

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



Faktory ovlivňující průběh postmortálních změn v mase

Bakalářská práce

Autor práce: Michaela Seilerová

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci "Faktory ovlivňující průběh postmortálních změn v mase" jsem vypracovala samostatně pod dohledem vedoucího bakalářské práce s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v bakalářské práci a uvedeny v seznamu literatury na konci bakalářské práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29.3.2016

Michaela Seilerová

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem lidem, kteří mi během vysokoškolského studia a jeho zakončení psáním této bakalářské práce byli jak psychickou, tak morální oporou. Mezi ně patří Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D., který mě odborně vedl a dohlížel na zpracování mé bakalářské práce a dále manžel Ota, dcery Nicol a Sofia, rodiče Eva a Stanislav.

Faktory ovlivňující průběh postmortálních změn v mase

Souhrn

Cílem práce je vytvoření literárního přehledu o problematice kvality vepřového masa. V bakalářské práci jsou popsány nejen hlavní ukazatelé kvality vepřového masa s jeho chemickým složením, ale také vnější a vnitřní faktory, které se na jeho kvalitě významně podílejí. Maso má různorodou histologickou strukturu, proměnlivé chemické složení, stejně jako sensorické a technologické vlastnosti. Nutričně je maso ceněno jako bohatý zdroj živin pro člověka. Pro lidský organismus je maso zdrojem všech esenciálních aminokyselin, které si tělo neumí samo syntetizovat. Další významnou složkou masa jsou lipidy, uloženy jako zásobní tuková tkáň v podkoží zvířat nebo rozptýleny mezi svalovými vlákny. Množství sacharidů obsažených v mase je z nutričního hlediska spíše nevýznamné, protože jejich zastoupení v mase je minimální. Sacharidy mají z technologického hlediska význam pro zrání masa. Dále je také zdrojem minerálních látek a vitaminů. Maso je proto nepostradatelné pro lidský organismus a nemělo by chybět v jídelníčku každého z nás. Struktura a složení masa závisí na funkci jednotlivých částí těla a způsobu života a na řadě intravitálních vlivů jako je pohlaví, plemeno, věk, výživa a zdravotní stav. Mezi významné faktory, které ovlivňují kvalitu masa, patří například utváření svalových vláken. Masa vyšších kvalit mají tenčí a jemnější vlákna oproti tomu masa nižší kvality se vyznačují tlustými, silnými vlákny. Dalším činitelem, který podmiňuje kvalitu, je množství a charakter vnitrosvalového vaziva. Kvalitní masa jsou na nízko zatěžovaných bederních svalech a svalech hřbetu a kýty s jemnějšími vlákny. Další faktor ovlivňující kvalitu masa je průběh postmortálních změn. U těchto procesů lze rozlišit čtyři stádia: *prae rigor*, *rigor mortis*, zrání masa a hluboká autolýza. Postmortální zrací procesy se mohou odchýlit od standardu z různých příčin a jejich následkem jsou jakostní odchylky masa jako např. PSE, DFD, RSE, Hampshire efekt a chladové zkrácení. I vliv plemene se podílí na kvalitě masa a to citlivostí na stres, růstovými vlastnostmi a parametry jatečné hodnoty, mezi další vnitřní faktory patří věk a pohlaví. Mezi vnější faktory, které mají vliv na kvalitu masa patří přeprava zvířat na jatky, přístup pracovníků při nahánění, odpočinek před porážkou, samotné omráčení, následné vykrvení a zchlazení po porážce.

Klíčová slova: prase, maso, kvalita, pohlaví a vady masa

Factors affecting postmortem changes in pork meat

Summary

The thesis focused on the summary of the quality of pork. The main indicators of the quality of pork and of meat generally together with a chemical composition and the external and internal factors dealing with the quality of meat are described in the thesis. The various histological structure, the variable chemical content, technological features are found in meat. The structure and composition depends on a way of living, the function of the parts of an animal body, on lots of intravital factors (a kind of an animal, breed, male or female, age, the way of nutrition, the state of health). Meat is a valuable source of nutrients and essential acids for a man. The human organism is not able to synthesize the essential acids itself. Lipids are the important part of meat, their main function is storing energy. They are found as a reserve tissue in the subcutaneous parts of animals or among muscular fibre. The amount of carbohydrates contained in meat is not important, meat is low in carbohydrates. They are only important for meat maturation. Meat is high in minerals and vitamins. It is necessary for a man and should be a part of our diet. The important factor for a meat quality is described as a formation of muscular fibres. There are the thin fibres in the meat of a high quality and the thick and fat fibres in the meat of a low quality. The meat quality depends on a number and charactes of animal fibres. The meat of a high quality is for example loin - it is the meat with fine fibres. The next factor which has influence on a meat quality is course of post mortem changes. We can differentiate four stages in these processes: prae rigor, rigor mortis, aging of the meat and deep autolysis. Post mortem aiging processes can deviate from teh standard from variety of reasons and as concequences we can see quality deviation of the meat for example PSE, DFD, RSE, Hampshire efect and cold shortening. Also the breed has the influence on the quality of the meat namely sensitivity to stress, growth characteristic and parameters of slaughter value, other internal factors are age and sex. External factors which has the influence on the quality of the meat are transport of the animals to the slaughterhouse, attitude of the employees during chasing after the animals, the rest before slaughter, stunning itself, bleeding thereafter and cooling down after slaughtery.

Key words: pig, meat, quality, male, female, defects of meat

Obsah

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | Úvod..... | 8 |
| 2 | Cíl práce..... | 9 |
| 3 | Literární rešerše | 10 |
| 3.1 | Definice masa a složení masa..... | 10 |
| 3.1.1 | Definice masa | 10 |
| 3.1.2 | Složení masa | 10 |
| 3.1.2.1 | Voda | 11 |
| 3.1.2.2 | Bílkoviny | 12 |
| 3.1.2.3 | Tuky..... | 12 |
| 3.1.2.4 | Minerální látky | 13 |
| 3.1.2.5 | Extraktivní látky..... | 13 |
| 3.2 | Zrání masa a popis vad | 14 |
| 3.2.1.1 | PSE maso | 18 |
| 3.2.1.2 | DFD maso | 20 |
| 3.2.1.3 | RSE..... | 21 |
| 3.2.1.4 | Hampshire efekt..... | 21 |
| 3.2.1.5 | Chladové zkrácení | 22 |
| 3.3 | Faktory vnitřní..... | 22 |
| 3.3.1 | Plemeno | 22 |
| 3.3.1.1 | Duroc (D) | 23 |
| 3.3.1.2 | Bílé otcovské (BO) | 25 |
| 3.3.1.3 | Česká Landrase (ČL)..... | 26 |
| 3.3.1.4 | Přeštické černostrakaté (PC) | 27 |
| 3.3.1.5 | České bílé ušlechtilé (ČBU)..... | 27 |
| 3.3.2 | Věk..... | 28 |
| 3.3.3 | Genotyp..... | 29 |
| 3.3.4 | Pohlaví | 30 |
| 3.4 | Faktory vnější..... | 31 |
| 3.4.1 | Doprava..... | 31 |
| 3.4.2 | Nahánění | 31 |
| 3.4.3 | Odpočinek..... | 32 |
| 3.4.4 | Omračování..... | 32 |
| 3.4.5 | Zachlazení po porážce | 34 |
| 3.5 | Fyzikálně chemické vlastnosti masa | 36 |

| | | |
|------------|------------------------------------|-----------|
| 3.5.1 | pH..... | 36 |
| 3.5.2 | Elektrická vodivost | 36 |
| 3.5.3 | Barva, světlost..... | 36 |
| 3.5.4 | Vaznost | 37 |
| 3.6 | Senzorické vlastnosti | 38 |
| 3.6.1 | Vůně a chuť..... | 38 |
| 3.6.2 | Šťavnatost | 38 |
| 3.6.3 | Křehkost..... | 39 |
| 3.6.4 | Mramorování | 39 |
| 4 | Závěr | 40 |
| 5 | Použitá literatura | 42 |
| 6 | Seznam obrázků | 47 |
| 7 | Seznam tabulek | 48 |

1 Úvod

Prasata patří mezi nejvýznamnější hospodářská zvířata. Produkce vepřového masa se podílí největším objemem (přibližně 40 – 50 %) na celkovou produkci masa na celém světě. Je nesporné, že chov prasat je důležitý pro zásobování obyvatelstva vepřovým masem a výrobkům z něj.

Chov prasat z hlediska zabezpečování nutriční a proteinové bilance má prakticky nezastupitelné postavení. Produkce vepřového masa se za posledních dvacet let zdvojnásobila. U nás v České republice má chov prasat dlouholeté zastoupení a v chovech se snaží dosáhnout maximálně uspokojivých výsledků a to nejen na kvalitu masa, a tím i na spokojenost koncových spotřebitelů. V České republice tvoří spotřeba vepřového masa více jak 50% veškeré roční spotřeby masa.

Průměrný stav prasat u nás je 1,6 milionů kusů z nich přibližně sto tisíc prasnic. Tato skutečnost má význam při spotřebě značné části vyprodukovaných krmných obilnin a tím se významně podílí na stabilitě zemědělství.

Kvalitu masa ovlivňuje mnoho faktorů. Mezi ně patří jakostní odchylky, které nazýváme jako PSE a DFD, převážně se objevují u vepřového masa. Tyto jakostní odchylky mají přímou souvislost se senzoryckými vlastnosti např. křehkost, šťavnatost, barva, vůně, chuť a výživová hodnota. Kvalitu masa ovlivňují i vnější vlivy jako je ustájení, přeprava jatečných prasat na jatka, technologie porážky, přístup personálu, a v nepodstatné míře i vliv onemocnění.

2 Cíl práce

Cílem práce je vytvoření literárního přehledu o problematice kvality vepřového masa. Naplnění cíle práce je provedeno pomocí obsahové analýzy poznatků v dané oblasti, kvality masa a postmortálních změn od různých autorů v citovaných literárních zdrojích a vlastním posouzením vlivu vybraných faktorů. Vybrané faktory mají povahu jak vnitřních, tak vnějších faktorů, jako jsou např. plemenná příslušnost, stáří, pohlaví zvířat, proces přípravy, vlastní porážka zvířat a především průběh postmortálních změn v mase.

3 Literární rešerše

3.1 Definice masa a složení masa

3.1.1 Definice masa

Maso je definováno jako všechny části těla živočichů v upraveném nebo čerstvém upraveném stavu, které jsou vhodné pro výživu lidí. Podle této definice mezi maso patří i tuky, kůže, droby, i kosti, ale také masné výrobky. Masem se rozumí v užším slova smyslu jen kosterní svalovina, a to samotná svalová tkáň, nebo svalová tkáň obsahující vmezeřený tuk, cév, nervů, vazivových a jiných částí. Většinou se však definice týká mas teplokrevných živočichů. V České republice mezi nejvíce oblíbená konzumovaná masa patří vepřové, hovězí a drůbeží. Méně jsou potom do jídelníčku zařazována masa skopová, telecí, jehněčí, kůzlečí a koňské. Maso se dělí na výsekové a výrobní, které slouží jako základní surovina ve všech českých tradičních masných výrobcích (Steinhauser et al., 1995).

Základní stavební jednotkou příčně pruhované svaloviny je svalové vlákno. Na povrchu vlákna je buněčná blána, sarkolema a jádra, která jsou uložena pod sarkolematem. Cytoplazma svalového vlákna, která se nazývá sarkoplazma, obsahuje buněčné organely a inkluze. Význam pro svalovou kontrakci má endoplazmatické retikulum. Z inkluzí se vyskytují v sarkoplasmě nejvíce myofibrily, což jsou vlastní kontraktní vlákna, která vyplňují téměř celý objem svalového vlákna (Pipek et al., 1998).

Struktura a složení masa závisí na řadě intravitálních vlivů jako jsou druh zvířat, plemeno, pohlaví, věk, způsob výživy, zdravotní stav, způsob života a na funkce jednotlivých částí těla (Kadlec et al., 2009). Jedním z nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují kvalitu masa, je množství a charakter vnitrosvalového vaziva. Dalším z faktorů je tloušťka svalových vláken. Svaly, které jsou složeny z tenčích a jemnějších vláken, tvoří maso vyšší kvality. Svaly, které tvoří silnější objemnější svalové vlákna, považujeme za méně kvalitní. Všeobecně lze říci, že nejkvalitnější maso reprezentují méně zatěžované bederní svaly a svaly hřbetu a kýty s jemnějšími svalovými vlákny a s menším množstvím intramuskulárního vaziva (Marvan et al., 1992).

3.1.2 Složení masa

Maso má velmi složitou a různorodou histologickou strukturu, proměnlivé chemické složení, technologické a senzorické vlastnosti. Je složeno z bílkovin, tuků, vody, vitamínů, extraktivních a minerálních látek. Obsahuje i velmi málo sacharidů. Vepřové maso je

z nutričního hlediska zdrojem plnohodnotných bílkovin, vitamínů A, D a B, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek. Důležitým kritériem v kvalitě masa je poměr obsahu vody a bílkovin, tento poměr vyznačujeme Federovým číslem. Jeho význam spočívá v rychlém orientačním stanovení složení masa na základě jedné složky (např. tuku) pak lze snadno a rychle rámcově určit složení masa. Základní složení u nás nejčastěji používaných kategorií výrobních mas je uvedeno v tabulce. Federovo číslo u syrového masa bývá poměrně stálé a má hodnotu 3,5 (Pipek et al., 1998).

Tabulka: Složení vepřového masa v % (Pipek et al., 1998)

| MASO | Voda | Bílkoviny | Tuky | Minerální látky | Federovo číslo |
|------------------------|-------|-----------|-------|-----------------|----------------|
| Čistá svalovina | 70-75 | 18-22 | 1 - 3 | 1 - 1,5 | 3,65 |
| Vepřové maso | | | | | |
| kýta | 53 | 15,2 | 31 | 0,8 | 3,5 |
| pečeně | 58 | 16,4 | 25 | 0,9 | 3,5 |
| plec | 49 | 13,5 | 37 | 0,7 | 3,6 |
| bůček | 34 | 7,1 | 56 | 0,5 | 4,79 |

3.1.2.1 Voda

Ingr (2011) charakterizuje vodu ve svalovině jako roztoky bílkovin, solí, sacharidů a dalších rozpustných látek a označuje ji jako masovou šťávu. Voda je nejvíce zastoupenou složkou v maso. Průměrné množství vody v čerstvém maso je v rozmezí 72-78%, část vody je volné a část chemicky vázané. Obsah vody je proměnlivý v závislosti dle věku, vykrmenosti, užitkovém typu a zdravotním stavu zvířete. Maso mladých jedinců obsahuje více vody, než maso zvířat starších. Nejpevněji se váže voda hydratační a je vázána na různé polární skupiny bílkovin elektrostatickými silami. Další podíl vody je mezi jednotlivými strukturálními částmi svaloviny a zbytek vody je volně pohyblivý v mezibuněčných prostorech. Z nutričního hlediska je bezvýznamná, má však velký význam pro senzoryckou, kulinární a především technologickou jakost maso. Schopnost maso vázat vodu (tzv. vaznost) je jednou z nejvýznamnějších vlastností maso při jeho zpracování, poněvadž ovlivňuje kvalitu výrobků i ekonomickou efektivitu jejich produkce.

3.1.2.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější složkou masa jak z nutričního, tak z technologického hlediska. V určitých částech masa se liší obsahem. V libové svalovině je obsaženo 18 – 22 % bílkovin.

Bílkoviny v mase se rozdělují do jednotlivých skupin podle své rozpustnosti ve vodě a v solných roztocích. Toto třídění se zároveň shoduje s tříděním podle umístění v jednotlivých svalových strukturách, tedy

- a) bílkoviny sarkoplasmatické – jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích, obsaženy jsou v sarkoplasmě,
- b) bílkoviny myofibrilární – jsou rozpustné v roztocích solí, v samotné (deionizované) vodě jsou nerozpustné, v jejich rozpouštění je třeba vytvořit podmínky, při nichž se narušují mezimolekulární interakce bílkovin,
bílkoviny stromatické (též bílkoviny pojivových tkání) – nejsou rozpustné ani ve vodě, ani v solných roztocích a jsou obsaženy ve vláknecích pojivových tkání, které ve svalovině tvoří obaly svalových struktur.

Rozdílná rozpustnost má význam pro zpracování masa na masné výrobky (Ingr, 2011). Rozdílné rozpustnosti bílkovin se využívá při vytváření struktury masných výrobků. Mění se s věkem, prokrvením, pohlavím a souvisí s obsahem tuku.

3.1.2.3 Tuky

Tuky (estery mastných kyselin a glycerolu) tvoří v mase největší podíl lipidů a to až (99%). (Steinhauser et al., 1995). V menší míře jsou přítomny polární lipidy (fosfolipidy), doprovodné látky aj. V těle mají funkci energetickou, též ochrannou i zásobní. Malá část tuků je uložena přímo uvnitř svaloviny (vnitrosvalový), ostatní tvoří základ samostatné tukové tkáně zásobní. Tuky patří mezi nejvýznamnější energetické zdroje. Při porovnání s ostatními živinami je energetická hodnota tuku dvojnásobná. V tucích jsou rozpustné vitamíny A, D, E, K, které se snadno rozkládají vlivem teploty a světla, čímž je jejich skladovatelnost velmi omezena. Z hlediska sensorického má tuk v mase důležitý význam, neboť je nositelem řady aromatických a chuťových látek. Velký význam pro chuť a křehkost masa má tuk intramuskulární, který je mezi buňkami rozložen ve formě žilek a tvoří tzv. mramorování masa. Maso, které má vyvinuté mramorování, je více ceněno, než maso zcela libové, protože je křehčí a má i výraznější chuť (Pipek et al., 1995).

3.1.2.4 Minerální látky

Minerálie jsou v masě obsaženy v rozmezí 1,1 – 1,5%.

Maso je významným zdrojem draslíku, vápníku, hořčíku, železa a jiných prvků. Většina minerálních látek je rozpustných ve vodě a ve svalovině je přítomna ve formě iontů. Železo, hořčík a vápník jsou částečně vázány na bílkoviny (Steinhauser et al., 1995). Minerální látky mají specifické funkce z hlediska metabolismu i z technologického hlediska. Hořčík ovlivňuje aktivitu enzymu adenosintrifosfatázy (ATPasy) a četných enzymů metabolismu cukrů (Kadlec et al., 2009). Vápník je důležitý při svalové kontrakci, svou funkcí se podílí na reakci srážení krve a je důležitou strukturální složkou kostí. Vápník se společně s hořčíkem i jinými vícemocnými kationty účastní vytváření příčných vazeb mezi řetězci bílkovin a mají tak významný podíl na strukturu masa. Železo je v masě přítomno v hemových barvivech jako červené krevní barvivo hemoglobin (až 80% Fe) a svalové barvivo myoglobin (3%Fe), volné v iontové formě, ve ferritinu aj (Pipek et al., 1995). Draslík v těle reguluje hladké i příčně pruhované svalstvo, ovlivňuje činnost srdeční svaloviny, podílí se na vedení vzruchů. Maso je také velmi důležitým zdrojem zinku, který je lépe vstřebatelný z masných výrobků, než z výrobků rostlinných. V organismu se podílí na enzymatických funkcích, na syntéze bílkovin a metabolismu sacharidů.

3.1.2.5 Extraktivní látky

Steinhauser et al. (1995) popsali, že název těchto látek je odvozen od schopnosti extrahovat vodu. Obsah extraktivních látek v masě je poměrně malý. Extraktivní látky se obvykle dělí na sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté extraktivní látky. Sacharidy jsou v živočišných tkáních obsaženy málo, v masě je zastoupen především glykogen. Glykogen je důležitým energetickým zdrojem ve svalech. Mezi organické fosfáty patří zejména nukleotidy a nukleové kyseliny a jejich rozkladné produkty. Adenosintrifosfát (ATP) je hlavním článkem přenosu energie. Při posmrtných změnách se postupně přeměňuje na adenosindifosfát, adenosinmonofosfát, kyselinu inosinovou, inosin, hypoxanthin, xanthin a kyselinu močovou. Z dusíkatých látek mají význam aminokyseliny a některé peptidy. Z volných aminokyselin jsou nejvíce zastoupeny glutamin, kyselina glutamová, glycin, lysin a alanin. Z peptidů je významný zejména karnosin, anserin a glutathion. Jsou součástí enzymů, mají však i jiné specifické funkce v metabolismu, mnohé z nich jsou produkty katabolismu.

Důležitým nosičem extraktivních látek je tuk, ve kterém jsou tyto látky rozpuštěny. Přiměřeně vysoký obsah tuku společně s procesy posmrtného zrání, které proběhly v dostatečné míře, zajišťují maso s plnou chutí a vůní, stejně tak i další sensorické vjemy, jako je např. šťavnatost masa, nebo křehkost, atp. Extraktivní látky obsahují poměrně velké množství aromatických látek, které dávají masu příjemnou vůni a chuť.

3.2 Zrání masa a popis vad

Pipek et al. (1998) tvrdí, o kvalitě masa rozhoduje kromě jiných faktorů i průběh posmrtných změn, kdy se nativní svalová tkáň přeměňuje na maso. V organismu slouží svaly k přeměně energie chemických vazeb na mechanickou práci, kterou je zajišťována převážná část potřebných funkcí organismu. Dvěma nejdůležitějšími bílkovinami, které se podílejí na kontrakci svalu, jsou aktin a myosin. Jsou uspořádány ve filamentech tak, že je možné jejich teleskopické zasunutí. Energie pro svalovou kontrakci se získává štěpením ATP. Při působení nervového vzruchu či v důsledku posmrtných změn dojde k uvolnění vápenatých (Ca^{2+}) iontů do prostoru myofibril, čímž se aktivuje ATPáza; dojde ke štěpení ATP, a tím se získá potřebná energie pro kontrakci. Aby byl sval schopen nové kontrakce, je nutné ATP resyntetizovat. Potřebná energie se získává štěpením sacharidů přítomných ve svalech. V případě dostatečného množství kyslíku ve svalech je glykogen odbouráván aerobně až na oxid uhličitý a vodu v Krebsově cyklu. Kromě toho se uvolňuje i teplo, sloužící k udržení tělesné teploty. Při intenzivní práci je spotřebováno více kyslíku, než může krev do svalů dodávat. V tomto případě je glykogen anaerobně enzymově odbouráván na kyselinu mléčnou. Tato anaerobní glykolýza nastává také po smrti (*post mortem*) zvířete, kdy je přerušena krevní oběh. I při anaerobní glykolýze je uvolňována energie, která může být využita k tvorbě ATP.

Z tohoto pohledu se rozlišují čtyři základní stádia postmortálních změn, a to:

- prae-rigor*,
- rigor mortis*,
- zrání masa,
- hluboká autolýza.

Po usmrcení zvířete nastane přerušování krevního oběhu a tím pádem přívod kyslíku. V důsledku toho se začínají ve svalech převládat anaerobní pochody, vznikne kyselina mléčná. Ubývá rychle zásob glykogenu, kyselina mléčná se nahromadí ve svaly a způsobí

okyselování. Obsah ATP se po smrti zvířete udržuje zpočátku na stejné úrovni, po určitém čase však začne klesat. Prodleva v poklesu koncentrace ATP souvisí s vytvářením molekul ATP. Adenosintrifosfát je však současně odbourán působením ATPázy.

Prae-rigor – (fáze teplého masa)

Prae-rigor - je první stádium posmrtných změn. Kameník et al. (2011) popsali, že to je období od porážení zvířete do okamžiku nástupu posmrtného tuhnutí (*rigor mortis*). Zpravidla trvá 1-8 hodin podle druhu zvířat a ostatních vnějších podmínek. Na konci této fáze maso zcela ztrácí původní vlastností svaloviny a získá tuhou konzistenci. Po vykrvení zvířete existuje časový úsek, po který jsou svaly stále kontraktilní, neboť je k dispozici kreatinfosfát na obnovu ATP z ADP. Jakmile jsou, ale jeho rezervy vyčerpány, hladina ATP rychle klesá, což vede ke ztrátě schopnosti disociace (uvolnění) myosinu z aktomyosinového komplexu. Vytvářejí se stabilní vazby mezi aktinem a myosinem. Tento stav nastává při hodnotě pH 5,9. Svalovina ztrácí svoji roztažitelnost a stává se tím více tužší.

Prae-rigor je fáze, kdy má maso vysokou vaznost, neuvolňuje vodu. Je vhodné pro zpracování mělněných masných výrobků. Označujeme ho jako maso teplé. Babička L., napsal, že tento pojem sice vznikl ze skutečnosti, že maso mívá v této fázi ještě vysokou teplotu (35 – 40 °C). Teplota však není rozhodující.

Teplé maso lze rychle zmrazit a zachovat jeho vaznost. Časový úsek teplého masa je velmi krátký a procesy nezadržitelně směřují k nástupu a projevu *rigoru mortis* (Pipek et al., 1998).

Je charakteristické přítomností velkého množství ATP (adenosintrifosfát). Odbouraný ATP je doplňován štěpením glykogenu nejprve aerobně v Krebsově cyklu, po vyčerpání kyslíku anaerobně za tvorby kyseliny mléčné. V důsledku zvyšující se koncentrace kyseliny mléčné klesá pH. Usmrčením zvířete je přísun kyslíku do svalu zastaven, zároveň k chybějícímu krevnímu oběhu nemůže být obsah glykogenu doplňován syntézou v játrech. Po vyčerpání zásob glykogenu začne klesat koncentrace ATP a docházet k vytváření příčných vazeb mezi aktinem a myosinem. (Kadlec et al., 2009). Tím přechází maso do druhé fáze posmrtných změn, nazývané jako *rigor mortis* (Valle et al., 2008).

Rigor mortis

Rigor mortis - dominantním znakem svalu v tomto stavu je zkrácení svalových vláken. Podmínkou pro nástup posmrtného ztuhnutí je snížená hladina ATP a nižší hodnota pH (kolem 5,9) Kameník et al. (2011).

Je charakterizován poklesem koncentrace ATP pod určitou hladinu, nestačí se již udržovat myosin a aktin v disociovaném stavu a ireversibilně se spojí tenká a tlustá filamenta a nastane posmrtná ztuhlost – *rigor mortis* (Pipek et al., 1998).

V důsledku tvorby kyseliny mléčné klesne hodnota pH. Tento pokles je závislý na řadě faktorů např. na druhu zvířete, nebo zásobě glykogenu. V průběhu *rigoru mortis* klesá pH na svoji konečnou hodnotu. Pro hovězí, vepřové a skopové je hodnota 5,5. Vepřové maso potřebuje k dosažení této hodnoty 4-8 hodin. V případě odchylek zrání masa (PSE maso) může být této hranici dosaženo ve vepřovém mase již za 5-10 min. Zkrácení svalu je závislé na okolní teplotě (Huff-Lonergan et al., 2010). Nejnižší stupeň zkrácení sarkomer je při uchování masa v 15-20 °C (10 %). Při teplotě 0-10°C nastává zkrácení sarkomer na 50% jejich délky, při teplotách 20-40 °C dochází ke zkrácení 30%. Negativně je ovlivněna vaznost. Maso je nevhodné jak pro kulinářskou tak i pro masnou výrobu. Maso se špatně zpracovává, klade velký odpor při řezání, což vede k ohřevu a tím k denuraci bílkovin a dalšímu snížení vaznosti. Potom to vede ztrátě masové šťávy, která vytéká z masa (Kadlec et al., 2009).

Zrání masa

Jedná se o třetí fázi, kdy se postupně uvolňuje ztuhlost svalů a tím se zlepšuje vaznost masa, začíná růst pH a zlepšují se sensorické vlastnosti. Při uvolnění *rigoru mortis* se zvýší křehkost masa a to souvisí s fragmentací myofibril a to zejména s proteolýzou myofibriálních bílkovin. Doba zrání by měla být dostatečná, aby maso dostatečně zkřehlo, u vepřového masa to je asi 2-3 dny (Pipek et al., 1998; Kadlec et al., 2009).

Steinhauser et al. (1995) popsali zrání masa jako fázi, která se týká hlavně bílkovin, především myofibrilárních. Fragmentaci těchto myofibril katalyzují nativní proteolytické enzymy, po jejich působení se uplatňují i procesy mikrobiální. Uvolňování *rigoru mortis* je funkcí postupné degradace kyseliny mléčné se současným zvyšováním pH masa. Tím dochází k disociaci aktinomyosinového komplexu na aktin a myosin. Maso nabývá na křehkosti, postupně se zvyšuje i jeho vaznost a výrazně se zlepšují jeho sensorické vlastnosti. Dochází rovněž i ke štěpení kolagenu. Zvyšuje se rozpustnost bílkovin, roste koncentrace degradačních produktů bílkovin, tedy peptidů a aminokyselin. Postupně vzniká typická chuť a aroma masa.

Doba zrání masa závisí na jeho druhu a teplotě jako uchování. Při jeho běžném chladírenském skladování vepřové maso optimálně vyzraje za 5-7 dní. Je třeba počítat s tím, že proces zrání masa probíhá neustále. S rostoucí teplotou se proces zrání urychluje. Proto se maso bourá, distribuuje a zpracovává tak, aby mohlo být využito kulinárně i technologicky v optimální zralosti. Vzhledem k mikrobiálnímu napadení probíhá zrání výhradně v chladírnách, takže doba zrání je dlouhá a ekonomicky náročná. Vzhledem ke kapacitě v chladírnách nám nedovoluje vyčkávat až do úplného zrání, tak se maso v praxi z chladíren vyskládňuje často dříve, což se odráží na kvalitě.

Hluboká autolýza

Zrání masa přechází při delším skladování v hlubokou autolýzu. Toto stádium je u masa jatečných zvířat nežádoucí. Dochází k rozkladu bílkovin až na oligopeptidy. Aminokyseliny se rozkládají na tuky, a je zvýšené riziko mikrobiálního napadení, čímž maso získá nepříjemnou chuť a aroma.

Průběh postmortálních změn je odchylný v případě, že se maso rychle ochladí (chladové zkrácení) nebo se zmrazí před nástupem *rigor mortis* (po rozmrazení nastává rozmrazovací rigor). Odchylný průběh se objevuje i v důsledku genetické dispozice a zacházení se zvířaty (Pipek et al., 1998).

Steinhauser et al. (1995) uvedli, že průběhy autolýzy a proteolýzy svaloviny či masa jatečných zvířat se považuje za normální. Počítá se s ním při získávání, ošetření, skladování a zpracování masa.

Dobrou znalostí a řízením postmortálních změn masa lze dosáhnout výrobní jistoty a tím požadované ekonomiky a kvality výroby. Někdy se však průběh postmortálních procesů odchýlí od dosud popsaného normálu a to z různých příčin, v různém rozsahu a v rozličné intenzitě. Výsledkem abnormálního průběhu postmortálních změn ve svalovině poražených zvířat jsou odchylky v jakosti masa.

Jakostní odchylky, které vznikly abnormálním průběhem autolýzy dělíme na:

- PSE
- DFD
- RSE
- Hampshire efekt
- Chladové zkrácení

3.2.1.1 PSE maso

Jakostní odchylka označovaná jako PSE (pale, soft and exudative = bledé, měkké a vodnaté) se týká především vepřového masa. V důsledku abnormální glykolýzy a zvýšeného hromadění kyseliny mléčné nastává rychlý pokles hodnot pH. Kyselé prostředí s vysokou teplotou způsobuje denaturaci svalových bílkovin. Takto je postižen i objemově nejpočetnější protein ve svalovém vláknu – myosin. Denaturace myosinu se považuje za hlavní faktor vyvolávající nadměrnou vodnatost. Dochází při ní k ovlivnění tzv. rigorových vazeb mezi aktinovými a myozinovými filamenty a redukcí prostoru mezi nimi. Zvýšeným smršťováním myofibril se naopak zvětšuje prostor mimo tyto vlákna, kam prostupuje více vody. Tento stav vyvolává také světlejší barvu masa, neboť svalová vlákna s menším objemem myofibril odráží více světla. Nejvíce postiženým znakem PSE vepřového masa je zhoršení jeho vaznosti (schopnost udržet v mase jeho přirozeně obsaženou vodu, ale i vodu technologicky přidávanou).

Vznik vady PSE souvisí s intenzivním šlechtěním prasat na vyšší zmasilost, při níž bylo v krátké době dosaženo vynikajících výsledků. Hlavní příčina vzniku této vady je abnormálně rychlá anaerobní glykolýza v postižených kosterních svalech, která je vyvolána stresem (Valenta et al., 1995).

O kvalitě masa rozhoduje průběh posmrtných změn, které v mase probíhají po porážce zvířete. Lze ji detekovat na základě stanovení hodnoty pH, barvy a ztráty odkapem. Zdravá zvířata vykazují hodnotu pH 7,4. Za standardních podmínek nastává během 6-8 hodin po porážení pokles pH 5,6 - 5,7. U zvířat citlivých na stres se tyto změny projevují jako odchylka jakosti PSE a DFD. Normální tělesná teplota je 39 °C, za fyziologických podmínek klesá ve svalech teplota po porážce během 45 minut na hodnoty 38 a 36 °C. Jejich výskyt však může být způsoben i nesprávným postupem při zrání masa, protože po usmrcení zvířete nastane přerušování krevního oběhu a tím dojde k přerušování přívodu kyslíku do svalů, ve kterých začnou převládat anaerobní pochody (Stupka et al., 2013). Vznik vad masa má, ale mnoho jiných příčin; mezi důležité se řadí řada intravitálních faktorů včetně omračování nebo genotyp zvířat, nicméně jednotlivých příčin je mnoho, nemůžeme je bezpečně určit. Prevence výskytu PSE lze účinně ovlivňovat geneticky a šlechtitelsky.

Z genetického hlediska je zásadní rozdíl mezi vnímavostí prasat ke stresu a mezi jakostními odchylkami vepřového masa. Vnímavost prasat ke stresu je založena jednoduše dědičně a můžeme ji zjistit halotanovým testem. Naproti tomu jakostní znaky u vepřového masa patří do oblasti genetiky kvantitativních znaků. Z toho vyplývá, že zvířata vnímavější ke

stresu nemusí vykazovat jakostní odchylky masa. PSE odchylka se nejčastěji a nejvýrazněji projevuje u nejdelšího zádového svalu u prasat (*M.long.lumborum et thoracis*). Charakteristickým znakem je prudký pokles hodnoty pH do 1 hodiny od poražení zvířete a této skutečnosti se využívá k objektivní identifikaci jakostní odchylky.

Instrumentální a senzorické porovnání kvality masa standardního versus masa s PSE provedli (Van Oeckel et al., 2003) na skupině 80 jatečných prasat. Výzkum konkrétně zahrnoval kvalitu masa z *musculus longissimus thoracis et lumborum LTL*, *m. longissimus thoracis* (LT) a *m. longissimus lumborum* (LL). Výsledkem bylo, že maso z části předních hrudních obratlů bylo bledší, ale vykazovalo příznivější hodnoty pH 45 minut *p.m.* a menší ztráty při vaření, navíc bylo šťavnatější a křehčí, než maso pocházející z části v polovině beder. Tento závěr byl uveden jak u masa standardního, i u PSE masa, z čehož lze vyvodit, že střední část beder je nevhodnější referenční místo pro určení kvality masa, lze tak eliminovat neakceptovatelnou kvalitu masa.

Josell et al. (2003) provedli rozsáhlou studii kde u vybrané skupiny prasat a zkoumali vliv křížení a výskyt fenotypu RN na kvalitu masa. Studie byla provedena na čtyřech různých křížení prasat, která zahrnovala prasnice Švédské Landrace (L), Yorkshire (Y) a kance plemen Hampshire (H), Duroc (D), Yorkshire (Y) nebo Hampshire x Yorkshire (HY). Prasata byla dále rozdělena v závislosti na přítomnosti alely RN. Výsledkem studie bylo, že kříženci LYD měli nejvyšší výskyt PSE v *musculus longissimus dorsi*. Maso z kýty kříženců LYH, kteří byli nositeli RN⁻ alely, vykazovala nejvyšší výskyt PSE (23%) kolem stehenní kosti, což znamená, že pokud je pH příliš nízké, je hluboké svalstvo, kde je rychlost ochlazení nižší, velmi citlivé na vznik PSE.

Masný průmysl s orientací na vepřové maso prošel v posledních pěti dekadách značným vývojem. Byly identifikovány genetické markery, na jejichž základě se odstraňují citlivá zvířata ze stáda, nebo markery, které jsou spojeny s regulací vápníku v *post mortem* stádiu. Barbut et al. (2008) ve své práci uvádí, že i přes značný vývoj v genetice, který nyní představuje masivní část selekce prasat náchylných na PSE, je také nezbytné věnovat pozornost procesu zpracování masa v raném *postmortem* procesu a je nutné věnovat se problematice environmentálního *antemortem* stressu, který má také vliv na vznik PSE.

Problém PSE se nepříznivě projevuje v kvalitě masa a je proto zřejmé, že budoucnost v produkci vepřového masa je zejména v tom, aby se dokázala zajistit stabilní, konzistentní a předvídatelná kvalita masa, která uspokojí nároky zákazníků. Nicméně, vnímání kvality masa konečným spotřebitelem je také záležitost značně subjektivní, jak popsal Yuan et al. (2014), protože PSE maso je někdy vnímáno velmi kladně na trzích, kde je světlá barva masa

považovaná za pozitivní jev. PSE maso nelze uplatnit ve výsekovém prodeji, na porcování, balení. Můžeme je zapracovat v menším podílu do velmi homogenních tepelně opracovaných výrobků, u kterých se PSE maso setkává s velmi vazným hovězím masem.

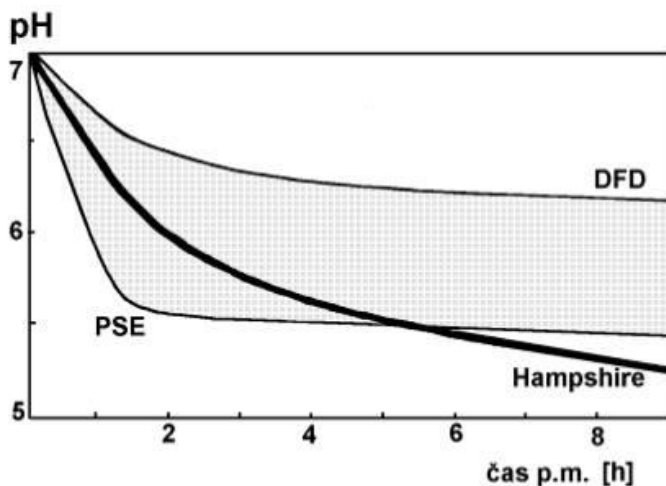
3.2.1.2 DFD maso

Vada jakosti masa označovaná jako DFD (Dark = tmavé, Firm = tuhé, Dry = suché) vyskytuje se především u hovězího a v menší míře u vepřového masa. Odstrčil et al. (2006) popsali, že se objevují u vepřového masa jako důsledek necitlivého zacházení se zvířaty, je to reakce na stresové faktory. Příčina spočívá ve fyzickém vyčerpání zvířat bezprostředně před porážkou, zejména při přepravě zvířat na jatka. Nejčastěji trpí jatečná prasata, která mají velmi omezenou schopnost tělesné termoregulace. Je to dáno relativně silnou vrstvou podkožního tuku po celém těle, která omezuje pocení. Negativní jsou, ale také vlivy, které působí na ostatní zvířata, např. říjící se zvířata, útoky zvířat mezi sebou, poraněná zvířata (Steinhauser et al., 2000).

Bezprostřední příčinou vzniku DFD vepřového masa je nadměrná fyzická námaha prasat před jejich porážením. Steinhauser et al. (1995) napsali, že fyzickou zátěží se vyčerpá svalový glykogen a vzniká kyselina mléčná a je ještě před porážkou odvedena ze svalů krví. Je-li v této situaci zvíře poráženo, nemůže se svalovina obvyklým způsobem okyselit, poněvadž glykogen, jako zdroj tvorby kyseliny, již chybí. Vzniká tedy vhodné prostředí pro rozvoj mikroorganismů a jejich proteolytických enzymů a tedy pro rychlé kažení masa. Příčina vzniku DFD vepřového masa je tedy velmi jednoduchá a lze jí proto jednoduše a účinně předcházet. U prasat je komplikací skutečnost, že zvířata citlivá na stres jsou více než zvířata rezistentní mnohem náchylnější k psychickému vzrušení a následně k fyzickému vyčerpání. Tím pádem v takové situaci poražené zvíře poskytne velmi tmavě zbarvené maso (spotřebitel to může vyhodnotit tak, že maso pochází z velmi starého zvířete). Hovorka et al. (1989) tvrdí, že DFD maso obsahuje v okamžiku porážky malý zbytek glykogenu a ATP, velmi málo kyseliny mléčné je z velké části vyplaveno ze svalových buněk do krve. Ze zbytku glykogenu vznikne již jen málo kyseliny mléčné, takže pH se sníží jen mírně a nepoklesne v celém průběhu *post mortem* pod 6,2 pH.

Kameník et al. (2011) napsali, že negativní vlastnosti DFD pocházejí od vysoké konečné hodnoty pH. Ta dosahuje 24 - 48 hodin po porážce hodnot pH nad 6,2. Jsou-li energetické rezervy ve svalu (glykogen) před porážkou spotřebovány (dlouhé lačnění zvířete, extrémně stresová situace), potom se po porážce netvoří žádné, nebo jen minimální množství

kyseliny mléčné. Hodnota pH klesá jen nepatrně. Za 24. hodin po porážce je stále vyšší než 6,0. Pro nižší údržnost pH 6,0 - 6,2 a náchylnost k mikrobiálnímu kažení není vhodné pro výrobu fermentovaných masných výrobků.



Obr. 1: Průběh pH u normálního, PSE, DFD a „Hampshire“ masa (Pipek et al., 1998)

3.2.1.3 RSE

U prasat byla popsána kvalitativní vada masa, označovaná jako RSE - maso (Red = červené, Soft = měkké, Exudative = vodnaté) Van Laack a Kaufmann, (1999). Maso s touto vadou vykazuje typické červené zbarvení standardního masa zároveň, ale vykazuje pro PSE - maso typickou sníženou vaznost vody při normálním průběhu poklesu pH hodnoty.

Dle Kaufmanna et al. (1992) je přibližný výskyt této vady masa ve vepřové panence asi v 30%. Podstata této vady není objasněna.

Dle Stupky et al. (2013) RSE maso způsobuje hospodářské škody na základě nižší vaznosti masa. Můžeme ji objektivně posoudit až v pozdní postmortální době použitím metod jako je třeba ztráta masové šťávy odkapem. Dokonce existuje domněnka, že se jedná o mírnější formu PSE masa. V poslední době byla zjištěna u RSE typická denaturace myofibrilárních a sarkoplazmatických bílkovin. Změny, ale nebyly výrazné a proto nelze prokazatelně říci, že mají zhoršenou schopnost vázat vodu.

3.2.1.4 Hampshire efekt

Postihuje zejména prasata plemene Hampshire (Steinhauser et al., 2000), která mají bílé sádlo, velmi dobrou jatečnou výtěžnost bez extrémního osvalení, s nízkou vrstvou

hřbetního sádla. Kvalita masa je u tohoto plemene sice velmi dobrá, nicméně v něm dochází k projevu tzv. Hampshire faktoru, tedy k výrazně rychlému okyselení s projevy vady PSE. Ve svalech se ukládá vyšší obsah glykogenu a to vyvolá rychlejší průběh postmortální glykogenolýzy.

Hampshire efekt je varianta defektu PSE a souvisí i se šlechtěním prasat na vysokou zmasilost. Pokud je pH nižší než 5,4 maso je provázeno zhoršenou vazností a světlejší barvou, může to být výraznější než u vady PSE masa (Stupka et al., 2013).

3.2.1.5 Chladové zkrácení

Problém chladového zkrácení začal vznikat při zavádění ultrarychlého nebo šokového chlazení jatečně opracovaných zvířat, aby byly sníženy hmotnostní ztráty i ve snaze zlepšit chladírenské skladování (www.cszm.cz). Tyto způsoby chlazení, však byly velmi rychlé. Maso bylo schlazeno ještě před nástupem *rigoru mortis* pod 10°C a tím došlo k silné a nezvratné svalové kontrakci. Maso je v důsledku velmi tuhé a jeho tuhost nelze změnit ani delším průběhem zrání, ani tepelnou kulinární úpravou. Prevence spočívá v regulaci rychlosti chlazení, tzv. kondicionáním a v elektrostimulaci poražených zvířat (Stupka et al., 2013).

3.3 Faktory vnitřní

3.3.1 Plemeno

Současná plemena prasat můžeme rozdělit dle různých hledisek, jakými jsou stupeň prošlechtění, velikost tělesného rámce, užitkový typ, postavení ucha, utváření štětín, barva, země původu, místo domestikace. Dle Sambrus et al. (2006) plemena prasat chovaná v současnosti v ČR odpovídají požadavkům trhu na libové maso – plemena české bílé ušlechtilé, české výrazně masné, česká landrase a bílé otcovské jsou masného užitkového typu. Přestické černostrakaté je jako genová rezerva typu sádelnomasného. Dále se zde chovají specializovaná masná plemena světového sortimentu pro účely hybridizace a to duroc, hampshire a peitrain.

Pulkrábek et al. (2005) uvádí, že mateřská plemena šlechtíme na vynikající reprodukční vlastnosti, výbornou růstovou schopnost při nízké spotřebě jadrných krmiv, příznivé parametry jatečné hodnoty při velmi dobré kvalitě masa, odolnost vůči stresu,

adaptabilitu chovu ve všech typech technologií, velký tělesný rámec, dobrý zdravotní stav a pevnou konstituci, utváření a funkčnosti končetin a vhodnost kanců k inseminaci.

Pulkrábek et al. (2005) dále uvádějí, že otcovská plemena šlechtíme na výbornou jatečnou hodnotu, velmi dobrou růstovou schopnost a konverzi živin, přiměřenou reprodukční schopnost, dobré zdraví a pevnou konstituci, střední až velký tělesný rámec, utváření a funkčnost končetin, vhodnost kanců k inseminaci.

Tab. 2: Vybrané ukazatelé kvality masa u otcovských a mateřských populací prasat (Steinhauser et al., 2000)

| Plemeno | pohlaví | pH1 | pH24 | Barva masa | Intramuskulární tuk (%) |
|-----------------|-----------|------|------|------------|-------------------------|
| Bílé ušlechtilé | Prasničky | 6,02 | 5,57 | 58,18 | 1,68 |
| | Vepřici | 6,1 | 5,58 | 57,38 | 1,69 |
| Landrase | Prasničky | 6,12 | 5,5 | 57,43 | 1,61 |
| | Vepřici | 6,08 | 5,51 | 55,38 | 2,07 |
| Hampshire | Prasničky | 6,31 | 5,73 | 61,88 | 2,34 |
| | Vepřici | 6,34 | 5,76 | 59,29 | 2,08 |
| Duroc | Prasničky | 5,89 | 5,6 | 55,02 | 3,35 |
| | Vepřici | 6,07 | 5,6 | 57,34 | 3,71 |

3.3.1.1 Duroc (D)

Čechová et al. (2003) uvedla, že Duroc je univerzálním plemenem s genetickou a fenotypovou variabilitou od kombinovaného až po vyhraněný masný užitkový typ. K nám bylo toto plemeno importováno začátkem 70. let z USA. Pravděpodobně se na jeho vzniku podílela červená prasata. Za další předchůdce duroca se považují prasata dovezená do Ameriky španělskými dobyvateli. Původně existovali na severovýchodě USA tři červené rázy: Jersey Red, Red Duroc a Red Berkshire, které se později sloučily do plemene Duroc–Jersey. Plemenný standard existuje od 1885 (Sambrus et al., 2006).

Plemeno Duroc má větší až velký tělesný rámec. Tato zvířata vyznačuje krátká, lehká, jemně prosedlaná hlava, která plynule navazuje na dobře osvalený, delší krk. Hrud' je středně dlouhá s mírně klenutými žebry. Trup je kratší, válcovitý, dostatečně široký, dobře zmasilý. Zád' plynule navazuje na bedra, bývá mírně sražená. Kýty jsou dobře osvalené. Končetiny vysoké, suché, pevné, u zadních je povolen strmý postoj. Barva plemene se vyskytuje od žluté po tmavě hnědou. Nejčastěji má rezavé zbarvení. Prasata mají poloklapouché uši. Plemeno je masného užitkového typu. Vykazuje dobrou reprodukční užitkovost, dobrou jatečnou

hodnotu. Specifikem je výborná kvalita masa, vysoký podíl intramuskulárního tuku a téměř nulový výskyt PSE masa. Plemeno duroc je stresu odolné, je klidného temperamentu (Stupka et al., 2013).

Dle Žižlavského et al. (2002) dosahuje vysokých denních přírůstků a dobré konverze živin. Finální kanci zvyšují růst, vitalitu a robustnost vrhů křížením s bílými prasnicemi. Maso je chuťově i vzhledově dobré, tučnější než jiní s dobrým mramorováním, šťavnatostí a jemností je zde i snížený výskyt PSE a DFD masa.



Obr. 2. Duroc (<http://www.chovzvirat.cz/zvire/3421-prase-duroc/>)

3.3.1.2 Pietrain (PN)

Sambrus et al. (2006) popsali, že původ plemene Pietrain se vztahuje k anglickému plemenu berkshire do oblasti Belgie. Nejdřív tato prasata choval pouze chovatel v malé vesnici Pietrain, proto tento název, brzy se však rozšířila do celé oblasti.

Vzhledem k menší plodnosti, nižším přírůstkům, vysokou náchylností ke stresům bylo u nás v 70. letech od jeho chovu u nás upuštěno. Začalo se k nám importovat zase po roce 1989 a to hlavně z Rakouska a Německa. Typickým znakem plemene je mediální rýha končící u kořene ocasu (Čechová et al., 2003).

Jde o typicky otcovské plemeno používané dle podmínek jednak v čistokrevné formě a jednak pro tvorbu speciálních hybridních linií. V současné době existuje linie, které jsou stres negativní (Žižlavský et al., 2002).

Pietrain je nejmladším plemenem západní Evropy. U chovatelů je oblíbené z důvodu vysoké zmasilosti. Jde o plemeno středního tělesného rámce. Zvířata mají jemnou, ušlechtilou, suchou mírně prosedlanou hlavu. Krk je kratší, velmi dobře osvalený. Hrudník je

válcovitý, středně dlouhý, hluboký. Trup má houslovitý, kratší, široký, s extrémně zmasilou plecí a extrémně zmasilými kýty. Končetiny jsou středně dlouhé, pevné. Chůze je pravidelná. Plemeno je strakaté s šedou kůží, štětiny bílé až černé, jemné, lesklé. U tohoto plemene byly nově vyšlechtěny nové linie. Uši malé, ostrouché. Prasata plemene Pietrain jsou velmi citlivá ke stresům, často bývají nervózní. Jejich využití je ve všech hybridizačních programech. Toto plemeno je typicky otcovské plemeno na jedné straně s nižší plodností a nízkou růstovou schopností, na straně druhé s vynikající jatečnou hodnotou a špatnou kvalitou masa (vysoký výskyt jakostních odchylek masa PSE, nízký obsah intramuskulárního tuku).

Vlivem plemene pietrain na kvalitu masa se zabýval Rybarczyk et al. (2011), který zjistil, že u tohoto plemene dochází s rostoucím podílem svaloviny k vyšší citlivosti zvířat na stres s následnými nepříznivými účinky na kvalitu masa.



Obr. 3. Pietrain (<http://www.chovzvirat.cz/zvire/3423-prase-pietrain/>)

3.3.1.2 Bílé otcovské (BO)

Sambraus et al. (2006) popsali, že se jedná o plemeno, které vzniklo v ČR v 90. letech 20. století především dovozem masných typů prasat plemene velké bílé z Velké Británie, částečně také výběrem výrazně masných prasat z mateřské populace.

Plemeno je otcovskou linií bílého ušlechtilého plemene. U nás je chováno jako samostatné plemeno. Vzniklo šlechtěním nepříbuzenských linií plemene Large White, tyto linie svojí vysokou četností umožnily uvnitř tohoto plemene oddělenou selekci na znaky preferující jak mateřské, tak otcovské vlastnosti. Jde o plemeno se středním tělesným rámcem, masného užitkového typu. Má jemnou, suchou, ušlechtilou, mírně prosedlanou hlavu. Krk přiměřeně dlouhý, zmasilý. Hrudník široký, delší. Trup delší, válcovitý, v pečení zmasilý, pevný se zamelou plecí. Zád' rovná, široká. Kýty jsou zmasilé. Končetiny středně dlouhé, pevné suché. Plemeno je ostrouché. Jedná se o náročnější plemeno v chovu a výživě (Stupka et al., 2013).



Obr. 4. Bílé otcovské (<http://www.zootecnika.cz/clanky/chov-prasat/plemena-prasat/plemena-prasat---otcovska-pozice.html>)

3.3.1.3 Česká Landrase (ČL)

Plemeno vzniklo na bázi dovozu zvířat plemene landrase z Polska, Německa, Kanady a Švédska. Pro zlepšení masné užitkovosti se v menší míře využilo pro zušlechťovací křížení s bílým ušlechtilým plemenem. U nás je po bílém ušlechtilém praseti druhým nejrozšířenějším plemenem. Má střední tělesný rámec při pohledu z boku i shora s typickým lichoběžníkovým trupem. Má bílou barvu kůže i štětín, lehkou klínovitou hlavu s klopeným uchem. Charakterizuje se dlouhým středotrupím s velmi dobrým osvalením a jemnější pevnou kostrou. Vyznačuje se velmi dobrými reprodukčními vlastnostmi, vysokou růstovou intenzitou při velmi dobré konverzi krmiva a velmi dobrou masnou užitkovost. Používá se převážně v mateřské pozici (Čechová et al., 2003).



Obr. 5. Česká landrase (<http://www.zootecnika.cz/fotoalbum/prasata/plemena-prasat/ceska-landrase-kanec-.html>)

3.3.1.4 Přeštické černostrakaté (PC)

Žižlavský et al. (2002) napsali, že plemeno bylo v roce 1964 uznáno jako druhé naše domácí plemeno. Je rozšířeno v západních Čechách, kde také vzniklo. V průběhu padesátých let byla provedena regenerace tohoto rázu hlavně plemenem německým sádlovým, které dodalo přeštickému praseti dobré reprodukční vlastnosti a odolnost. Po jeho uznání představovalo užitkový typ masosádelný. Dnes je zařazeno jako genová rezerva, při čemž v chovném cíli je definována pouze reprodukce 13 narozenými selaty na jeden vrh.

Plemeno vykazuje stření tělesný rámec. Má lehkou mírně prosedlanou hlavu, středně dlouhý, široký, hlubší hrudník, kratší kompaktní trup a dobře osvalený hřbet s dobře vázanou plecí. Zád' je rovná, kýta dobře osvalená, břicho má prostorné s dobře vyvinutými struky. Končetiny má středně vysoké, pevné. Jde o klapouchaté plemeno, poloklapouchaté či ostrouché ucho je nežádoucí. Barva je černobílá bez vymezení tělesných partií pro černou a bílou s jemnými štetinami. Jedná se převážně o plemeno masosádelného užitkového typu, což by jej mohlo v současné době předurčovat k využití jako šunkové prase. V hybridizaci se uplatňovalo do 90. let jako mateřské plemeno v pozici „A“ (Stupka et al., 2013).

Dostálová et al. (2014) popsali, že převážná většina registrovaných prasat přeštického plemene je v České republice chována ve středně velkých chovech v konvenčním systému hospodaření.



Obr. 6. Přeštické černostrakaté (<http://www.prestici.websnadno.cz/>)

3.3.1.5 České bílé ušlechtilé (ČBU)

Toto plemeno je našim nejrozšířenějším plemenem. Je masného užitkového typu. Plemeno vzniklo z původního klapouchatého prasete (český štetináč) křížením s dovezenými plemeny z Anglie a Německa. Úroveň genofondu podmiňující vývin reprodukčních i produkčních vlastností je u tohoto plemene vysoká a realizuje se vynikající plodností a

mléčností, nadprůměrnou výkrmností a průměrnou jatečnou hodnotou (Žižlavský et al., 2002).

Čechová et al. (2003) popsali, že je otcovskou linií bílého ušlechtilého plemene. U nás je chováno jako samostatné plemeno. Je bílé barvy, uši má vzpřímené, tělesný rámec střední až větší, kostra je pevná o něco mohutnější než u mateřských linií. Užitkový typ požaduje výrazné vyjádření masného užitkového typu a mediální rýhou na hřbetě. Růstová schopnost je velmi dobrá při výborné konverzi živin.

Stupka et al. (2013) napsali, že představuje jedno z nejčastěji chovaných plemen ve světě. Pro jeho užitkové vlastnosti jej převážně míře předurčuje do A a B pozice v hybridizačních programech. Chovným cílem tohoto plemene je, aby mělo 13 živě narozených selat, s průměrným denním přírůstkem 1250 g v testu vlastní užitkovosti, 2,3 kg při spotřebě KKS na 1 kg přírůstku, 55 -56 % svaloviny a 1,8 % intramuskulárního tuku. Jeho šlechtění v čistokrevné plemenitbě je zaměřeno především na výborné reprodukční a výkrmové vlastnosti a zvětšení tělesného rámce. Jde o středně náročné plemeno, pokud se jedná o podmínky chovu a výživy.



Obr. 7. Bílé ušlechtilé (<http://naschov.cz/prasata-hlavne-z-ceskeho-slechteni/>)

3.3.2 Věk

Věk prasat velmi úzce souvisí s živou hmotností. Nejrychleji a nejdříve rostou kosti, pak následuje růst svaloviny a nejpozději se vyvíjí tuková tkáň. Růst svaloviny je nejintenzivnější v období dospívání. Po dosažení dospělosti se zvyšuje i ukládání tuku. Až do dospělosti se snižuje obsah vody, potom vody opět mírně přibývá. Obsah bílkovin vykazuje pravidelný růst. Věkem zvířete se mění chemické složení jednotlivých tkání. U většiny zvířat

se zvyšuje ukládání tuku před zimou. Kameník et al. (2011) napsal, že prasata nedisponují funkčními potními žlázami v kůži, a proto jsou citlivější na vyšší teploty, které tak mohou působit jako stresující činitel. Naopak v zimě při nižších teplotách prasata snadněji ztrácejí energetické rezervy ve svalech a je vyšší tendence výskytu vady DFD. U starších zvířat bývá vyšší obsah barviv, maso bývá tmavší. Chuť masa mladých zvířat je méně výrazná v důsledku extraktivních látek, kterých s věkem přibývá.

Nejvýhodnější je porážet zvířata v tzv. jatečné zralosti, kdy se ukončuje vývoj svaloviny a začíná ve zvýšené míře produkce depotního tuku (Kadlec et al., 2009).

Pipek et al. (1995) uvádí, že další chov po dosažení jatečné zralosti je neefektivní, protože jde již jen o konverzi krmiv na tuk a tedy o plýtvání krmivem a zhoršuje se jakost masa. Dobu nutnou k dosažení jatečné zralosti charakterizuje veličina ranost.

3.3.3 Genotyp

Genotyp se z velké části podílí na kvalitě masa. Pomocí genetiky je vyvíjen selekční tlak na snížení výšky hřbetního tuku a zvýšení podílu masité části jatečného trupu. Negativním důsledkem tohoto snažení je častější výskyt PSE a DFD masa a v neposlední řadě také úhyny.

Gen RYR1 je považován za gen pro kvalitu masa. Tento gen řídí membránovou bílkovinu, jež zprostředkovává prostup vápníku přes buněčnou stěnu. Mutace v tomto genu se projevuje syndromem zhoubné hypertermie. Nachází se na 6. chromozómu. Detekují se dvě alely genu RYR 1. Jsou to alely N a n. Liší se od sebe záměnou jedné báze cytosin za thymin a opačně. V případě báze cytosinu (C) jde o dominantní alelu N, vyvolává u prasat náchylnost ke stresům a thymin (T) jde o recesivní alelu n, vyvolává náchylnost ke stresu. Na základě těchto skutečností lze určit vztah genotypu prasat odolnost ke stresu a tím i jakostním odchylkám masa, kdy genotyp

- NN je stresu odolný, tedy i odolný k jakostním odchylkám masa,
- Nn je stresu odolný, ale přenáší citlivost na potomky
- nn je citlivý na stres a způsobuje jakostní odchylky masa (Stupka et al., 2013).

Projevuje se na vlastnostech jatečného trupu a kvalitě masa např. častým výskytem PSE masa, což je velmi blízko spojené s PSS (prasečí stresový syndrom), který se projevuje silnými svalovými stahy, zvýšenou teplotou, pupínky na kůži, zčervenáním kůže a v konečném stádiu smrti. Kvalita masa a zmasilost jatečného trupu je výsledkem dědičnosti ze strany matky i otce.

Jin et al. (2006) provedli studii, při které zkoumali vztah mezi PSS, který přímo souvisí s genem RYR 1 a kvalitou masa. Přišli na to, že náchylnost prasat na PSS má souvislost s genotypem a potencionální spojení s hřbetním sádlem a JUT. Pro studii použily Landrace, Yorkshire Duroc a jen Duroc. Landrace, Yorkshire Duroc měla za následek vyšší hmotnost. Potencionální spojení s výškou hřbetního sádla a JUT.

3.3.4 Pohlaví

Efekt pohlaví je funkcí pohlavních hormonů a následně rozdílným temperamentem a rozdílnou intenzitou metabolických procesů samců i samic. Samičí mechanismus metabolizuje úsporněji a ukládá část energie jako rezervní tuk pro budoucí vývoj plodu a pro přežití nepříznivých podmínek. Maso samic obsahuje více tuku než maso samců. Kastrace se praktikuje zejména u kanců (kastrovaný kanec se nazývá vepř) pro omezení kančího pachu, (5α -andro-16-sten-3-on a skatol) Kadlec et al. (2002).

Pipek et al. (1998) uvádí, že při hodnocení vlivu pohlaví na jakost masa je třeba zohlednit i vliv říje a březosti u samic. Vliv říje u prasnic je velmi výrazný a projevuje se zvýšenou vodnatostí masa. Vliv březosti je obecně v první polovině malý, ale dalším průběhem je svalovina ochuzována o nutričně významné složky a je vodnatější. Rovněž nedostatečným krmením samic se kvalita masa zhoršuje.

U samců je vlivem pohlaví třeba uvažovat i o kastraci. Oproti kastrátům rostou nekastrovaní samci rychleji, lépe využívají krmivo a tím mají i větší jatečnou výtěžnost, méně tuku a vyšší zmasilost. Má to i své nevýhody, které vyplývají z rozdílného temperamentu a pohlavního chování. Nekastrovaní jedinci jsou agresivnější, mívají pohlavní pach a s ním spojenou nižší jakost masa. U prasat jsou pro účely výkrmu používány prasníčky a vepřici. Kanečci jsou dnes využíváni jen ojediněle. Nejintenzivnější pach má maso vyřazených plemenných kanců. Kromě genetické predispozice ovlivňuje intenzitu pachu i zacházení s kancem. Pach je intenzivnější po přepravě, při přemísťování mezi skupinami i v důsledku ustájení v blízkosti prasníček, které jsou v říji. Tento nepříjemný pach způsobuje, že maso je považováno za méně hodnotné a v některých případech může být i nepoživatelné (Steinhauser et al., 1995).

3.4 Faktory vnější

3.4.1 Doprava

Doprava zvířat na jatky je zajišťována většinou motorovými prostředky. Převahu si zajišťuje chovatel nebo přímo jatka. Dopravce musí mít k přepravě povolení, které vydává Krajská veterinární správa. Dopravou se rozumí přeprava jatečných zvířat z farem na jatka. Mezi nejpoužívanější přepravu patří silniční nákladní doprava, která musí mít speciálně upravené prostory pro přepravu živých zvířat a proškolenou obsluhu, jež bude zvířata přepravovat. Je nesporné, že doba trvání přepravy je aspektem, který může ovlivnit welfare a kvalitu masa. Nicméně, zhodnocení welfare není vždy jednoduché a k jeho stanovení musí být použito více indikátorů. Chování, fyziologické změny vztahující se ke stresové reakci a kvalitě masa mohou přinést důležité informace. Dalšími faktory může být nakládka, vykládka, velikost stáda, meteorologické podmínky, vlastnosti vozidla, doba bez krmiva a vody nebo míchání zvířat z rozdílných skupin. Při přepravě na jatka je třeba myslet na to, že zvířata před porážkou mají být 12 hodin vylučněná, ale přístup k vodě jim je nutné zajistit vždy.

Pérez et al. (2002) zkoumali přepravu zvířat ve Španělsku. Zjistili, že prasata, která byla přepravována krátkou dobu, mají nižší kvalitu masa, než prasata vystavená středně dlouhé době přepravy, přibližně 3 hodiny. Tento tříhodinový transport umožnil zvířatům adaptaci na přepravní podmínky a působil na ně jako období klidu při ustájení. Prasata vystavená krátkodobému transportu nemají čas se adaptovat na přepravní podmínky, z toho důvodu na ně působí více stres než na prasata, která jsou přepravována dobu delší. Působení přepravní doby na welfare a kvalitu masa může být důležitější, než vliv genotypu a pohlaví. Z těchto výsledků lze předpokládat, že prasata vystavena krátkodobé přepravě mají vyšší tendenci ke vzniku PSE masa, než je to u zvířat přepravovaných déle.

Scheeren et al. (2014) zjistili, že jsou rozdíly v přepravě v zimním období a letním období. Tyto rozdíly jsou v přímé souvislosti se zraněním způsobených přepravou (odřeniny, hematomy, zlomeniny atd.) Prasata vykazovala v zimním období větší náchylnost ke zranění než v období letním.

3.4.2 Nahánění

Zvířata na jatkách musí být ušetřena veškerému vzrušení, bolesti, utrpení, kterému je možné se vyhnout. Naháněcí uličky musí být zkonstruovány tak, aby se riziko poranění

snížilo na minimum. Rány mohou směřovat jen na zadní končetiny. Je zakázáno drtit, kroutit a lámat ocas nebo tlačit do očí.

Je zakázáno používat jako poháněcí zařízení pro zvířata elektrických přístrojů, které slouží k omračování. Zvířata, která nemohou chodit, nesmí být na porážku vláčena, ale musí být utracena tam, kde ulehla nebo mohou být převezena na plošině na místo určené k porážce.

Steinhauser et al. (1995) publikoval, že zvířata, která mají být poražena, je třeba připravit tedy příslušně ošetřit. Ošetření zvířat před porážkou spočívá zejména v očištění těla. Prasata je možné sprchovat vodou o teplotě těla (37-39°C). Přispívá to k uklidnění před porážkou a zvyšuje se i vodivost těla, což je vhodné při následujícím omračování elektrickým proudem.

3.4.3 Odpočinek

Zvířata, která čekají na porážku, členíme do skupin, aby se předešlo soubojům zvířat, stresu a jejich fyzické námaze. Mělo by se zachovávat původní stádo pohromadě a nemísit je s jinými stády. V posledních deseti letech jsou názory na dobu odpočinku jatečných zvířat po příjezdu na jatka rozdílné.

Dříve se požadoval dvanáctihodinový odpočinek. Bylo zjištěno, že dochází k zneklidňování a fyzickému vyčerpání vzájemnými souboji, z čehož vyplývá, že takové situace nejsou odpočinkem, ale fyzickou a psychickou zátěží což má za následek negativní účinky na jakost masa a možnost vzniku DFD.

Dnes převládají názory, že po zhruba dvouhodinové silniční dopravě a vyložení na jatkách má být odpočinek po dobu 2 - 3 hodin. Musí se dávat pozor na přehřátí organismu zvířat dopravou, je zde totiž velké nebezpečí výskytu PSE.

3.4.4 Omračování

Při usmrcování zvířat je nutné se řídit zákonem č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, jeho změnami a vyhláškou č. 418/2012 Sb., o ochraně zvířat při usmrcování a její změnou ve vyhlášce č.34/2013 Sb.

Porážka jatečných zvířat začíná omráčením. Při omráčení musíme dbát na to, aby zvíře bylo vystaveno co nejméně fyzickému a psychickému zatížení. Cílem omráčení je uvedení jatečného zvířete do stavu bezvědomí, tedy vyřazení centrální nervové soustavy z činnosti, ale musí být zachována srdeční činnost. V dnešní době se požaduje, aby ztráta vědomí nastala

během první sekundy omráčení. Při omráčení se vždy poruší metabolismus, u něhož dojde k uvolnění hormonů a to noradrenalinu a adrenalinu, které vyvolají odbourání glykogenu a vytvoří se kyselina mléčná. Pokud se chceme vyhnout myopatii, tak musíme dbát velké pozornosti, jak omráčení provést.

Omráčení můžeme provést několika způsoby: elektrickým proudem, úderem nebo chemickým omráčením.

Způsob omráčení elektrickým proudem je prováděn tak, že elektrický proud působí po obou stranách hlavy zvířete. Tato metoda je většinou využívána na jatkách, ale dá se použít nejen u prasat, ale i skotu. Některá jatka používají i omračování prasat oxidem uhličitým.

Steinhauser et al. (1995) zjistil, že při elektrickém omračování dochází v důsledku silných kontrakcí svaloviny ke zvýšení spotřeby energie, při vyšších napětích se objevují i zlomeniny, někdy se vyskytují krvavé body (extravasáty) ve svalovině a ve vnitřních orgánech. Dochází k tomu zejména při opožděném vykrvování, kdy zvýšením krevního tlaku při podráždění mozku a následnými silnými kontrakcemi svaloviny praskají krevní kapiláry a malá množství krve se vylévají do svaloviny. Extravasáty vznikají zejména při nízkovoltovém omračování a to především v oblasti plece a kýty.

Dále se využívá způsob úderem, např. gumovou palicí nebo střílecím přístrojem. U prasat přístroj směřuje kolmo k čelní kosti a to asi 2,5 cm nad spojnicí očí. U kanců je to místo asi 5 cm nad spojnicí očí k jedné straně valu, který probíhá středem lebky.

Při mechanickém omračování proražením čelní kosti dochází k rozrušení čelního mozku a tím ztráty vědomí. Motorické části zůstávají zachované. Následkem jsou silné kontrakce a zvyšuje se koncentrace adrenalinu, z tohoto důvodu je zde nejvyšší podíl PSE masa.

Používání různých anestetik k omráčení se považuje za vysoce humánní způsob, který ale není tak rozšířený z ekonomických a hygienických důvodů. Nejčastěji je rozšířený použití oxidu uhličitého ve směsi se vzduchem. Dochází k narkotizaci a k hypoxii. 60-65 % oxidu uhličitého narkotizuje, při vyšší koncentraci 75-80 % spíše vede k hypoxii. Jde o anestezii v určitém období, kdy dochází k excitaci, zvířata mají vyřazené vědomí, ale pohybují končetinami. Zůstávají klidná až po excitaci. EEG dokázalo, že k excitaci dochází až v bezvědomí.

Výhodou při tomto způsobu omračování je, že nenastávají křeče, zvířata jsou v uvolněném stavu, objevuje se méně extravasátu ve svalovině, srdeční činnost je zachována, frekvence dýchání poklesne a obvykle proto nedojde ke krvácení do plic a svaloviny a je menší výskyt zlomenin.

Všechny osoby provádějící omračování zvířat musí mít patřičné znalosti, aby tuto činnost mohly provádět humánním způsobem. Pro prasata je typické omračování elektrické. Po veterinárním vyšetření je zvíře omráčeno povoleným způsobem a usmrceno vykrvením.

3.4.5. Vykrvení

Vykrvení musí být provedeno co nejdříve, aby zvíře nepocitlo. Tuto porážku musí provádět osoba odborně způsobilá, která je povinna dbát o minimální utrpení zvířete.

Ve výjimečných případech, zejména v nebezpečí z prodlení, může úřední veterinární lékař povolit usmrcení zastřelením. Celkový stupeň vykrvení závisí na druhu zvířete, pohlaví, nakrmením, způsobu zacházení, způsobu omráčení, polohou při vykrvení a místě vpichu. Dále má také vliv i kvalita nástrojů a kvalifikace pracovníků (Steinhauser et al., 1995).

Vykrvení trvá zhruba 3-4 minuty. Krev z počátku teče rychle, během 6-8 sekund vyteče polovina krve. První krev je pulzující a vytéká pod tlakem. Následuje krev odkapávací, která vytéká pomalu.

3.4.5 Zachlazení po porážce

Steinhauser et al. (2000) popsali, že cílem zchlazení masa je zpomalení množení organismů a tím prodloužení údržnosti a zajištění zdravotní nezávadnosti masa. Vedle sušení jde o jednu z nejstarších konzervačních metod masa. Chlad k prodloužení tržnosti masa využívali lidé již na základě empirické zkušenosti, kdy maso ukládali v chladných částech jeskyní nebo sklepech. Později byly budovány tzv. ledárny, které byly ochlazovány v teplých částech roku přírodním ledem vyskládaných v zimě do stěn.

Správné vychlazení masa je závislé na několika základních podmínkách, z nichž nejdůležitější je teplota, rychlost proudění, vlhkost chladicího vzduchu, velikost teploty, biochemické vlastnosti a stupeň mikrobiální kontaminace masa.

Teplota vzduchu je z nejdůležitějších faktorů pro správné zchlazení masa. V našich podmínkách se nejvíce používají rychlozchlazovny. Rychlozchlazovny jsou založeny na jednorázovém naskladnění půlek nebo čtvrtí do předchlazené chladírny, její uzavření a rychlém vychlazení masa. Teplota vzduchu se pohybuje od -1°C do + 2°C při relativní vlhkosti vzduchu 85-95 % a proudění vzduchu 0,5 do 3m.sek. Pokles teploty masa je pozvolný takže tam mohou probíhat biochemické změny v mase předcházejícímu nástupu rigoru mortis a současně je teplota dostatečně nízká, aby se zamezilo pomnožování mezofilních a případně i patogenních mikroorganismů. Doba potřebná k dosažení požadované

teploty 7°C v jádře je asi 12 - 24 hodin. Takto vychlazené maso může být expedováno, bouráno nebo chladírensky skladováno.

Mezi další důležité faktory při zachlazování patří rychlost proudění vzduchu. Pro vychlazení je zapotřebí velké množství vzduchu, aby stačil přebytečné teplo odvést. Proto zejména v předchladírnách a rychlozchlazovacích tunelech, kam se vpravuje maso s vysokou teplotou, je třeba silného proudu vzduchu, aby bylo teplo odvedeno ve stanovené době. Oběh vzduchu je buď přirozený nebo umělý. Přirozený oběh vzduchu vzniká teplotním rozdílem ochlazeného a otepleného vzduchu kdy částice vzduchu ochlazené pod stropními chladicími systémy klesají jako těžší dolů a teplý vzduch vstoupá nahoru. Tento systém je málo výkonný nehodí se k zachlazování masa po porážce. Pro rychlé a kvalitní zchlazování masa se dnes používají rychlozchlazovny s velmi intenzivním prouděním vzduchu. V zásadě jde o systém komorový nebo tunelový. Dnešní moderní rychlozchlazovny jsou obvykle jednoduché sendvičové panelové stavby členěny do dvou sekcí – první s intenzivním odváděním páry odváděné z jatečních těl se snížením teploty masa a jeho oschnutím a druhé s nižší intenzitou proudění vzduchu pro dochlazení jádra masa.

Vlhkosti vzduchu při zachlazování masa se musí věnovat zvýšená pozornost, má přímý vliv na utváření vlastností povrchu masa podmiňujících životní pochody přítomných mikroorganismů a jejich rozmnožování. Vlhkost ve vzduchu je podmíněna přítomností vodních par. Mezi teplotou a relativní vlhkostí vzduchu musí být určitý poměr. Příliš vysoká vlhkost podporuje růst mikroorganismů a zrychluje průběh hydrolytických pochodů.

Z hygienických, technologických i ekonomických důvodů se musí v každé fázi postupu masa od porážky až ke kuchyňskému zpracování zabránit vytvoření podmínek vedoucích k rosnému bodu a tím i ke kondenzaci vodní páry na povrchu masa a masných výrobků. K těmto podmínkám náleží povrchová teplota masa, teplota venkovního vzduchu a vlhkost tohoto vzduchu. Kondenzaci vodních par na povrchu masa se dá zabránit snížením teploty v místnosti, snížením relativní vlhkosti nebo zvýšením teploty produktu. Třetí možnost však obsahuje nebezpečí mikrobiálního kažení a proto teplota masa se nesmí přizpůsobovat ostatním dvěma podmínkám.

Při nedostatečném nebo pomalém odvodu tepla z hloubky svaloviny může dojít k zapaření masa. Zapaření je popisováno jako prudký nástup biochemických reakcí doprovázenou prudkým pomnožením mikroorganismů. K zapaření může dojít i při přepřehování chladíren, při nedostatečném proudění vzduchu nebo při pomalém zchlazování tučných kusů. Zapařené maso je pochopitelně nepoživatelné a je vyloučeno z lidského konzumu.

3.5 Fyzikálně chemické vlastnosti masa

3.5.1 pH

Vlková et al. (2009) napsali, že biologická aktivita organismů je silně ovlivněna koncentrací vodíkových iontů v prostředí. Každý mikrobiální druh se může rozmnožovat v určitém rozmezí pH, pro většinu organismů se ta hodnota pohybuje kolem 7 (6,6 – 7,5), ale některé druhy rostou i při pH 4 a méně. pH u masa je poměrně vysoká většinou 5,6 a více, což způsobuje kažení. Udržení vysoké kvality masa je silně závislé na hodnotě pH, která se ustanovuje pro proběhnutí *rigoru mortis*. Maso unavených zvířat obsahuje málo glykogenu, který je zásadní pro vznik kyseliny mléčné. Svalovina nestresovaných a odpočínutých zvířat obsahuje kolem 1 % glykogenu, z kterého se v průběhu rigor mortis vytváří kyselina mléčná, která snižuje pH z hodnot kolem 7,4 na 5,6 v závislosti na druhu zvířete. Maso unavených zvířat se tedy kazí rychleji.

Mikrobiální kažení masa je zcela nežádoucí, protože maso kazící nebo zkažené je nepoživatelné. Náchylnost masa ke kažení je dána jeho složením, zejména vysokým obsahem vody, které je u libové svaloviny kolem 75 %. Maso je tedy jako potravina velmi neúdržná (Saláková et al., 2014).

3.5.2 Elektrická vodivost

Podstata metody spočívá v tom, že při biochemickém zrání masa vlivem intenzivní glykolýzy dochází k narušení buněčných stěn masa a narušení izolační účinnosti těchto stěn, které se jinak vyznačují vysokým elektrickým odporem. Maso PSE se vyznačuje nízkým odporem, tudíž vysokou vodivostí. Hodnota elektrické vodivosti se zajišťuje 50 minut *post mortem* ve svalu MLLT na úrovni posledního hrudního obratle a ve středu svalu MS konduktometry (Stupka et al., 2013).

3.5.3 Barva, světlost

Kadlec et al. (1995) popsali barvu masa jako velmi nápadný znak, podle kterého posuzuje spotřebitel kvalitu masa a masných výrobků.

Červená barva je způsobena hemovými barvivy, myoglobinem a hemoglobinem. Tvoří je bílkovinný nosič, globin a barevná skupina hem, obsahující atom dvojmocného železa,

komplexně vázaného v protoporfyrinovém skeletu. Podíl hemoglobinu přitom závisí na tom, jak kvalitně je maso vykřveno. Změna barvy masa souvisí právě s reakcemi na atomu železa. Jednak dochází k vazbě některých molekul na centrální atom, aniž by při tom došlo ke změně valence železa, nebo naopak dochází k oxidaci na trojmocnou formu. Ligand se může na železo navázat jako molekulární kyslík, který chrání atom železa před oxidací. Dochází k tomu při vysokém parciálním tlaku kyslíku (stačí běžná koncentrace ve vzduchu), naopak při sníženém parciálním tlaku kyslík převládne oxidace železa a myoglobin se změní na hnědý až šedohnědý metmyoglobin (Kadlec et al., 2002).

Karamucki et al. (2011) zkoumali barevné odstíny masa a porovnávali je z jeho kvalitou. Nejvýhodnější metoda je popsána Kortzem (1966), která byla upravena Karamucki (2008). Oba zkoumali barevné odstíny masa a porovnávali je s jeho kvalitou. Na vzorku masa nejdříve hodnotily senzorické vlastnosti, pak fyzikálně chemické analýzy a potom byla provedena měření barvy. Změny barvy byli vyvolané osvětlením vzorků zářivkou o intenzitě 1250 luxů v atmosféře nasycené vodní párou. Hodnoty byly měřeny před a po osvětlení. Prokazatelně se zjistilo, že barva masa je přímo spojena s kvalitou.

3.5.4 Vaznost

Vaznost masa je schopnost masa poutat vodu přirozeně v něm obsaženou a další ze schopností je přijmout určité množství vody, které je třeba udržet ve výrobku i po jeho tepelném opracování. Vaznost je ovlivněna několika faktory. Nejnižší vaznost je pokud pH se blíží k izoelektrickému bodu bílkovin (5,1 – 5,3). Přídavkem soli se zvyšuje vaznost, zvyšuje se tím rozpustnost bílkovin, vaznost svaloviny s rostoucí koncentrací solí zpočátku stoupá a dosahuje maxima, aby opět klesla na původní hodnotu. Maximum vaznosti nastává při koncentraci soli asi 5%, musíme však vzít v úvahu i obsah tuku a vody. Polyfosfáty zvyšují rozpustnost svalových bílkovin a přidávají se tak pro dosažení lepší vaznosti a snížení hmotnostních ztrát při tepelném opracování. Vyšší teplotou se snižuje vaznost v důsledku denaturace bílkovin. Při stoupající intenzitě rozmělněných svalových vláken stoupá i množství uvolněných svalových bílkovin a tím i vaznost. Největší vaznost má maso těsně po porážení, s postupující dobou od porážky se tam začíná projevovat posmrtné tuhnutí, a to má za následek snížení rozpustnosti svalových bílkovin. Minimální vaznost je 24 – 48 hod. po porážení, potom opět nastává její vzestup (Saláková et al., 2014).

3.6 Senzorické vlastnosti

3.6.1 Vůně a chuť

Chuť masa je dána obsahem extraktivních látek, svalovou strukturou a obsahem tuku ve svalových vláknech. Tyto látky obsahují velké množství aromatických látek, které dávají masu a výrobkům chuť a vůni.

Valle, (2008) zjistil, že elektrická stimulace má přímý vliv na zrání masa *post mortem* a tím přímo na kvalitu masa.

Vůně masa je dána obsahem aromatických látek v mase. Vůně má být přirozená.

Chuť masa u mladých zvířat je méně výrazná z důvodu nízkého obsahu extraktivních látek, kterých s věkem přibývá.

Spotřebitel si vybírá maso podle jeho celkového vzhledu, do kterého patří barva, čistota, nabízená úprava. Také sem patří mramorování, přítomnost a podíl vazivových tkání a poměr tkání svalových, tukových ale i úprava kostí.

3.6.2 Šťavnatost

Šťavnatost masa je vlastnost, která nezaujímá tak významné postavení jako např. textura. Šťavnatost má však při hodnocení masa značný význam při částech masa, určených pro kulinářskou úpravu (minutky). Šťavnatost podmiňuje teplotu a čas tepelné úpravy. Pro dosažení optimální šťavnatosti je potřeba teplot 60 – 67 °C (Martens a kol. 1982). Faktor, který může dále ovlivnit šťavnatost, není jen druh masa, ale také druh svalu z kterého se maso získalo (Jedlička, 1988).

Hovorka (1987) uvádí, že z celkové „Kvality masa“ šťavnatost představuje 75% vody, proto se tomuto ukazateli věnuje zvláštní pozornost a existuje řada objektivních metod k jejímu stanovení (obsahu vody).

Velký vliv na šťavnatost masa má roční období. V teplém prostředí je podíl volné vody větší, zatímco při chladu nižší.

Barton-Gade (1996); Aaslyng et al. (2007) provedly porovnání šťavnatosti masa mezi PSE, DFD a standardním vepřovým masem. PSE vždy získalo nejnižší hodnocení za šťavnatost, pokud byly zjištěny rozdíly. Nicméně, některé studie naznačují, že ve šťavnatosti žádné rozdíly mezi PSE a standardním vepřovým masem nejsou (Winger a Hagyard, 1994; Van Oeckel a Warnants, 2003).

3.6.3 Křehkost

Křehkost masa je dána jeho strukturou, stavem a chemickým složením. Pro dosažení křehkosti je potřeba maso nechat dostatečně dlouho zrát, aby se uvolnila posmrtná ztuhlost.

Velký význam pro křehkost má intramuskulární tuk, který je mezi buňkami rozložen tak, že nemůže být prakticky nějak desikáně oddělen.

Křehkost závisí na obsahu pojivové tkáně, tedy na obsahu kolagenu a stromatických bílkovin, které strukturu masa zpevňují. Křehkost je funkcí obsahu intramuskulárního tuku, maso s vyšším obsahem bývá křehčí. Danou vlastnost lze hodnotit buď sensoricky nebo objektivně pomocí různých texturometrů či tenderometrů (Kadlec et al., 2009).

3.6.4 Mramorování

Kadlec et al. (2002) popsali, v mase jsou lipidy zastoupeny z větší části jako tuky (triacylglyceroly), v menší míře tam jsou přítomny fosfolipidy, doprovodné látky aj. Tuk má v mase význam z hlediska sensorického, je nosičem řady atomových látek. Lipidy se jednak vyskytují přímo ve svalovině (intramuskulární tuk), jednak ve zvláštní tukové tkáni (zásobní tuk). Ze sensorického hlediska je významný zejména intramuskulární tuk, který ovlivňuje chutnost masa a zároveň způsobuje, že je maso křehké. Intramuskulární tuk na řezu svaloviny (mezi svalovými vlákny) vytváří bílou kresbu, která se označuje jako mramorování a je důležitým jakostním znakem masa.

Mramorování masa je způsobeno výskytem viditelného tuku ve svalovině. Je to podmíněno jemnými žilkami v tuku mezi svalovými vlákny, které vytvářejí intramuskulární tuk. Takové maso je vhodné pro výrobu kvalitních uzenářských výrobků (Hovorka, 1989).

Maso, které má vyvinuté mramorování, je více ceněné než maso libové. Je křehčí a má výraznější chuť.



Obr. 8. Mramorované maso (www.cuketka.cz)

4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnocení faktorů ovlivňujících kvalitu vepřového masa. Byl vytvořen literární přehled o problematice kvality vepřového masa, ve které jsou popsány nejen hlavní ukazatelé kvality vepřového masa, jeho chemického složení, ale také vnitřní a vnější faktory, které se na jeho kvalitě významně podílí.

Maso je bezesporu důležitá potravina, která je vyhledávaná především pro jeho obsah plnohodnotných bílkovin. Maso dále obsahuje tuky, nepatrné množství sacharidů, minerálních látek, zejména železa a vitamíny A, B a D. Maso je nedílnou součástí pestré a vyvážené výživy člověka a je jedním z hlavních předpokladů zdravého vývoje každého jedince. Maso je základní výrobní surovina ve všech tradičních masných výrobcích.

Tento produkt má velmi složitou a různorodou histologickou strukturu, proměnlivé chemické složení, technologické a senzorické vlastnosti. Struktura a složení závisí na způsobu života, funkci jednotlivých částí těla a na řadě intravitálních vlivů (druh zvířat, plemeno, pohlaví, věk, způsob výživy, zdravotní stav).

Faktory, které ovlivňují kvalitu masa, jsou tloušťka svalových vláken. Masa vyšších kvalit mají tenčí a jemnější vlákna, oproti tomu masa nižší kvality se vyznačují tlustými, silnými vlákny. Dalším činitelem, který podmiňuje kvalitu, je množství a charakter nitrosvalového vaziva. Kvalitní masa jsou na nízko zatěžovaných bederních svalech a svalech hřbetu a kýty s jemnějšími vlákny.

Faktory ovlivňující kvalitu masa jsou často podceňovány a neúmyslně přehlíženy z nedostatku profesionality personálu zacházejícího s jatečnými zvířaty. Je třeba brát zřetel na welfare, který by měl být samozřejmý již v přístupu pracovníků při nakládce na nákladní automobil a následné přepravě na jatka. Při nahánění by se neměly používat elektrické pobízeče a hrubě zacházet s jatečnými zvířaty. Je nutné s maximální možnou mírou zabránit nadměrné fyzické námaze a nevystavovat zvířata stresovým situacím. Studií literatury se zjistilo, že při přepravě jatečných zvířat je lepší využívat nákladový prostor na maximální možný počet kusů, na které je přizpůsoben a při neúplném obsazení užívat dělicích přepážek z důvodů minimalizace úrazů vzniklých přepravou (nemají tolik prostoru k úrazům) odřeninám, zlomeninám a hematomům.

Při ustájení na jatkách musí mít zvířata přístup k vodě. Je vhodné stáda se oddělit do menších skupin, pokud možno ze stejných stájí, z důvodu vzájemného napadání.

Podrobnými studiemi se zjistilo, že optimální doba ustájení před porážkou (odpočinek) je dvě až tři hodiny.

Nejšetrnější způsob porážky je chemické omráčení. Vykrvení musí provádět jen proškolený a kvalifikovaný pracovníci, aby nedošlo k procitnutí omráčeného zvířete, nejlépe do 10 vteřin od omráčení. Rychlost a dokonalost vykrvení ovlivňuje průběh postmortálních procesů ve svalovině a následně jakost masa.

Mezi další faktory, které se podílí na kvalitě masa, patří způsob chlazení po porážce. Zchlazení probíhá relativně rychle na hodnotu 15°C a pak jsou podmínky upraveny tak, aby teplota masa neklesla pod 10°C po dobu nejméně 10 - 15hodin. Pak je možno pokračovat ve zchlazování až do doby požadované teploty vnitřních vrstev masa. Snížení teploty v první části zabrání ihned po porážce podstatnému rozmnožování mezofilních mikroorganismů, mezi něž patří téměř všechny patogenní organismy.

Kvalita masa je z velké části ovlivňována genetickou propozicí jedince.

Šlechtitelským tlakem genetici zkvalitňují znaky a snaží se dosáhnout co nejmenší výšky hřbetního tuku a zvýšení podílu libového masa v jatečném těle. A v neposlední řadě také odolnost proti stresu a tím nižší výskyt vad PSE a DFD.

5 Použitá literatura

Aaslyng, M. D., Oksama, M., Olsen, E.V., Bejerholm, C., Baltzer, M., Andersen, G., Bredie, W. L. P., Byrne, D. V., Gabrielsen, G. 2007. The impact of sensory quality of pork on consumer preference. *Meat Science*. 76(1). 61–73.

Babička, L. 2006. Jakost a zpracování živočišných produktů.[Disertační práce]. Praha. s. 26

Barbut, S., Sosnicki, A. A., Lonergan, S. M., Knapp, T., Ciobanu, D. C., Gatcliffe, L. J., Huff-Lonergan, E., Wilson, E. W. 2008. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*. 79. 46-63.

Barton-Gade, P. A. 1996. Meat quality. In 'Pig production'. World Animal Science Series. (Eds MR Taverner, AC Dunkin) p. 17–39. (Elsevier: Amsterdam)

Čechová, M., Mikule V., Tvrdoň Z. 2003. Chov prasat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, s. 120. ISBN: 80-7157-720-0

Dostálová, A., Koucký, M., Vališ, L., Sklenář, J. 2014. Výkrm na pastvě jako alternativní systém chovu přeštického prasete. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves. s. 40.

Hovorka, F., Šprysl M., Blažek S., Schaller K., Voves J., Kroc M. 1989. Faktory ovlivňující výkrmnost, jatečnou hodnotu a kvalitu masa u prasat. Vysoká škola zemědělská Praha, s. 148.

Hovorka, F., Sidor, V., Smíšek, V. 1987. Chov prasat. SZN Praha. s. 360.

Ingr, I. 2011. Produkce a zpracování masa. Mendelova Univerzita v Brně. s. 202 (17-185). ISBN: 978-80-7375-510-2

Jin, H. J., Park, B. Y., Park, J. C., Hwang, I. H., Lee, S. S., Yeon, S. H., Kim, C. D., Cho, C. Y., Kim, Y. K., Min, K. S., Feng, S. T., Li, Z. D., Park, C. K., and Kim, C. I. 2006. The effects of stress related genes on carcass traits and meat quality in pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 19(2): 280-85

Jedlička J. 1988. Kvalita mäsa. *Príroda* 6625-SÚKK 121/I-88 s. 290 (105-6).

Kadlec, P., Brányik T., Bubník M., Čerovský M., Čopíková J., Čurda L., Demnerová K., Dobiáš J., Dostálek P., Dostálová J., Fiala J., Filip V., Hajšlová J., Hrušková M., Koberna M., Marek M., Melzoch K., Míková K., Opatová H., Pazlarová J., Pipek P., Pivoňka J., Plocková M., Příhoda J., Rychtera M., Šmidrkal J., Šárka E., Štětina J., Valentová O., Voldřich M. 2009. Co by jste měli vědět o výrobě potravin?. *Technologie potravin*. KEY Publishing s.r.o. Ostrava. s. 536. ISBN: 978-80-7418-051-4

Kadlec, P., Boháčenko I., Bubník Z., Čerovský M., Čopíková J., Demnerová K., Dobiáš J., Dostálová J., Hajšlová J., Hrušková M., Janda V., Marek M., Míková K., Opatová H., Pazlarová J., Pipek P., Příhoda J., Strnadová N., Voldřich M., Valentová O. 2002. *Technologie potravin I*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. s. 300 (238-242). ISBN: 80-7080-509-9

Kameník J., Bořilová G., Hulánková R., Juránková J., Lorencová A., Neumayerová H., Steinhauser L., Steinhauserová I., Steinhauserová P., Svobodová I., Vašíčková P. 2014. Maso jako potravina. *Veterinární a farmaceutická univerzita Brno*. s. 328 (98-110). ISBN: 978-80-7305-673-5

Karamucki, T., Gardzielewska, J., Rybarczyk, A., Jakubowska, M., Natalczyk-Szymkowska, W. 2011. Usefulness of Selected Methods of Colour Change Measurement for Pork Quality Assessment. *Vol. 29*, 212-218. p. 217.

Kaufmann, R.G., R.G. Cassens, A. Scherer, and D.L. Meeker. 1992. Variations in pork quality. National Pork Producers Council, Des Moines, IA

Kim, Y. H. B., Warner, R. D., Rosevold, K. 2014. Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: *Animal Production Science*. 54, 375-395 p. 390.

Marvan, F., Hampl A., Hložánková E., Kresan J., Massanyi L., Vernerová E. 2007. Morfologie hospodářských zvířat. Česká zemědělská univerzita v Praze. s. 303. ISBN: 978-80-213-1658-4

Odstrčil, J., Odstrčilová M. 2006. Chemie potravin. Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně. s. 164. ISBN: 80-7013-435-6

Offer, G. And P. Knight, 1988. The structure basis of water-holding capacity in meat. Part 2: Drip losses. In: R. A. Lawrie (Ed.) Developments in Meat Science. p. 173-243. Elsevier Applied Science, London.

Pipek, P., Pour M. 1998. Praha Hodnocení jakosti živočišných produktů. ČZU v Praze. s. 139. ISBN: 80-213-0442-1

Pipek P. 1995. Technologie masa I., VŠCHT Praha 4. vydání s. 464.

Pulkrábek, J., Čerovský J., Dolejš J., Drábek J., Dubanský V., Hájek J., Kernerová N., Kvapilík J., Matoušek V., Novák P., Pražák Č., Pytloun J., Rozkot M., špinka M., Toufar O., Vališ L, Zeman L. 2005. Chov prasat. Profi Press s.r.o. s. 160. ISBN: 80-86726-11-8

Pulkrábek, J., Pavlík J., Vališ L. 2004. Pig carcass quality and pH1 values of meat., Original Paper., Czech J. Anim. Sci., 49, 38-42.

Sambrus, H. H., Suchánek B., Horák F., Misař D., Majzlík I. 2006,2014. Atlas plemen hospodářských zvířat. Brázda. s. 295. ISBN: 80-209-0344-5

Saláková, A., Bořilová G. 2014. Technologie a hygiena potravin živočišného druhu – návody na cvičení. s. 51.

Steinhauser, L., Beneš J., Budig J., Gola J., Hofmann I., Ingr I., Kamneřík J., Klíma D., Kozák A., Kužniar J., Látová J., Lukešová D., Mytyáš Z., Mikulík A., Minks J., Palásek J., Petříček M., Pipek P., Ruprich J., Sojak R., Seinhauserová I., Vrchlabský J., a kol. 1995. Hygiena a technologie masa. Last. s. 457. ISBN: 80-900260-4-4

Steinhauser, L., Beňovský R., Bystřický P., Cabada R., Černý H., Dvořák J., Ingr I., Kerekréty J., Kubíček K., Maté D., Minks J., Nagy J., Novák P., Pipek P., Simeonovová J., Sovjak R., Steinhauserová I., Straková E., Suchý P., Šubrt J., Švjcky E., Večerek V., Vrchlabský J., Zabloudil F. 2000. *Produkce masa* s. 464. ISBN: 80-900260-7-9

Stupka R., Čítek J., Fantová M., Ledvinka Z., Navrátil J., Nohejlová L., Stádník L., Šprysl M., Štolc L., Vacek M., Zita L. 2013. *Chov zvířat*. Power Print Praha s. 289. ISBN: 978-80-87415-66-5

Stupka R., Šprysl M., Čítek J. 2013. *Základy chovu prasat*. Power Print Praha, s. 198. ISBN: 978-80-904011-2-9

Scheeren, M. B., Gonyou, H. W., Brown, J., Weschenfelder, V. A., Faucitano, L. 2014. *Canadian Journal of Animal Science*. 94(1). p. 71-78.

Pérez, M. P., Palacio, J., Santolaria, M.P., Acena, M. C., Chacón, G., Gascón, M., Calvo, J.H., Zaragoza, P., Beltran, J.A., Garcia-Belenguer, S. 2002. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Science* 61. p. 425-433.

Rybarczyk, A., Pietruzka, A., Jacyno, E., Dvořák, J. 2011. Carcass and meat quality traits of pig reciprocal crosses with a share of Pietrain breed. *Czech J. Anim. Sci.* 56. p. 47-52.

Valle, D., Velez-Trujillo, D. T., Guerrero-Legarreta, I., Becerril-Herrera, M., Ramirez-Necochea, R., Alonso-Spilsbury, M., Flores-Peinado, Mota-Rojas, D. 2008. Effect of Carcass Electric Stimulation on Meat Quality. *Journal Of Animal and Veterinary Advances*. p. 1335-1340.

Valenta, J., Provazník, J. 1995. Stanovení vady vepřového masa PSE pomocí elektrické vodivosti u jatečných prasat s ohledem na délku jejich přepravy a dobu jejich odpočinku před porážkou. *Živočišná výroba*. s. 590.

VanLaack Riette L J M, & Kauffman, R. G. 1999. Glycolytic potential of red, soft, exudative pork longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 77(11), 2971-3. Retrieved from

<http://ezproxy.techlib.cz/login?url=http://search.proquest.com/docview/218133023?accountid=119841>

Van Oeckel MJ, Warnants N. 2003. Variation of the sensory quality within the m. longissimus thoracis et lumborum of PSE and normal pork. *Meat Science* 63(3), 293–299. doi:10.1016/S0309-1740(02)00085-2

Vlková, E., Rada V., Killer J. 2009. *Potravinářská mikrobiologie*, Česká zemědělská univerzita v Praze. s. 168. ISBN: 978-80-213-1988-2

Warnants, R.D., R. G. Kaufmann, and M.L. Greaser. 1997. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Science*. 45: 339 -352

Winger RJ, Hagyard CJ (1994) Juiciness – Its importance and some contributing factors. In ‘Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products’. (Eds AM Pearson, TR Dutson) p. 94–124. (Springer: New York)

Zhu LG, Brewer MS (1998) Metmyoglobin reducing capacity of fresh normal, PSE, and DFD pork during retail display. *Journal of Food Science* 63(3), 390–393. doi:10.1111/j.1365-2621.1998.tb15749.x

Žižlavský, J., Čechová M., Hošek M., Chládek G., Klecker D., Kučera J., Kuchtík J., Máchal L., Mikule V., Šubrt J., Tvdoň Z. 2002: *Chov hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. s. 209. ISBN: 80-7157-615-8

6 Seznam obrázků

Obr. 1: Pipek et al., 1998. Průběh pH u normálního, PSE, DFD a „Hampshire“ masa. s. 41

Obr. 2: Prase plemene Duroc, [on line] [cit. 2015-12-03] Dostupné z:
<http://www.chovzvirat.cz/zvire/3421-prase-duroc/>

Obr. 3: Prase plemene Pietrain, [on line] [cit. 2015-12-03] Dostupné z:
<http://www.chovzvirat.cz/zvire/3423-prase-pietrain/>

Obr. 4: Prase plemene Bílé ušlechtilé, [on line] [cit. 2015-12-03] Dostupné z:
<http://naschov.cz/prasata-hlavne-z-ceskeho-slechtenu/>

Obr. 5: Česká landrase (www.zootechnika.cz) [on line] [cit. 2015-12-03] Dostupné z:
<http://www.zootechnika.cz/fotoalbum/prasata/plemena-prasat/ceska-landrase-kanec-.html>

Obr. 6: Přeštické černostrakaté <http://www.prestici.websnadno.cz/> [on line] [cit. 2015-12-03]

Obr. 7: Bílé ušlechtilé (www.naschov.cz), [on line] [cit. 2015-12-03]
<http://naschov.cz/prasata-hlavne-z-ceskeho-slechtenu/>

Obr. 8: Mramorované maso, [on line] [cit. 2015-12-03] Dostupné z:
<http://www.cuketka.cz/?p=10529>

7 Seznam tabulek

Tab. 1: Složení vepřového masa v %, Hodnocení jakosti živočišných produktů. ČZU v Praze.
s. 19.

Tab. 2: Vybrané ukazatelé kvality masa u otcovských a mateřských populací prasat.
(Steinhauser et al., 2000). s. 120