition in pigs. *Livestock Science*. 99(2). 131-139.
- Essén-Gustavsson, B., Fjelkner-Modig, S. 1985. Skeletal muscle characteristics in different breeds of pigs in relation to sensory properties of meat. *Meat Science*. 13(1). 33-47.
- Essén-Gustavsson, B., Lindholm, A. 1984. Fiber types and metabolic characteristics in muscles of wild boars, normal and halothane sensitive Swedish Landrace pigs. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*. 78(1). 67-71.

- Fàbrega, E., Manteca, X., Font, J., Gispert, M., Carrión, D., Velarde, A., Diestre, A. 2004. A comparison of halothane homozygous negative and positive pietrain sire lines in relation to carcass and meat quality, and welfare traits. *Meat science*. 66. 777-787.
- Faucitano, L., Ielo, M. C., Ster, C., Fiego, D. L., Methot, S., Saucier, L. 2010. Shelf life of pork from five different quality classes. *Meat science*. 84(3). 466-469.
- Fazarinc, G., Čandek-Potokar, M., Uršič, M., Vrecl, M., Pogačnik, A. 2002. Giant muscle fibres in pigs with different Ryr1 genotype. *Anatomia, histologia, embryologia*. 31. 367-371.
- Fernandez, X., Neyraud, E., Astruc, T., Sante, V. 2002. Effects of halothane genotype and pre-slaughter treatment on pig meat quality. Part 1. Post mortem metabolism, meat quality indicators and sensory traits of *m. longissimus lumborum*. *Meat Science*. 62. 429-437.
- Fernandez, X., Tornberg, E., Naveau, J., Talmant, A., Monin, G. 1992. Bimodal distribution of the muscle glycolytic potential in French and Swedish populations of Hampshire crossbred pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 59(3). 307-311.
- Fisher, P., Mellett, F. D., Hoffman, L. C. 2000. Halothane genotype and pork quality. 1. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes. *Meat science*. 54(2). 97-105.
- Fischer, K. 2007. Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 124(1). 12-18.
- Flores, M., Toldrá, F. 2014. Optimization of Muscle Enzyme Colorimetric Tests for Rapid Detection of Exudative Pork Meats. *Food analytical methods*. 7(9). 1903-1907.
- Franco, D., Vazquez, J. A., Lorenzo, J. M. 2014. Growth performance, carcass and meat quality of the Celta pig crossbred with Duroc and Landrace genotypes. *Meat science*. 96(1). 195-202.
- Fredriksen, B., Furnols, M. F., Lundström, K., Migdal, W., Prunier, A., Tuytens, F. A., Bonneau, M. 2009. Practice on castration of piglets in Europe. *Animal*. 3(11). 1480-1487.
- Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., De Leon, S., Khanna, V. K., Weiler, J. E., MacLennan, D. H. 1991. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*. 58(5). 448-451.
- Furnols, M., Gispert, M., Soler, J., Diaz, M., Garcia-Regueiro, J. A., Diaz, I., Pearce, M. C. 2012. Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing factor on growth performance, carcass, meat and fat quality of male Duroc pigs for dry-cured ham production. *Meat science*. 91(2). 148-154.
- Gade, P. B., Christensen, L. 1998. Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. *Meat science*. 48(3-4). 237-247.

Gispert, M., Faucitano, L., Oliver, M. A., Guàrdia, M. D., Coll, C., Siggens, K., Diestre, A. 2000. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science*. 55(1). 97-106.

Gispert, M., Oliver, M. À., Velarde, A., Suarez, P., Pérez, J., Furnols, M. F. 2010. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science*. 85(4). 664-670.

Grandin, T. 1994. Methods to reduce PSE and bloodsplash. *Proc. Allen D. Leman Swine Confr. University of MN*. 21. 206-209.

Guàrdia, M. D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M. A., Gispert, M., Diestre, A. 2005. Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. *Meat Science*. 70(4). 709-716.

Guàrdia, M. D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M. A., Gispert, M., Diestre, A. 2004. Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. *Meat Science*. 67(1). 471-478.

Hakamata, Y., Nakai, J., Takeshima, H., Imoto, K. 1992. Primary structure and distribution of a novel ryanodine receptor/calcium release channel from rabbit brain. *Federation of European Biochemical Societies*. 312(2-3). 229-235.

Hall, J. E. 2015. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. Elsevier Health. p. 1145. ISBN: 978-1-4557700-52.

Hambrecht, E., Eissen, J. J., Newman, D. J., Smits, C. H. M., Den Hartog, L. A., Verstegen, M. W. A. 2005. Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. *Journal of animal science*. 83(2). 440-448.

Hamilton, D. N., Ellis, M., Miller, K. D., McKeith, F. K., Parrett, D. F. 2000. The effect of the Halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. *Journal of Animal Science*. 78(11). 2862-2867.

Hattori, M., Fukuda, Y., Imoto, M., Koyama, Y., Nakano, I., Urano, F. 1991. Histochemical properties of vascular and sinusoidal endothelial cells in liver diseases. *Gastroenterologia Japonica*. 26(3). 336-343.

Hocquette, J. F., Ortigues-Marty, I., Pethick, D., Herpin, P., Fernandez, X. 1998. Nutritional and hormonal regulation of energy metabolism in skeletal muscles of meat-producing animals. *Livestock production science*. 56(2). 115-143.

- Honikel, K. O., Hamm, R. 1978. Influence of cooling and freezing of minced pre-rigor muscle on the breakdown of ATP and glycogen. *Meat science*. 2(3). 181-188.
- Honikel, K. O. 1987. How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In *Evaluation and control of meat quality in pigs*. Springer Netherlands. 129-142.
- Huff-Lonergan, E., Lonergan, S. M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat science*. 71(1). 194-204.
- Huff-Lonergan, E., Lonergan, S. M. 2007. New frontiers in understanding drip loss in pork: recent insights on the role of postmortem muscle biochemistry. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 124(1). 19-26.
- Chmiel, M., Słowiński, M., Dasiewicz, K. 2011. Lightness of the color measured by computer image analysis as a factor for assessing the quality of pork meat. *Meat Science*. 88(3). 566-570.
- Choe, J. H., Choi, Y. M., Lee, S. H., Shin, H. G., Ryu, Y. C., Hong, K. C., Kim, B. C. 2008. The relation between glycogen, lactate content and muscle fiber type composition, and their influence on postmortem glycolytic rate and pork quality. *Meat Science*. 80(2). 355-362.
- Jaros, P., Bürgi, E., Stärk, K. D. C., Claus, R., Hennessy, D., Thun, R. 2005. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livestock Science*. 92(1). 31-38.
- Josell, Å., Enfält, A. C., von Seth, G., Lindahl, G., Hedebro-Velander, I., Andersson, L., Lundström, K. 2003. The influence of RN genotype, including the new V199I allele, on the eating quality of pork loin. *Meat science*. 65(4). 1341-1351.
- Jurkat-Rott, K., McCarthy, T., Lehmann-Horn, F. 2000. Genetics and pathogenesis of malignant hyperthermia. *Muscle and nerve*. 23(1). 4-17.
- Kamínek, J., Bořilová, G., Hulánková, R., Juránková, J., Lorencová, A., Neumayerová, H., Steinhauser, L., Steinhauserová, I., Svobodová, I., Vašíčková, P. 2014. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Vyd. 1. Brno. Maso. 328 s. ISBN: 9788073056735.
- Karlsson, A., Lundström, K. 1992. Meat quality in pigs reared in groups kept as a unit during the fattening period and slaughter. *Animal Science*. 54(3). 421-426.
- Karlsson, A., Essen-Gustavsson, B., Lundström, K. 1994. Muscle glycogen depletion pattern in halothane-gene-free pigs at slaughter and its relation to meat quality. *Meat science*. 38(1). 91-101.



- Karlsson, A. H., Klont, R. E., Fernandez, X. 1999. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. *Livestock Production Science*. 60(2). 255-269.
- Kemp, C. M., Parr, T. 2012. Advances in apoptotic mediated proteolysis in meat tenderisation. *Meat Science*. 92(3). 252-259.
- Kiessling, K. H., Hansson, I. 1983. Fibre composition and enzyme activities in pig muscles. *Swedish Journal of Agricultural Research*. 77(1). 75-78.
- Kim, G. D., Jeong, J. Y., Jung, E. Y., Yang, H. S., Lim, H. T., Joo, S. T. 2013. The influence of fiber size distribution of type IIB on carcass traits and meat quality in pigs. *Meat science*. 94(2). 267-273.
- Kim, G. D., Jeong, J. Y., Hur, S. J., Yang, H. S., Jeon, J. T., Joo, S. T., 2010. The Relationship between Meat Color (CIE L\*and a\*), Myoglobin content and their influence on muscle fiber characteristics and pork quality. *Korean J Food Sci Ani Resour*. 30(4). 626–633.
- Kim, J. M., Lee, Y. J., Choi, Y. M., Kim, B. C., Yoo, B. H., Hong, K. C. 2008. Possible muscle fiber characteristics in the selection for improvement in porcine lean meat production and quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 21(10). 1529-1534.
- Koohmaraie, M. 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat science*. 43(1). 193-201.
- Kortz, J., Rybarczyk, A., Pietruszka, A., Czarnecki, R., Jakubowska, M., Karamucki, T. 2004. Effect of HAL genotype on normal and faulty meat frequency in hybrid fatteners. *Polish Journal of Food & Nutrition Science*. 13(4). 387-390.
- Kristensen, L., Purslow, P. P. 2001. The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins. *Meat science*. 58(1). 17-23.
- Lanner, J. T., Georgiou, D. K., Joshi, A. D., Hamilton, S. L. 2010. Ryanodine receptors: structure, expression, molecular details, and function in calcium release. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*. 2(11). 1-22.
- Le Roy, P., Naveau, J., Elsen, J. M., Sellier, P. 1990. Evidence for a new major gene influencing meat quality in pigs. *Genetical research*. 55(1). 33-40.
- Leach, L. M., Ellis, M., Sutton, D. S., McKeith, F. K., Wilson, E. R. 1996. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *Journal of Animal Science*. 74(5). 934-943.

- Lee, S. H., Choe, J. H., Choi, Y. M., Jung, K. C., Rhee, M. S., Hong, K. C., Kim, B. C. 2012. The influence of pork quality traits and muscle fiber characteristics on the eating quality of pork from various breeds. *Meat science*. 90(2). 284-291.
- Lindhahl, G., Lundström, K., Tornberg, E. 2001. Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Science*. 59(2). 141-151.
- Lindhahl, G., Enfält, A. C., von Seth, G., Josell, A., Hedebro-Velander, I., Andersen, H. J., Lundström, K. 2004. A second mutant allele (V199I) at the PRKAG3 (RN) locus I. Effect on technological meat quality of pork loin. *Meat Science*. 66(3). 609-619.
- Lundström, K., Andersson, A., Hansson, I. 1996. Effect of the RN gene on technological and sensory meat quality in crossbred pigs with Hampshire as terminal sire. *Meat Science*. 42(2). 145-153.
- Mariani, P., Lundström, K., Gustafsson, U., Enfält, A. C., Juneja, R. K., Andersson, L. 1996. A major locus (RN) affecting muscle glycogen content is located on pig chromosome 15. *Mammalian Genome*. 7(1). 52-54.
- Martonosi, A. N. 1984. Mechanisms of Ca<sup>2+</sup> release from sarcoplasmic reticulum of skeletal muscle. *Physiological reviews*. 64(4). 1240-1320.
- Marx, S. O., Marks, A. R. 2002. Regulation of the ryanodine receptor in heart failure. *Basic research in cardiology*. 97(1). 49-51.
- Meadus, W. J., MacInnis, R., Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L. 2002. A PCR-RFLP method to identify the RN<sup>-</sup> gene in retail pork chops. *Canadian journal of animal science*. 82(3). 449-451.
- Milan, D., Jeon, J. T., Looft, C., Amarger, V., Robic, A., Thelander, M., Ronne, H. 2000. A mutation in PRKAG3 associated with excess glycogen content in pig skeletal muscle. *Science*. 288(5469). 1248-1251.
- Monin, G., Sellier, P. 1985. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the Hampshire breed. *Meat Science*. 13(1). 49-63.
- Monin, G., Mejenes-Quijano, A., Talmant, A., Sellier, P. 1987. Influence of breed and muscle metabolic type on muscle glycolytic potential and meat pH in pigs. *Meat Science*. 20(2). 149-158.

- Morita, S., Iwamoto, H., Fukumitsu, Y., Gotoh, T., Nishimura, S., Ono, Y. 2000. Heterogeneous composition of histochemical fibre types in the different parts of *M. longissimus thoracis* from Mishima (Japanese native) steers. *Meat science*. 54(1). 59-63.
- Muhlisin, P., Lee, S. J., Lee, J. K., Lee, S. K. 2014. Effects of crossbreeding and gender on the carcass traits and meat quality of Korean native black pig and Duroc crossbred. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 27(7). 1019-1025.
- Naveau, J., 1986. Contribution à l'étude du déterminisme génétique de la qualité de viande porcine Héritabilité du Rendement Technologique Napole. *Journal Recherche Porcine France*., 18(1). 265-276.
- Newbold, R. P., Scopes, R. K. 1967. Post-mortem glycolysis in ox skeletal muscle. Effect of temperature on the concentrations of glycolytic intermediates and cofactors. *Biochemical Journal*. 105(1). 127-136.
- O'Neill, D. J., Lynch, P. B., Troy, D. J., Buckley, D. J., Kerry, J. P. 2003. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat Science*. 64(2). 105-111.
- Otsu, K., Willard, H. F., Khanna, V. K., Zorzato, F., Green, N. M., MacLennan, D. H. 1990. Molecular cloning of cDNA encoding the Ca<sup>2+</sup> release channel (ryanodine receptor) of rabbit cardiac muscle sarcoplasmic reticulum. *Journal of Biological Chemistry*. 265(23). 13472-13483.
- Otto, G., Roehle, R., Looft, H., Thoelking, L., Knap, P. W., Rothschild, M. F., Kalm, E. 2007. Associations of DNA markers with meat quality traits in pigs with emphasis on drip loss. *Meat Science*. 75(2). 185-195.
- Pauly, C., Spring, P., O'doherty, J. V., Kragten, S. A., Bee, G. 2009. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*. 3(7). 1057-1066.
- Pearce, M. C., Baker, A., Hughes, S. I., Nute, G. R., Wittington, F. M., Wood, J. D. 2008. Eating quality of pork loin steaks from light slaughter weight boars vaccinated with Improvac®. *European Federation of Animal Science. Girona. Spain*. 7(1). 26-27.
- Pérez, M. P., Palacio, J., Santolaria, M. P., del Carmen Aceña, M., Chacón, G., Verde, M. T., García-Belenguer, S. 2002. Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. *Veterinary Research*. 33(3). 239-250.
- Peter, J. B., Barnard, R. J., Edgerton, V. R., Gillespie, C. A., Stempel, K. E. 1972. Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. *Biochemistry*. 11(14). 2627-2633.

- Petersen, J. S., Henckel, P., Oksbjerg, N., Sørensen, M. T. 1998. Adaptations in muscle fibre characteristics induced by physical activity in pigs. *Animal Science*. 66(3). 733-740.
- Pommier, S. A., Houde, A., Rousseau, F., Savoie, Y. 1992. The effect of the malignant hyperthermia genotype as determined by a restriction endonuclease assay on carcass characteristics of commercial crossbred pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. 72(4). 973-976.
- Pommier, S. A., Pomar, C., Godbout, D. 1998. Effect of the halothane genotype and stress on animal performance, carcass composition and meat quality of crossbred pigs. *Canadian journal of animal science*. 78(3). 257-264.
- Reece, W. O. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat - 2., rozšířené vydání*. Grada Publishing as. 480 s. ISBN 80-7169-547-5.
- Roy, P. L., Elsen, J. M., Caritez, J. C., Talmant, A., Juin, H., Sellier, P., Monin, G. 2000. Comparison between the three porcine RN genotypes for growth, carcass composition and meat quality traits. *Genetics Selection Evolution*. 32(2). 165-186.
- Ruusunen, M., Puolanne, E. 2004. Histochemical properties of fibre types in muscles of wild and domestic pigs and the effect of growth rate on muscle fibre properties. *Meat Science*. 67(3). 533-539.
- Ryu, Y. C., Kim, B. C. 2005. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig *longissimus dorsi muscle*. *Meat Science*. 71(2). 351-357.
- Ryu, Y. C., Choi, Y. M., Lee, S. H., Shin, H. G., Choe, J. H., Kim, J. M., Kim, B. C. 2008. Comparing the histochemical characteristics and meat quality traits of different pig breeds. *Meat Science*. 80(2). 363-369.
- Sather, A. P., Jones, S. D. M., Tong, A. K. W., Murray, A. C. 1991. Halothane genotype by weight interactions on pig meat quality. *Canadian journal of animal science*. 71(3). 645-658.
- Serrano, M. P., Valencia, D. G., Nieto, M., Lázaro, R., Mateos, G. G. 2008. Influence of sex and terminal sire line on performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared under intensive production systems. *Meat science*. 78(4). 420-428.
- Shier, D. N., Butler, J., Lewis, R. 2017. *Hole's essentials of human anatomy and physiology*. McGraw Hill Education. p. 634. ISBN: 978-1-259277368.
- Schwägele, F., Buesa, P. L., Honikel, K. O. 1996a. Enzymological investigations on the causes for the PSE-syndrome, II. Comparative studies on glycogen phosphorylase from pig muscles. *Meat science*. 44(1-2). 41-53.

- Schwägele, F., Haschke, C., Honikel, K. O., Krauss, G. 1996b. Enzymological investigations on the causes for the PSE-syndrome, I. Comparative studies on pyruvate kinase from PSE-and normal pig muscles. *Meat science*. 44(1-2). 27-40.
- Staun, H. 1963. Various factors affecting number and size of muscle fibers in the pig. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 13(3). 293-322.
- Steinhauser, L. 1995. *Hygiena a technologie masa*. Last Brno., 457 s. ISBN: 80-9002260-4-4.
- Stupka, R., M. Šprysl, J. Čítek. 2009a. *Základy chovu prasat*. Praha: PowerPrint. 180 s. ISBN: 978-80-904011-2-9.
- Stupka R, Šprysl M, Matoušek V, Čítek J, Kernerová N 2009b. Tests of the pig population station tests. *Methodology*. Czech University of Life Sciences Prague. 15–21.
- Sundrum, A., Aragon, A., Schulze-Langenhorst, C., Bütfering, L., Henning, M., Stalljohann, G. 2011. Effects of feeding strategies, genotypes, sex, and birth weight on carcass and meat quality traits under organic pig production conditions. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. 58(3-4). 163-172.
- Šimek, J., Grolichová, M., Steinhauserová, I., Steinhauser, L. 2004. Carcass and meat quality of selected final hybrids of pigs in the Czech Republic. *Meat science*. 66(2). 383-386.
- Škrlep, M., Kavar, T., Santé-Lhoutellier, V., Čandek-Potokar, M. 2009. Effect of I199V polymorphism on PRKAG3 gene on carcass and meat quality traits in Slovenian commercial pigs. *Journal of muscle fous*. 20(3). 367-376.
- Škrlep, M., Šegula, B., Zajec, M., Kastelic, M., Košorok, S., Fazarinc, G., Čandek-Potokar, M. 2010a. Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs I: growth performance, reproductive organs and malodorous compounds. *Slovenian Veterinary Research*. 47(2). 57-64.
- Škrlep, M., Šegula, B., Prevolnik, M., Kirbiš, A., Fazarinc, G., Čandek-Potokar, M. 2010b. Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs II: Carcass traits and meat quality. *Slovenian Veterinary Research*. 47(2). 65-72.
- Takeshima, H., Nishimura, S., Matsumoto, T., Ishida, H., Kangawa, K., Minamino, N., Numa, S. 1989. Primary structure and expression from complementary DNA of skeletal muscle ryanodine receptor. *Nature*. 339. 439-445.
- Thun, R., Gajewski, Z., Janett, F. 2006. Castration in male pigs: techniques and animal welfare issues. *Journal of physiology and pharmacology*. 57 (8). 189-194.
- Toldrá, F., Flores, M. 2000. The use of muscle enzymes as predictors of pork meat quality. *Food Chemistry*. 69(4). 387-395.

- Topel, D. G., Miller, J. A., Berger, P. J., Rust, R. E., Parrish, F. C., Ono, K. 1976. Palatability and visual acceptance of dark, normal and pale colored porcine *M. longissimus*. Journal of Food Science. 41(3). 628-630.
- Van de Perre, V., Permentier, L., De Bie, S., Verbeke, G., Geers, R. 2010. Effect of unloading, lairage, pig handling, stunning and season on pH of pork. Meat science. 86(4). 931-937.
- Van der Wal, P. G., Engel, B., Reimert, H. M. 1999. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. Meat Science. 53(2). 101-106.
- Warner, R. D., Kauffman, R. G., Greaser, M. L. 1997. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. Meat science. 45. 339-352.
- Webb, A. J., Jordan, C. H. C. 1978. Halothane sensitivity as a field test for stress-susceptibility in the pig. Animal Production. 26(02). 157-168.
- Zamaratskaia, G., Gilmore, W. J., Lundström, K., Squires, E. J. 2007. Effect of testicular steroids on catalytic activities of cytochrome P450 enzymes in porcine liver microsomes. Food and Chemical Toxicology. 45(4). 676-681.
- Zamaratskaia, G., Squires, E. J. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. Animal. 3(11). 1508-1521.

## 8.1 Seznam internetových zdrojů

- Kamínek, J. O barvě masa [online]. Společnost pro výživu. 30. října 2016. [cit. 20018-01-15]. Dostupné z <<http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2017/06/Barva-masa-MVDr.-J.-Kamen%C4%82%C2%ADk.pdf>>.
- Natural spol. s r.o. Dánské šlechtění je celosvětově úspěšné. Natural se jej účastní [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z <[http://www.naturalgenetics.cz/index.php?page=pra\\_program](http://www.naturalgenetics.cz/index.php?page=pra_program)>.
- PIC®. PIC®337 [online]. 2009a [cit. 2018-02-28]. Dostupné z <<https://www.ceskapic.cz/products/camborough/>>.
- PIC®. PIC®337 [online]. 2009b [cit. 2018-02-28]. Dostupné z <<https://www.ceskapic.cz/products/pic-3371/>>.
- Zpravodaj PIC® – letní vydání 2016. Sekvenování genomu PIC – další skoková změna v genetickém pokroku [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z <https://www.ceskapic.cz/zpravodaj/>.

Zpravodaj PIC® – prosinec 2016. Program PIC pro kvalitu masa: čtvrtstoletí pokroku [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z <https://www.ceskapic.cz/zpravodaj/>.

## 9 Seznam použitých zkratek a symbolů

ADP - adenosindifosfát

AMPK -  $\gamma$  adenosinmonofosfát-aktivovaná proteinkináza

ATP - adenosintrifosfát

DFD – dark, firm, dry (tmavé, tuhé, suché)

FSH - folikulo stimulující hormon

GnRH - gonadotropin-releasing hormon

GP - glykolytický potenciál

CHK – chirurgický kastráti

I – izoleucin

IK - imunokastráti

LH - luteinizační hormon

MLLT - *musculus longissimus lumborum et thoracis*

PFN – pale, firm, nonexudative (bledé, tuhé, dobrá vaznost)

PSE – pale, soft, exudative (bledé, měkké, vodnaté)

RACE – rapid amplification of cDNA ends (rychlá amplifikace konců cDNA)

RFN - reddish-pink, firm, non-exudative (načervenalé, tuhé, dobrá vaznost)

RSE – reddish-pink, soft, exudative (načervenalé, měkké, vodnaté)

RT-PCR – Reverse transcription polymerase chain reaction (polymerázová řetězová reakce spojená s reverzní transkripcí)

RYR1 - ryanodine receptors

SAS - Statistical Analysis System

TPA - texture profile analysis

V – valin



## 10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Mezní hodnoty jakostních odchylek vepřového masa.

Tabulka 2: Mezní hodnoty pro stanovení jakostních odchylek vepřového masa.

Tabulka 3: Kvalitativní charakteristiky svalu MLLT ve vztahu k pohlaví u finálního hybrida DanBred (průměr  $\pm$  SD).

Tabulka 4: Charakteristika svalových vláken svalu MLLT ve vztahu k pohlaví u finálního hybrida DanBred (průměr  $\pm$  SD).

Tabulka 5: Korelace mezi kvalitou masa a svalovými vlákny svalu MLLT u vepříků u finálního hybrida DanBred.

Tabulka 6: Korelace mezi kvalitou masa a svalovými vlákny svalu MLLT u prasniček u finálního hybrida DanBred.

Tabulka 7: Kvalitativní charakteristiky svalu MLLT ve vztahu k pohlaví u finálních hybridů PIC (průměr  $\pm$  SD).

Tabulka 8: Charakteristika svalových vláken svalu MLLT ve vztahu k pohlaví finálního hybrida PIC (průměr  $\pm$  SD).

Tabulka 9: Korelace mezi kvalitou masa a svalovými vlákny svalu MLLT u vepříků u finálního hybrida PIC.

Tabulka 10: Korelace mezi kvalitou masa a svalovými vlákny svalu MLLT u prasniček u finálního hybrida PIC.