

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



## **Posouzení kvality vepřového masa**

Bakalářská práce

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

Autor práce: Kotrbová Lenka

2015

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Posouzení kvality veřřového masa** vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jaroslavu Čítkovi, Ph.D za čas, který mi věnoval během tvorby této práce, odborné vedení a cenné rady.

## Souhrn

Cílem bakalářské práce je vytvoření literárního přehledu o problematice kvality vepřového masa s ohledem na ekologický nebo konvenční způsob chovu. V práci jsou popsány nejen hlavní ukazatelé kvality masa a jeho chemické složení, ale také vnější a vnitřní faktory, které se na nich významně podílejí.

Nutričně je maso ceněno jako bohatý zdroj živin. Jejich obsah kolísá nejen mezi jednotlivými druhy zvířat, ale i mezi pohlavím jedinců nebo v rámci jednotlivých svalů na těle zvířete. Pro lidský organismus je maso zdrojem všech esenciálních aminokyselin, které si tělo neumí samo vyrobit. Další významnou složkou jsou mastné kyseliny a ostatní lipidy, které jsou uloženy jako zásobní tuková tkáň v podkoží nebo jsou rozptýlené mezi svalovými vlákny. Složení masných kyselin se podílí na stabilitě lipidů a je mezi konvenčně a ekologicky chovanými prasaty různé. Sacharidy jsou z nutričního hlediska spíše nevýznamné, protože jejich zastoupení je minimální. Význam mají z technologického hlediska pro zrání masa. Dále je maso zdrojem minerálních látek a vitaminů – především vitaminy skupiny B.

Technologická kvalita masa zahrnuje vlastnosti související s vhodností masa pro další zpracování a skladování. Hlavní ukazatelé kvality masa jsou vaznost, barva, obsah tuku, jeho složení a oxidační stabilita. Mezi technologické vlastnosti lze zařadit i hodnoty pH během posmrtných změn. Výkyvy pH od optimálních hodnot během zrání masa mohou mít za následek odchylky v kvalitě masa v podobě jakostních odchylek PSE, RSE, PFN, Hampshire efekt nebo DFD.

Senzorické vlastnosti jsou vyjádřeny vůní, chutí, šťavnatostí a křehkostí. Obecně u všech spotřebitelů jsou na prvním místě při výběru potravin senzorické vlastnosti společně s vlastnostmi, které mohou ovlivnit jejich zdraví. U spotřebitelů biopotravin se projevuje větší zájem o způsob zpracování potravin, dodržování ochrany zvířat a o životní podmínky zvířat. Tyto aspekty jsou již pro běžné spotřebitele nepodstatné.

Mezi vnitřní faktory podílející se na kvalitě masa patří genetické založení jedince. Pro produkci vepřového masa jsou využívána především vysoce prošlechtěná plemena na vysokou zmasilost, která může vést ke snížení kvality masa. Do venkovních chovů je třeba vybírat plemena s pevnou konstitucí, u kterých může být pomalejší růst a vyšší podíl tuku. Dalším faktorem je vliv pohlaví. Kanečci lépe využívají krmivo pro tvorbu svaloviny na úkor

tukové tkáně na rozdíl od prasniček a vepříků. Ty mají naopak zvýšenou schopnost ukládat tuk v těle. S pohlavím je vázán i kančí pach, který má negativní dopad na kvalitu přítomností androstenonu, skatolu a indolu. S věkem a narůstající hmotností se mění zastoupení masitých a tučných částí.

Velmi důležitým intravitálním vnějším vlivem na kvalitu masa je úroveň výživy zvířat. Ekologicky chovaná prasata mohou dostávat sníženou nabídku základních aminokyselin, protože jejich krmná dávka může obsahovat pouze přírodní krmiva a musí být bez přísad syntetických aminokyselin. V důsledku toho se snižuje intenzita růstu a zvyšuje se tučnost i podíl intramuskulárního tuku. Dalším vlivem je ustájení a mikroklima. Pokud mají prasata možnost být venku, mají nižší denní přírůstek díky vyšší aktivitě, ale i změnám teplot. Vysoké teploty snižují příjem krmiva, nízké teploty zpomalují růst, prasata si ukládají více tuku do podkoží a dlouhodobé působení nízkých teplot působí i na rychlost poklesu pH po porážce. Na druhou stranu při optimálních teplotách, jejich jatečně upravená těla poskytují více libové svaloviny.

Poslední skupinou faktorů působících na jakost masa jsou technologické vlivy - přeprava zvířat na jatky, jejich omráčení, vykrvení a chlazení jednotlivých půlek. Během přepravy a omračování se na kvalitě podepisuje především stres, který během těchto operací působí. Chlazení musí být dostatečně rychlé a intenzivní, aby se minimalizovala kontaminace mikroorganismy a ztráta vody odparem.

**Klíčová slova:** Prase; maso; kvalita; bioprodukce

## Summary

The aim of this thesis is to create a literary review on the issue of the quality pork meat with regard to organic or conventional farming methods. In the work are described not only the main indicators of the quality of the meat and its chemical composition, but also the external and internal factors that are significantly involved in them.

Meat is valued as a rich source of nutrients. Their content varies not only between the species, but also between the sex of the individuals or in the context of individual muscles on the body of the animal. For the human body meat is the source of all the essential amino acids that the body can not produce itself. The other major components are, fatty acids and lipids, which are stored as adipose tissue in the subcutaneous tissue or are scattered between the muscle fibres. Composition fatty acids contributes to the stability of lipids. Conventionally and organic pork have different composition fatty acids. Carbohydrates are from the nutritional standpoint rather insignificant because their representation is minimal. Their importance from the technological aspect is for maturing of the meat. Furthermore, meat is a source of minerals and vitamins, especially the vitamin group B.

Technological quality of meat includes properties related to the suitability of meat for further processing and storage. The main indicators of the quality of the meat are binding, color, fat content, its composition and oxidation stability. The values of pH during post mortem changes are also included among technological properties. Variations in pH can effect the quality of the meat, in the form of quality deviations PSE, RSE, PFN, Hampshire effect, and DFD, when they are not in optimal interval.

Sensory properties are characterized by aroma, taste, juiciness and tenderness. Generally, all consumers prefer sensory properties and characteristics which can affect their health, when they choosing food. For consumers of organic food is more interest in the method of processing food, compliance protection of animals and welfare. These aspects are already irrelevant to ordinary consumers.

Among the internal factors contributing to the quality of the meat is genetic foundation of the individual. For the production of pork are used refined high-breeds with high conformation, which can lead to a reduction in the quality of the meat. The breeds should have a strong constitution for outdoor rearing but this breeds can be slower growth and higher fat content. Another factor is the impact of gender. Boars better use feed for the creation of muscle at the

expense of fat tissue unlike barrows and sows. They have an increased ability to store fat in the body. A boar's odor is connected with sex. It has a negative effect on the quality of the presence androsterone, skatole and indole. The representation of the meat and the fatty parts are changed as the age increase.

Very important intravital external influence on quality of meat is the level of animal nutrition. Organically reared pigs receive a reduced range of essential amino acids, because their feeding ration can contain only the natural feeds and be without supplement of synthetic amino acids and as a result, this reduces the intensity of growth and increases the proportion of the intramuscular fat. Another influence is the housing and microclimate. The daily increment is lower if pigs have the opportunity to be outdoor. The daily increment is lower if pigs have the opportunity to be outdoor. It is consequence of higher activity and temperature's changes. High temperatures slowing feed intake. Low temperatures retard growth, pigs save more fat in the subcutaneous tissue and long-term low temperatures have effect on the rate drop of pH after slaughter. On the other hand, at optimal temperatures, their carcasses provide more lean muscle.

The last group of factors affecting the quality of the meat are technological factors - the transport of animals to the slaughterhouse, their stunning, bleeding and cooling of each half. The stress during transport and stunning has affect to the quality. Cooling must be sufficiently quick and intense to minimise contamination by micro-organisms and water loss to evaporation.

Keywords: pig, meat, quality, bioproduction

## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce.....	3
3. Maso.....	4
3.1. Chemické složení .....	4
3.1.1. Bílkoviny .....	4
3.1.2. Tuky a jiné lipidy.....	5
3.1.3. Extraktivní látky .....	7
3.1.4. Minerální látky a vitaminy .....	8
4. Technologická kvalita masa.....	9
4.1. Vaznost.....	9
4.2. Barva .....	10
4.3. pH.....	11
4.4. Mramorování.....	13
5. Senzorické vlastnosti masa .....	14
5.1. Chuť a vůně.....	14
5.2. Šťavnatost a křehkost.....	15
6. Vnitřní faktory .....	16
6.1. Vliv genetického založení .....	16
6.1.1. Gen citlivosti ke stresům CRC (HAL, RYR - 1).....	16
6.1.2. RN <sup>-</sup> gen.....	17
6.2. Plemeno.....	17
6.3. Šlechtění.....	18
6.4. Pohlaví.....	20
6.4.1. Kančí pach .....	20
6.5. Věk a růst .....	23



7. Vnější faktory .....	24
7.1. Výživa .....	24
7.2. Ustájení a mikroklima .....	26
7.2.1. Ustájení během výkrmu v konvenčních chovech .....	26
7.2.2. Ustájení během výkrmu v ekologických chovech .....	26
7.2.3. Mikroklima .....	27
8. Technologické vlivy .....	29
8.1. Přeprava zvířat .....	29
8.2. Omračování zvířat .....	30
8.3. Vykrvování zvířat .....	31
8.4. Chlazení .....	32
9. Závěr .....	34
10. Seznam literatury .....	38

## 1. Úvod

Nedílnou součástí vyváženého a pestrého jídelníčku člověka je maso, které můžeme definovat takto: maso jsou všechny části jatečně poražených nebo zabitých zvířat v čerstvém nebo upraveném stavu vhodném pro výživu lidí. Z nutričního hlediska je maso považováno za nenahraditelnou složku výživy, i když je možné s určitými obtížemi zajistit plnohodnotnou lidskou výživu bez masa. Nutričně je ceněno jako bohatý zdroj plnohodnotných bílkovin, nenasycených mastných kyselin, minerálních látek a vitaminů – hlavně skupiny B.

Produkce masa každý rok celosvětově roste a v roce 2014 byla necelých 312 milionů tun masa ročně. Nejvíce se vyprodukovalo vepřového (115,5 milionů tun), drůbežního (108,7 milionů tun) a hovězího (68,0 milionů tun) masa. Jeho spotřeba po celém světě je nerovnoměrně rozdělena. Vyspělé státy, které představují 18 % lidské populace, spotřebují přes 40 % vyprodukovaného masa. Světová spotřeba jednoho člověka ve vyspělých státech v roce 2014 dosáhla průměru 76,1 kg za rok, v rozvojových zemích pouhých 33,7 kg masa za rok. Český statistický úřad uvádí, že v České republice se celková spotřeba masa v hodnotě na kosti v roce 2013 pohybovala okolo 74,8 kg masa na osobu za rok. Z toho vepřové maso tvoří 40,3 kg, drůbeží 24,3 a hovězí 7,5 kg. Oproti předchozímu roku je to pokles o 2,6 kg v celém sortimentu masa. Největší pokles byl u hovězího masa, kde spotřeba klesla o 7,3 % (0,6 kg). Drůbežního masa se spotřebovalo o 3,5 % (0,9 kg) a vepřového masa o 2,3 % (1,0 kg) méně.

Vepřové maso se vyznačuje bledě růžovou barvou s jemnou vláknitostí svalových vláken u mladých kusů do 1 roku. Starší jedinci mají maso tmavší až tmavě červené s tuhými a hrubými vlákny svaloviny. Má větší energetickou hodnotu díky prorostlosti svaloviny tukem. V současné době se šlechtí převážně plemena na vysokou zmasilost. V důsledku zvyšování podílu svaloviny dochází ke snižování celkového podílu tuku včetně tuku intramuskulárního, který má pozitivní vliv na chutnost masa.

V ekologickém chovu se vyskytuje u prasat více tuku než u konvenčně chovaných a jen těžko se u nich docílí vysoké zmasilosti. Prasata mají menší přírůstek a vyšší vrstva tuku může být také důsledek pobytu zvířat ve výběhu i v zimním období, kdy se tvoří jako preventivní ochrana před chladem.

Přestože spotřeba vepřového masa v České republice je poměrně vysoká, chovatelé prasat se často potýkají s existenčními problémy. V roce 2012 byl stav prasat přibližně 1 574 000 ks, z toho bylo 101 000 prasnic. Během následujících 2 let došlo k mírnému nárůstu celkového počtu prasat. V roce 2014 bylo celkem prasat přibližně 1 632 000 ks, počet

prasnic se výrazně nezměnil. Počty prasat jsou nedostatečné a Česká republika již několik let není soběstačná v produkci vepřového masa. Naše soběstačnost se pohybuje okolo 60 %. Ze zahraničí se dováží jak vepřové maso, tak i malá selata určená na výkrm. I přes nízké stavy prasat jsou naši chovatelé s dosažením 23 a více odchovaných selat na jednu prasnici a rok blízko úrovní chovatelsky nejvyspělejších zemím jako Německo nebo Dánsko.

Ekologické zemědělství je způsob hospodaření vedoucí k výrobě kvalitních potravin, zlepšení životních podmínek zvířat, přispívá k zachování životního prostředí a zvyšuje biodiverzitu prostředí. Při produkci se dodržuje několik zásad, zajišťujících kvalitní produkci. Mezi zásady v pěstování rostlin patří pestrý osevní postup, aby docházelo k efektivnímu využívání půdy, zákaz pěstování geneticky modifikovaných rostlin, používání chemických prostředků na ochranu rostlin a umělých hnojiv. Jako hnojiva se používají organická hmota z pozemků (zelené hnojení, posklizňové zbytky), hnůj z ekologických chovů nebo přírodní minerální hnojiva. V chovu zvířat se dbá na dodržování welfare zvířat - musí mít přístup k pastvě nebo výběhu a musí být chována v odpovídajících podmínkách pro daný druh zvířat. Krmení by mělo být z ekologické produkce a nesmí obsahovat syntetická zchutňovadla. Antibiotika smí být podávána ve výjimečných, řádně zdůvodněných případech, nesmí se používat stimulanty růstu a geneticky modifikované organismy. Ministerstvo zemědělství zajišťuje dodržování předpisů národní i evropské legislativy a farmy podléhají minimálně jednou ročně pravidelné kontrole.

## **2. Cíl práce**

Cílem práce je vytvořit literární rešerši o hlavních ukazatelích kvality vepřového masa a faktorech, které kvalitu ovlivňují. Práce bude zaměřena na porovnání ukazatelů kvality masa mezi konvenčním a ekologickým chovem prasat.

### 3. Maso

Podle definice se mezi maso řadí všechny části těl živočichů, včetně ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě. Díky takto široké definici se mezi maso řadí nejen krev, živočišné tuky, droby, kosti a kůže používané ke konzumaci, ale i masné výrobky (Pipek a Jirotková, 2001).

Steinhauser a kol. (2000) uvádějí, že jako maso v užším slova smyslu lze brát pouze příčně pruhovanou svalovinu z těl teplokrevných jatečných zvířat, jejíž nedílnou součástí jsou i vazivové části svalů, cévy, nervy, mízní uzliny, kosti, povrchový a intramuskulární tuk, v některých případech i opařené kůže.

#### 3.1. Chemické složení

Maso je univerzálním zdrojem živin. Jejich obsah značně kolísá mezi jednotlivými druhy zvířat, mezi pohlavím jedinců nebo v rámci jednotlivých svalů na těle zvířete. Obecně je biochemické složení masa dáno intervaly 35 – 75 % vody, 10 – 23 % bílkovin, 4 – 55 % tuku a malé množství sacharidů, vitaminů a minerálních látek (Katina a Kšána, 2012).

	<b>Voda</b> (%)	<b>Bílkoviny</b> (%)	<b>Tuk</b> (%)	<b>Popeloviny</b> (%)
Hovězí (libová svalovina)	75.0	22.3	1.8	1.2
Hovězí (JUT)	54.7	16.5	28.0	0.8
Telecí	76.4	21.3	0.8	1.2
Vepřové (libová svalovina)	75.1	22.8	1.2	1.0
Vepřové (JUT)	41.1	11.2	47.0	0.6
Kuřecí	75.0	22.8	0.9	1.2
Zvěřina	75.7	21.4	1.3	1.2

Tabulka č. 1 Biochemické složení masa (Heinz et Hautzinger, 2007)

##### 3.1.1. Bílkoviny

Nejvíce bílkovin je zastoupeno v libové svalovině červených mas, poté přibližně poloviční množství je v tučných partiích. Maso je velice kvalitní zdroj plnohodnotných bílkovin k lidské výživě. Poskytuje všechny esenciální aminokyseliny, které si není tělo

schopné samo vyrobit, ale potřebuje je přijímat potravou, aby je dále využilo pro tvorbu bílkovin, hormonů, svalů a dalších tkání (Katina a Kšána, 2012).

Jedná se o přírodní polymerní sloučeniny, jejichž základními stavebními jednotkami jsou aminokyseliny. Jejich počet musí být alespoň 100 v jedné molekule, aby sloučenina byla označena za bílkovinu. Obvykle jich bývá několikanásobně více v jedné molekule - až několik tisíc. Ke stanovení jednotlivých druhů bílkovin je třeba jejich izolace a následné dělení instrumentálními laboratorními metodami, například gelovou elektroforézou. Jednotlivé bílkoviny se běžně v praxi nestanovují pro náročnost metody a využívá se to spíše ve výzkumné činnosti (Straka a Malota, 2006).

V běžné praxi při určování nutričních, technologických a ekonomických hodnot masa se využívá spíše rozdělení bílkovin do 3 skupin zohledňující jejich rozpustnost ve vodě a solných roztocích.

- Bílkoviny sarkoplasmatické - jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích. Patří mezi ně albumin, myoalbumin, globulin, svalová barviva hemoglobin a myoglobin a řada dalších.
- Bílkoviny myofibrilární - ve vodě jsou nerozpustné a rozpouštějí se v solných roztocích, ve kterých se narušují interakce jednotlivých molekul bílkovin. Dají se dělit na skupinu kontraktálních bílkovin (aktin a myosin), regulačních bílkovin (tropomyosin, actinin, troponin) a bílkovin podpůrných (titin, nebulin, C-protein).
- Bílkoviny stromatické - nerozpouští se ve vodě a ani v roztocích solí při nízkých teplotách. Nejdůležitějšími zástupci jsou kolagen, elastin a keratiny. Jsou to především bílkoviny vaziv, kloubních pouzder, chrupavek, kůží a nedílnou součástí svalových membrán a extracelulárních pojivových tkání.

Během života se mění jejich poměr i množství. Například je známo, že u starších jedinců roste zastoupení stromatických bílkovin (Steinhauser a kol., 2000).

### **3.1.2. Tuky a jiné lipidy**

Tuky jsou na těle zvířete rozloženy nerovnoměrně. Část tuku je uložena v podkoží jako zásoba tukové tkáně a slouží jako povrchové tukové krytí masa. Druhá část tuku je rozptýlena mezi svalovými vlákny a vytváří mramorování masa. Tento tuk je důležitý pro chuť, šťavnatost a křehkost masa (Katina a Kšána, 2012).

Tuková tkáň je tvořena lipidickými látkami, mezi které patří mastné kyseliny, homolipidy, heterolipidy a přídatné látky (steroidy, lipofilní vitaminy a další). V tuku se mastné kyseliny samostatně vyskytují jen velmi málo, častěji jsou vázány v homolipidech nebo heterolipidech. Z nich jsou po smrti uvolňovány nejčastěji hydrolýzou.

Tuk podléhá během života i po smrti chemickým změnám. Může se jednat o rozklad vlastními aktivovanými enzymy nebo o změny způsobené mikrobiální kontaminací. Změny v chemickém složení mají vliv na nutriční hodnotu tuků nebo jejich organoleptické vlastnosti – vytvoření nepříjemného zápachu, změna barvy (Straka a Maloty, 2006).

Nejdůležitější a z hlediska výživy nejvýznamnější složkou lipidů jsou mastné kyseliny. Podle názvosloví organické chemie mezi mastné kyseliny patří karboxylové kyseliny s alifatickým uhlovodíkovým řetězcem. Tato definice se ale úplně nekryje s mastnými kyselinami, které jsou přítomné v lipidech. Některé mastné kyseliny v lipidech jsou alicyklické nebo dokonce aromatické sloučeniny. V lipidech se vyskytují čtyři skupiny mastných kyselin.

- Nasyčené mastné kyseliny, které obsahují 4 až asi 60 atomů uhlíku uspořádaných zpravidla do rovného, nerozvětveného řetězce. Do této skupiny patří kyselina máselná, myristová, palmitová nebo stearová.
- Nenasycené kyseliny s jednou dvojnou vazbou jsou také někdy označovány jako monoenové. Jednotlivé kyseliny se od sebe odlišují počtem uhlíků, polohou dvojně vazby a prostorovým uspořádáním. Zástupci jsou kyselina olejová, palmitoolejová nebo eruková.
- Skupina kyselin s dvěma a více dvojnými vazbami jsou považovány za nejdůležitější skupinu mastných kyselin z hlediska výživy. V přírodních lipidech se jich v podstatném množství vyskytuje jen několik. Lze se setkat s tříděním podle polohy první dvojně vazby v řetězci od koncové methylové skupiny. Pokud se první dvojná vazba vyskytuje na šestém uhlíku, dienové kyseliny patří do n-6 řady. Obdobně se lze setkat s mastnými kyselinami řady n-3. Nejvýznamnější je kyselina linolová a arachidonová.
- Mastné kyseliny s trojnými vazbami a s různými substituenty (kyslíkaté, sírné nebo dusíkaté funkční skupiny) jsou z výživového hlediska méně významné (Velíšek, 2002).

U prasat se vyskytuje vysoký obsah polynenasycených mastných kyselin (PUFA). Složení mastných kyselin v tukové tkáni má významný dopad na kvalitu masa, protože určuje pevnost / olejnatost tuku a jeho oxidační stabilitu. Tímto ovlivňuje chuť a barvu masa. Základní živina přispívající ke stabilizaci PUFA je vitamin E (Wood, 2008).

Kim et al. (2009) ve svém výzkumu na původních korejských černých prasatech porovnávali složení mastných kyselin v mase mezi prasaty z konvenčních a ekologických chovů. U ekologicky chovaných prasat byl prokázán vyšší obsah kyselin linolenové, eikosatrienové a adrenové ( $P < 0,05$ ). Naopak jejich tuk obsahoval méně kyselin myristové, palmitové, palmitoolejové, olejové, eikosenové, a arachidonové. Hansen et al. (2006) došli ve své studii ke stejným výsledkům na křížencích Duroc x Dánská Landrace x Large White. Zároveň ve své studii stanovili celkově vyšší obsah PUFA (polynenasycené mastné kyseliny), nižší obsah SFA (nasyčené mastné kyseliny) a MUFA (mononenasycené mastné kyseliny) u prasat v ekologickém chovu.

### **3.1.3. Extraktivní látky**

Extraktivní látky představují skupinu nesusoudých látek zastoupených ve velmi malém množství v mase. Jejich společnou vlastností je extrahovatelnost vodou při zpracovávání masa za teplot okolo 80 °C. Tyto látky se podílejí na vytváření chuti a vůně masa, jsou součástí enzymů a mají významnou funkci v metabolických i postmortálních procesech. Nejvýznamnější jsou sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté extraktivní látky (Ingr, 2004).

Množství sacharidů v mase je minimální. Nejvýznamnější sacharid je glykogen a produkty jeho odbourávání. Je významný z technologického hlediska pro zrání masa. Podle množství sacharidů ve svalech při porážce proběhne různě silné okyselení svalové tkáně, které má vliv na údržnost svaloviny a vaznost. Jeden z důvodů nízkého obsahu glykogenu ve svalech před porážkou je jejich vyčerpání. To může mít za následek nedostatečné okyselení a maso má horší kvalitu i údržnost (Pipek a Jirotková, 2001).

U teplokrevných zvířat se glykogen vyskytuje v závislosti na věku a dalších faktorech v množství 0,02 – 1%. Po usmrcení rychle degraduje stejně jako další polysacharidy. Po procesu zrání masa se v mase vyskytují jen monosacharidy (glukosa, fruktosa, ribosa) a jejich fosforečné estery (Velíšek, 2002).

Organické fosfáty jsou zastoupeny hlavně nukleotidy, nukleovými kyselinami a jejich rozkladnými produkty. Nejvýznamnější jsou nukleotidy na bázi adeninu. Adenosintrifosfát



(ATP) se podílí na přenosu energie ve svalech. Po porážení dochází k degradaci ATP postupně na adenosindifosfát (ADP), adenosinmonofosfát (AMP), kyselinu inosinovou, inosin a hypoxantin. Tyto produkty poté ovlivňují chuť tepelně opracovaného masa (Ingr, 2004).

Dusíkaté extraktivní látky tvoří různorodou skupinu aminokyselin a některých peptidů. Nejvíce zastoupeny jsou z volných aminokyselin glutamin, kyselina glutamová, glycin, lysin a alanin. Dekarboxylace příslušných aminokyselin probíhající při rozkladných procesech masa nebo během některých technologických operacích (zrání fermentovaných salámů). Tento proces vede ke vzniku biogenních aminů – nejvýznamnějšími jsou histamin, tyramin a tryptamin. Významným peptidem je karnosin, anserin nebo glutathion, který je silným redukčním činidlem významným při vybarvování masných výrobků (Steinhauser a kol., 2000).

#### **3.1.4. Minerální látky a vitaminy**

Většina minerálních látek masa je rozpustná ve vodě a jsou nerovnoměrně rozděleny v maso v podobě iontů. Nejvýznamnější látky jsou železo, vápník, draslík, zinek a hořčík. Vápník s hořčíkem a dalšími vícemocnými kationty jsou významné pro strukturu masa a masných výrobků, protože se podílí na vytváření příčných vazeb mezi řetězci bílkovin. Ionty železa jsou vázány v hemových barvivech nebo volně. Železo má dobrou využitelnost pro lidský organismus. Maso je významným zdrojem zinku pro lidský organismus, protože jejich využitelnost z masa je větší než z rostlinných zdrojů (Pipek a Jirotková, 2001).

Obsah vitaminů v maso je dán nejen geneticky, ale i následným způsobem skladování a zpracování suroviny. Obecně jsou vitaminy považovány za labilní složky potravin, a proto dochází k jejich ztrátám během kulinární úpravy (vitaminy rozpustné ve vodě jsou během vaření vyplavovány z masa a vitaminy rozpustné v tucích podléhají při špatném skladování oxidaci). Z vitaminů rozpustných ve vodě je maso hlavním zdrojem vitaminů skupiny B. Například jako zdroj vitamínu B1 je nejlepší vepřové maso, které ho obsahuje až desetkrát více než ostatní druhy mas. Vnitřnosti jsou bohaté na vitamín B2, B5, niacin. Výhradním zdrojem vitamínu B12 je maso a živočišné produkty. Obsah ostatních vitaminů rozpustných ve vodě je spíše v doplňkovém množství fyziologických potřeb lidí (Velíšek, 2002 b).

Maso je díky mramorování zdrojem vitaminů rozpustných v tucích A, D a E. Jejich množství je pro člověka z hlediska pokrytí potřeb spíše doplňkové (Katina a Kšána, 2012).

#### 4. Technologická kvalita masa

Kvalita masa zahrnuje vlastnosti související s vhodností masa pro další zpracování a skladování. Technologická kvalita masa je složitá a vícerozměrná vlastnost ovlivněná mnoha faktory, které se mezi sebou vzájemně ovlivňují. Příkladem je plemeno, genotyp, výživa, manipulace před porážkou, omráčení nebo chlazení a skladovací podmínky. Hlavní ukazatelé kvality masa jsou vaznost, barva, obsah tuku, jeho složení a oxidační stabilita. Zatímco obsah tuku, jeho složení a oxidační stabilitu ovlivňuje genotyp a výživa. Vaznost a barva masa je ovlivněna téměř všemi vyjmenovanými faktory (Rosenvold et Andersen, 2003).

##### 4.1. Vaznost

Hovorka a kol. (1987) uvádějí, že vaznost lze chápat z fyzikálně chemického hlediska jako sílu, pomocí které bílkoviny v mase udržují část své vlastní vody i další vodu přidanou. Zároveň podle technologického hlediska jde o schopnost masa udržet za určitých podmínek mechanického namáhání vodu přirozeně přítomnou v mase, popřípadě vodu přidanou.

V libové svalovině je voda vázána různým způsobem a různě pevně. Dělí se na vodu hydratační, která je nejpevněji vázána, další část tvoří voda imobilizovaná vyskytující se mezi jednotlivými strukturálními částmi svaloviny a zbytek vody je volně pohyblivý, který se nachází v mezibuněčných prostorech. Z technologického hlediska se rozlišuje pouze voda volná nebo vázaná, podle toho, zda za daných podmínek z masa volně vytéká nebo ne. Hlavní podíl vody v mase z fyzikálně-chemického pohledu tvoří voda volná. Pohyblivá je pouze její část, zbytek je imobilizován. Z volně pohyblivé vody je ještě další část uzavřena v buňkách a svalových vláknech. Dokud nedojde k porušení příslušných obalů, voda samovolně z masa nevytéká. Imobilizovaná voda při naříznutí masa nevytéká a k jejímu uvolnění je třeba použít zvýšený tlak. Imobilizace je závislá na nábojích v molekule bílkovin, které ovlivňují přitažlivé a odpudivé síly mezi jednotlivými peptidovými řetězci a dalšími strukturami svaloviny. K navýšení podílu imobilizované vody dochází, pokud se vzdálenost mezi peptidovými řetězci zvětšuje vlivem elektrostatického odpuzování (Pipek a Pour, 1998).

Vaznost je ovlivněna například genetickým založením jedince, zacházením před a po porážce. Při zastavení krevního oběhu po porážce přechází metabolismus v anaerobní. Vznikající kyselina mléčná přispívá k poklesu pH, které ovlivňuje výsledný náboj na bílkovinách. Svalové bílkoviny, jako je myosin a aktin, se přiblíží k svému izoelektrickému bodu a odpor mezi myofibrilami klesá. Důsledkem toho je uvolňování vody. Nízká vaznost je

častým problémem v průběhu zrání nebo zpracování masa a má za následek abnormální ztrátu vody společně s rozpustnými bílkovinami. Tyto ztráty mohou vést ke snížení výtěžnosti po porážce o 2 – 12 %. Kromě ekonomického dopadu to má vliv i na vzhled, chuť a zpracovatelnost masa (Di Luca et al., 2013). Způsob chovu vaznost masa výrazně neovlivňuje, ale rozdíl způsobí roční období. Během léta jsou ztráty odkapem nižší než v zimě (Hansen et al., 2006).

Vaznost se stanovuje 24 – 48 hodin po usmrcení pomocí metod, jejichž podstatou je lisování, odstředování, odkap a podobně. Maximální vaznost je ihned po porážce a minimální při *rigoru mortis* v důsledku poklesu pH a odbourávání ATP. Vaznost poté během dalších stádií zrání masa opět roste (Stupka a kol., 2009).

#### **4.2. Barva**

Barva je nápadný znak, podle kterého posuzuje spotřebitel kvalitu masa a výrobků z něj. Je dána především obsahem hemových barviv, z nichž jsou nejvýznamnější myoglobin a hemoglobin. Jsou to komplexy bílkovinného řetězce globinu a barevné skupiny hemu. Myoglobin má v molekule pouze jeden tento komplex, u hemoglobinu jsou čtyři. Myoglobin je svalové barvivo sloužící ve svalech jako zásobárna kyslíku, ke kterému má větší afinitu než hemoglobin. Hemoglobin je krevní barvivo zajišťující přenos kyslíku z plic do svalů. Přestože není přímo svalovým barvivem, může být v mase nalezen v různých koncentracích v závislosti na kvalitě vykrvení a celkovému obsahu hemových barviv. Pokud je malý podíl myoglobinu, je naopak relativně vysoký podíl hemoglobinu (Pipek a Jirotková, 2001).

Centrální atom železa hemových barviv má schopnost vázat různé ligandy, zejména plyny. Při oxygenaci myoglobinu se na centrální atom železa v hemu naváže molekula kyslíku a vznikne rumělkově červený oxymyoglobin. Oxygenace probíhá při vyšší koncentraci kyslíku, jaká je například v atmosféře - vzdušný kyslík způsobuje nejvýznamnější změny. Rumělkové zbarvení na povrchu závisí na hloubce, do níž kyslík pronikl. Stabilita tohoto zbarvení je ovlivněna složením okolní atmosféry, teplotou, pH, vlhkostí, intenzitou osvětlení nebo obsahem tuků. Navázat se může i oxid dusnatý což vede ke vzniku světle růžového nitroxymyoglobinu. Centrální atom železa podléhá i oxidaci účinkem oxidačních činidel, zejména vzdušným kyslíkem nebo peroxidem vodíku. Hemová barviva se přeměňují na metmyoglobin nebo methemoglobin. Při výskytu laktobacilů v mase může vznikat peroxid vodíku. Ten se v mase hromadí a způsobuje rozklad hemových barviv, po kterém maso získá zelenou barvu (Steinhauser a kol., 2000).

Nebyl prokázán žádný významný rozdíl mezi celkovým obsahem pigmentů a železa u ekologicky chovaných prasat v porovnání s konvenčními. Není ani významný rozdíl mezi procentem metmyoglobinu po oxidaci myoglobinu během skladování masa z ekologických a konvenčních prasat (Karwowska et Dolatowski, 2013). Hansen et al. (2006) také nezaznamenali žádné rozdíly v barvě mezi prasaty kmeny konvenční směsí a ekologickou krmnou dávkou. Mírné zarudnutí bylo během zimy, kdy bylo ve svalech více myoglobinu.

Obsah myoglobinu má také vliv na oxidaci lipidů. Maso s vyšším obsahem hem pigmentu produkuje během autooxidace oxymyoglobinu více peroxidu vodíku než maso s nižším obsahem pigmentů. Peroxid vodíku hraje významnou roli při oxidační reakci myoglobinu. Při reakci s metmyoglobinem může vést ke vzniku ferrylmyoglobin, který může iniciovat oxidaci lipidů (Min et al., 2008).

Informace o barvě poskytuje světlost, která je dána obsahem hemových barviv, hodnotou pH a hydratačním stavem masa. Tyto parametry závisí na mnoha intravitálních i technologických faktorech. Barva bývá vyjadřována nejčastěji systémem CIE. V tomto systému se udává hodnota  $L^*$ , která je funkcí reflektance, tj. poměru intenzity odraženého světla ku intenzitě dopadajícího světla. Hodnota  $L^*$  je pro zastoupení bílé barvy (100 %) a černé barvy (0 %). Barevné odstíny jsou charakterizovány koeficientem hodnoty  $a^*$  a hodnoty  $b^*$ . Souřadnice  $a^*$  vyjadřuje vztah mezi červenou a zelenou, souřadnice  $b^*$  pak udává vztah mezi žlutou a modrou. Objektivně se barva vyhodnocuje pomocí spektrofotometrů (Pipek a Pour, 1998).

#### **4.3. pH**

Rychlost změny pH a teploty během posmrtných procesů v mase jsou nejspíše dva nejzásadnější faktory, které ovlivní kvalitu masa po porážení. Změny jsou různé v jednotlivých svalech těla. Pokles pH je důsledkem hromadění  $H^+$  iontů (Kim, 2014). Vznik kyseliny mléčné při anaerobním metabolismu nemusí být jedinou příčinou snížení pH. Může k němu přispět i hydrolýza ATP, při které se uvolňují volné protony a teplo. Nízké pH a vysoká teplota vedou k denaturaci proteinů (Vermeulen, 2015). Mimořádně nízké pH způsobí denaturaci sarkoplazmatických a myofibrilárních bílkovin a ovlivní integritu membrány kosterní svaloviny. To vede ke snížení vaznosti a zhoršení sensorických vlastností (Zhang, 2014).

Stanovení hodnoty pH se provádí pomocí kombinovaných vpichových elektrod přenosným pH – metrem. Stanovuje se  $pH_{45}$  (tzn. 45 minut po porážce) ve svalu *musculus*

*longissimus lumborum et thoracis* na úrovni posledního hrudního obratle nebo ve středu svalu *musculus semimembranosus*. Toto měření se dělá kvůli PSE masu, které má v této době nízké pH. Další měření je 24 hodin po porážce *post mortem* (pH<sub>24</sub>), aby se zjistil výskyt jakostní odchylky masa DFD (Stupka a kol., 2009).

Při dosažení posmrtné hodnoty pH 5,5 – 6 je omezen růst většiny psychotrofních mikroorganismů. Pokud je poráženo zdravé zvíře bez výrazného stresového zatížení a s dostatkem glykogenu, je dosaženo pH pod 6 brzy po porážce. Svalovina, která obsahuje málo glykogenu nebo vzniklá kyselina mléčná byla již intravitálně metabolizována, nemá dostatečně nízké pH, jehož hodnota se pohybuje nad 6,0. Důsledkem toho je nedostatečná bariéra proti množení mikroorganismů a kažení masa probíhá podstatně rychleji v porovnání s normálním průběhem zrání masa (Steinhauser a kol., 2000).

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

Maso se vyznačuje prudkým, hlubokým poklesem pH směrem k izoelektrickému bodu. Tento pokles nastává v době, kdy je teplota těla stále vysoká. Vlivem metabolických dějů a přerušení krevního oběhu, který by vzniklé teplo odváděl pryč, může teplota vystoupat až k 43 °C. U vepřového masa je teplota 45 minut po porážení v rozmezí 33 – 42 °C. Při teplotách kolem 39 °C je výskyt PSE výrazný, vznik PSE může ovlivnit i těsné uložení prasat na závěsné dráze. Čím vyšší je počáteční pH, tím může být vyšší i teplota, aniž by došlo ke vzniku PSE vady. Jako hraniční hodnota se obvykle bere pokles pH za 45 minut pod 5,8 (Pipek a Pour, 1998).

Existují vady RSE (reddish, soft, exudative – červené, měkké, vodnaté) a PFN (pale, firm, nonexudative – bledé, tuhé, nevodnaté) u kterých je domněnka, že jsou mírnější formou PSE vady. RSE maso se vyznačuje nižší vazností než normální maso. Toto lze zjistit až v pozdní postmortální době například měřením ztrát masové šťávy odkapem. Vyznačuje se i typickou denaturací myofibrilárních a sarkoplazmatických bílkovin. PFN jakostní odchylka se vyznačuje nižším pH než u RSE, ale ztráta masové šťávy odkapem je jen nepatrně vyšší než u normálního masa. Nemá velký hospodářský význam (Stupka a kol., 2009).

#### ***Hampshire efekt***

Hampshire efekt je vada podobná vadě PSE. Souvisí se šlechtěním prasat na vysokou zmasilost. Hampshire a některá další masná plemena ukládají ve svalech vyšší obsah glykogenu. Vysoký obsah glykogenu vyvolá rychlejší průběh posmrtné glykolýzy. Vada se

určuje podle hodnoty  $pH_{24}$ , kdy je pH nižší než 5,4. Maso má sníženou vaznost a vyblednutí barvy je ještě výraznější než u PSE mas (Stupka a kol. 2009).

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

Maso s DFD vadou má opačné vlastnosti než maso s vadou PSE. Pokles pH je velmi malý, maso je tuhé a má vysokou vaznost, proto působí suchým a málo šťavnatým dojmem. Barva je oproti normálnímu stavu tmavší. Hodnota pH je obvykle i po 24 hodinách stále vyšší než 6,2. Tato vada se vyskytuje častěji u hovězího masa než u vepřového (Pipek a Pour, 1998).

**4.4. Mramorování**

Mramorování masa je způsobeno výskytem jemných žilek tuku mezi svalovými vlákny, které jsou viditelné ve svalovině a vytváří mezisvalový (intramuskulární) tuk. Přiměřené množství tohoto tuku má pozitivní vliv na kvalitu masa. U prasat se vyskytuje hlavně ve hřbetní svalovině. Toto maso je vhodné k výrobě kvalitních uzenářských výrobků (Hovorka a kol., 1987).

Senzorický význam intramuskulárního tuku ve svalovině spočívá v tom, že obaluje svalová vlákna a tím má přímý vliv na křehkost, šťavnatost a chuť masa, redukuje tuhost masa a ztrátu vody při vaření, svalová vlákna jsou lépe oddělitelná při žvýkání. Podíl intramuskulárního tuku klesá se vzrůstajícím podílem svaloviny u nově šlechtěných prasat. Intramuskulární tuk je tvořen lipidy a jejich doprovodnými látkami. Je třeba rozlišit lipidy buněčných membrán (především fosfolipidy), jejichž obsah zůstává konstantní, a depotní tuk v tukových buňkách perimysia jehož podíl je proměnlivý (triacylglyceroly). Rozložení intramuskulárního tuku má mezi sebou topografické rozdíly (Stupka a kol., 2009).

## 5. Senzorické vlastnosti masa

Senzorické vlastnosti se posuzují smyslovými orgány a hodnocení je subjektivní. Je považováno pouze za orientační a pomocné. Senzorické zkoušky provádí obvykle 5 až 6 hodnotitelů na vařeném nebo pečeném mase (Hovorka a kol., 1987).

Rozdíl v sensorické kvalitě masa ekologických a konvenčních prasat nejsou tak velké jako při porovnání rozdílů mezi zvířaty chovanými ve venkovním výběhu a uvnitř budov. Prasata z ekologických chovů a s možností pohybu ve výběhu mají vyšší chutnost, může se u nich vyskytnout i nižší intenzita kyselé chuti, šťavnatost masa je u nich nižší (Jonsäll, 2002).

Obecně u všech spotřebitelů jsou na prvním místě při výběru potravin sensorické vlastnosti společně s vlastnostmi, které mohou ovlivnit jejich zdraví. Důležitými sensorickými parametry jsou vůně, chuť, vzhled, konzistence. Spotřebitelé biopotravin upřednostňují ze všech ukazatelů sensorických vlastností nejvíce chuť. U spotřebitelů biopotravin se projevuje mnohem větší zájem o způsob zpracování potravin, dodržování ochrany zvířat a o životní podmínky zvířat, ve kterých vyrůstaly. Tyto aspekty jsou již pro běžné spotřebitele nepodstatné a řídí se pouze sensorickými vlastnostmi (Schleenbecker et Hamm, 2013).

### 5.1. Chuť a vůně

Chuť masa je dána obsahem extraktivních látek, strukturou svaloviny a obsahem tuku mezi svalovými vlákny. Velký podíl extraktivních látek tvoří aromatické látky, které dávají masu a mastným výrobkům příjemnou chuť i vůni. Vůně čerstvého masa by měla být přirozená a druhově specifická, nežádoucí je například kančí nebo rybí pach (Hovorka a kol., 1987).

Kyselina inosinová, glykoproteiny a glutamin jsou látky, které mají největší význam z extraktivních látek podílejících se na chutnosti masa. Extraktivní látky se podílejí i na vytvoření specifického aroma jednotlivých druhů mas, přičemž vůně vepřového masa je silně ovlivněna obsahem lipidů. Extraktivní látky vznikají zejména během posmrtných změn a některé lze uměle přidávat - zejména do masných výrobků, u kterých se obohacuje chuť přípravky obsahující glutamát sodný (Steinhauser a kol., 2000).

Významným nosičem extraktivních látek je tuk, proto maso, které má přiměřený obsah tuku, má plnou chuť a vůni. Hodnocení probíhá hlavně sensorickým posouzením. Řada

typických chuťových a aromatických látek je možná stanovit analytickými přístroji (Pipek a Pour, 1998).

## **5.2. Šťavnatost a křehkost**

Šťavnatost je podmíněna schopností masa poutat vodu v buňkách a udržet si ji během kulinárního a technologického zpracování. Obsah vody v mase je zhruba 75 %. Na šťavnatost má vliv například genetické založení jedince nebo roční období. V teplém prostředí je podíl volné vody větší, zatímco při nižších teplotách dojde k jeho snížení. Pokud dojde k anomáliím (PSE, DFD) vyvolaným stresovými procesy je šťavnatost výrazně ovlivněna (Hovorka a kol., 1987).

Křehkost je dána strukturou, stavem a chemickým složením masa. Výrazně závisí na obsahu pojivové tkáně (kolagen, stromatické bílkoviny zpevňující strukturu) a uzrállosti masa. Když maso zraje, dochází pomocí enzymů k rozvolnění stromatických bílkovin. Další vliv má obsah intramuskulárního tuku, s jehož vzrůstajícím obsahem je maso křehčí. Její hodnocení může být sensoricky nebo objektivně pomocí texturometrů či tenderometrů. Nejpoužívanější veličinou je síla ve stříhu [N] změřená pomocí Warnera a Bratzlera. K měřicímu přístroji je připojen nástavec ve tvaru kovové desky o tloušťce 1mm s výřezem, který má tvar rovnostranného trojúhelníka. Destička se zasouvá do štěrbiny o tloušťce 1 mm a přitom přestřihne vzorek masa definovaných rozměrů (Pipek a Pour, 1998).



## 6. Vnitřní faktory

### 6.1. Vliv genetického založení

Genetické založení jedince má vliv na velikost produkce masa i jeho kvalitu. Rozdíly jsou patrné jak mezi plemeny, tak i mezi jedinci v rámci jednoho plemene. Molekulární analýzy genetického založení jedince ukazují, že současné směry selekce jsou především na znaky podmíněné malým počtem genů s relativně velkým účinkem ve fenotypu. Mezi ně například patří gen citlivosti ke stresu označovaný jako CRC (HAL). Kromě identifikace a popsání některých genů, jsou známé i chromozomální regiony, jež ovlivňují masnou užitkovost. Testování se u prasat provádí na úrovni šlechtitelských chovů, aby se včas vyřadili nevhodní jedinci a nedocházelo k šíření nežádoucích genů do dalších generací. Vyhledávání alel a genotypů konkrétních genů probíhá při výzkumech referenčních třígeneračních rodin. Rodiny vznikají křížením diametrálně odlišných populací – např. divoké prase x Bílé ušlechtilé (Steinhauser a kol, 2000).

Nejčastěji šlechtitelé stanovují genotyp genu CRC a to metodou PCR - RFLP (polymerázové řetězové reakce - polymorfismu restrikčních fragmentů). K analýze postačí vzorek krve, buněk nebo jiné tkáně. Stanovení genotypu není ovlivněno pohlavím ani věkem jedince, proto lze testovat plemenná selata, běhouny, mladé plemenné kanečky a prasničky nebo již dospělá zvířata (Stupka a kol., 2009). Touto metodou také můžeme například již u mláďat detekovat znaky produkce a kvality masa, které jsou hodnotitelné až po porážce a bourání. Znalost genetického založení rodičů umožňuje provádět záměrné připarování a tím produkovat potomky s ekonomicky výhodnými genotypy (Steinhauser a kol, 2000).

#### 6.1.1. Gen citlivosti ke stresům CRC (HAL, RYR - 1)

Prvotní název genu byl odvozen od reakce prasata s homozygotní sestavou pro Halothanový gen na působení anesteziologického plynu halotanu. Při následném zkoumání genu, byl identifikován jako ryanodinový receptor (RYR – 1). Gen determinuje protein ve vápníkovém kanálu sarkoplazmatického retikula svalových buněk a proto je také označován jako CRC gen. Je tvořen dvěma alelami, dominantní alela označovaná *N* a recesivní alela *n*, tím pádem jatečná prasata mohou mít genotyp NN, Nn nebo nn (Steinhauser a kol., 2000).

Obvykle se mutace halothanového genu vyskytuje u populace belgických prasat, ale předpokládá se výskyt i u jiných plemen ve spojitosti s obsahem a složením libové svaloviny včetně výrazně osvaleného plemene Pietrain. Tato mutace je považována za základní příčinu prasečího stresového syndromu, který je provázený rychlým poklesem pH po porážce.

Následkem velkého poklesu pH a vysoké teploty dochází k denaturaci bílkovin a rozvoji vady masa označované jako PSE (Permentier, 2013).

Van de Perre et al. (2010) ve svém výzkumu, při křížení kanců recesivně homozygotních *nn* s prasnicemi dominantně homozygotních *NN*, zaznamenali 12 % heterozygotů náchylných k projevu PSE po porážce na základě hodnot pH. Van Oeckele et al. (2001) pozorovali kvalitu masa u dominantně homozygotní *NN* a heterozygotní *Nn* křížence Pietrainy. Úroveň kvality masa byla u heterozygotů *Nn* srovnatelná nebo horší v porovnání s dominantně homozygotními jedinci *NN*. Zároveň prokázali na základě hodnot pH, že rychlost glykolýzy u nositelů recesivní *n* alely je rychlejší v porovnání s dominantními homozygoty *NN*. Casteels et al. (1995) nebo Fisher et al. (2000) již dříve ve svých pokusech dosáhli stejných výsledků.

Všeobecně přítomnost CRC genu má za následek vyšší výtěžnost jatečně upraveného těla a vyšší procento libové svaloviny. Tento pozitivní efekt je vyvážen negativním dopadem na kvalitu masa. Dochází k ovlivnění barvy a vaznosti masa (Rosenvold et Andersen, 2003). Vyšší výtěžnost jatečně upraveného těla potvrzují například Fisher et al. (2000) ve svém výzkumu, ve kterém měli jedinci nesoucí *n* alelu delší tělo a i jeho hmotnost byla vyšší než u jedinců dominantně homozygotních.

### **6.1.2. RN<sup>-</sup> gen**

Gen nalezený u plemene Hampshire je spojovaný se sníženou technologickou výtěžností JUTu. Výtěžnost se snižuje u nositelů genu o 5 – 6 % v porovnání s jedinci bez genu. A v porovnání s nositeli CRC genu je výtěžnost nižší o 2 – 3 %. Dalším znakem je vyšší ukládání glykogenu ve svalech a pomalejší poklese pH po smrti. Nedá se prokázat hodnotami pH naměřenými brzo po porážení. Průkazné hodnoty jsou naměřeny až 24 hodin po smrti. Maso od jedinců, kteří jsou nosiči genu, je označováno jako kyselé maso. RN<sup>-</sup> gen je dále spojován s vyšší odrazivostí světla a nižší vazností. Zatímco přítomnost CRC genu měla za následek vysokou ztrátu odkapem, u genu RN<sup>-</sup> je ztráta odkapem pouze do 1 %. Rozdíly ve vaznosti mezi prasaty, které jsou nosiči genu RN<sup>-</sup>, a prasaty bez něj mohou být důsledkem výraznější denaturace myosinu a sarkoplazmatických bílkovin u prasat s genem RN<sup>-</sup> (Rosenvold et Andersen, 2003).

## **6.2. Plemeno**

Jako plemeno lze označit skupinu jedinců stejného druhu vzniklou historicky, se stejným fylogenetickým původem, shodnými morfologickými, fyziologickými, případně

užitkovými vlastnostmi, které jsou předávány na potomstvo za předpokladu, že se podmínky chovu a prostředí, ve kterých plemeno žije, příliš nemění. Aby se dalo hovořit o plemeni, musí být dostatečný počet jedinců k provádění čistokrevné plemenitby, zavedená plemenná kniha s popisem užitkovosti a exteriéru u standardního jedince. Jedinci mezi sebou musí mít i částečnou variabilitu, aby mohlo docházet k dalšímu vývoji plemene (Stupka a kol., 2009).

V mnoha zemích jsou využívány pro produkci vepřového masa užitkové typy, jimž dali základ při tvorbě a šlechtění plemena bílé ušlechtilé a landrase. Plemeno bílé ušlechtilé se v minulém století rychle rozšířilo do evropských zemí, kde se chovalo v čistokrevné podobě, nebo se využívalo k zušlechtění původních plemen. Pokud se intenzivně křížilo plemeno bílé ušlechtilé s klapouchými plemeny, vznikla klapouchá plemena landrase. Jejich název se upravuje podle státu / oblasti, ve které se nadále šlechtí (belgická landrase, francouzská landrase a podobně). Pro masnou užitkovost jsou chována i další plemena, která bývají již většinou pigmentovaná. Nejvýznamnějšími z nich jsou Duroc, Hampshire a Pietrain (Steinhauser a kol., 2000).

Plemeno je jedním z hlavních kritérií pro výběr prasat do různého systému ustájení. Prasata využívaná ve venkovním odchovu musí mít pevnější konstituci, bez problému snášet změny počasí (vysoké teploty, mrazy), mít vhodné chování a být schopné vyhledávat zdroje potravy a přístřeší. Z ušlechtilých plemen má pevnou konstituci plemeno Duroc, které nevykazuje ani problémy při extenzivním venkovním chovu. Jeho geny jsou využívány při tvorbě kříženců s plemeny bílé ušlechtilé a landrase pro konvenční venkovní chovy. V ekologickém systému chovu, hlavně ve Velké Británii, je kladen důraz na využívání původních plemen přizpůsobených místním podmínkám a extenzivnímu způsobu chovu. Tyto plemena mají pomalejší růst svalové tkáně a v důsledku toho větší podíl tukové tkáně v těle. Mají vyšší množství hřbetního sádla, jejich maso je tmavší a má menší ztráty exudátu během skladování. Vyznačují se výbornými mateřskými vlastnostmi. Snižuje se u nich negativní dopad nedostatku krmiva nebo konzumace méně kvalitního krmiva oproti prošlechtěným plemenům (Edwards, 2005). Früh (2011) uvádí, že státy v Evropě využívají především konvenční křížence prasnic bílé ušlechtilé a landrace. Jako kanci jsou s oblibou používána plemena Duroc nebo Pietrain.

### **6.3. Šlechtění**

Po 2. světové válce začalo šlechtění prasat na vyšší zmasilost a tento trend přetrvává do dnes. V nejvyspělejších chovatelských státech již se šlechtěním na vyšší zmasilost přestali

a nadále pouze udržují dosaženou úroveň, která se vyznačuje podílem svaloviny na jatečně upraveném těle nad 60%. Omezení šlechtění na vyšší zmasilost souvisí například s výslednou kvalitou masa, zdravotním stavem zvířat nebo ekonomikou výkrmu (Steinhauser a kol, 2000).

Mezi množstvím masa a jeho kvalitou existuje antagonismus. Selektce na vysoký podíl svaloviny vedla ke snížení kvality masa – častější výskyt vad PSE a DFD. Obě tyto vady jsou vyvolané stresem, a proto se šlechtitelé zaměřili na šlechtění stresrezistentních linií u plemen, která jsou ke stresu náchylná (Bečková a Daněk, 2003).

Chovatelé kladou důraz na vyrovnanost stáda v požadovaných exteriérových a užitkových vlastnostech. Nikdy není dosaženo úplné vyrovnanosti jedinců, protože se uplatňuje variabilita v důsledku působení genetické proměnlivosti a vlivům vnějšího prostředí. Pro maximalizaci úrovně produkce vepřového masa jsou používány především hybridizační programy pro šlechtění, jež mají za úkol produkovat prasata s optimálními užitkovými vlastnostmi z hlediska odchovu, výkrmu, zpeněžování a následného technologického zpracování jatečných těl. Hybridizační programy jsou obvykle založené na užitkovém víceplemenném křížení prováděném s využitím diskontinuitních metod křížení. Základ tvoří rozdělení plemen v populaci na mateřská a otcovská. Plemena mateřská musí vykazovat vynikající plodnost, výkrmnost a průměrné hodnoty u znaků jatečné hodnoty. Naopak otcovská plemena musí mít znaky jatečné hodnoty na vynikající úrovni, výkrmnost může být už pouze dobrá a plodnost průměrná. Kombinace takto rozdělených plemen vede k produkci potomků splňujících požadavky na kvalitu jatečného těla a masa (Steinhauser a kol., 2000).

Struktura hybridizačních programů je sestavena pro fungování při pyramidálním rozdělení chovů, kdy každé patro pyramidy plní určitou funkci v programu. Rozdělení chovů odpovídá počtu jedinců v jednotlivých chovech. Základnu tvoří užitkové chovy s největším počtem jedinců, nad nimi jsou rozmnožovací chovy a na vrcholu šlechtitelské. Šlechtitelské chovy využívají hlavně čistokrevnou plemenitbu k udržování nebo zlepšování vlastností populace plemene využívaného k hybridizaci. Potomci procházejí testací užitkových vlastností a nejlepší jedinci jsou ponecháni v šlechtitelských chovech. Zbytek přechází do rozmnožovacích chovů, které mají za úkol produkovat hybridní prasničky, z nichž nejlepší jsou zařazené do plemenitby v užitkových chovech, ostatní prasničky a vykastrování kanečci se přesouvají na výkrm (Stupka a kol., 2009).

## 6.4. Pohlaví

Genetický základ a podmínky chovu ovlivňují postnatální vývoj prasat. Realizaci genetického základu pro růst a vývoj ovlivňuje řada regulačních mechanismů, mezi které patří i endokrinní systém. Mohutnost samců naznačuje vliv androgenů na zvyšování intenzity růstu. Testosteron ovlivňuje metabolismus a využití dusíku, což má za následek lepší využití krmiva pro tvorbu svaloviny na úkor tvorby tukové tkáně. Kanečci dosahují vyšších přírůstků, lepší konverze krmiva i vyšší jatečné hodnoty ve srovnání s prasničkami i kastráty. Steroidní hormony z pohlavních žláz se podílejí nejen na projevech sexuálního chování, ale i na utváření jednotlivých částí těla a intenzitě metabolismu. Rozdíly se začínou nejvíce projevovat okolo 4 až 5 měsíců. Kastráti se vyznačují hyperfunkcí štítné žlázy s následnou zvýšenou schopností ukládat tuk v těle vlivem snížení sekrece steroidů (Dostálová a Koutský, 2008).

U samic metabolismus funguje úsporněji a část energie je ukládána do zásoby pro budoucí vývoj plodu nebo snadnější přežití v nepříznivých podmínkách. Proto maso od samic má vyšší obsah tuku než maso u samců (Ingr, 2004). Obsah intramuskulárního tuku je u prasnic přibližně 1,3 %, u kanečků může být až 1,5 % (Hansen et al., 2006).

Kvalitu masa ovlivní i březost a říje. Během říje má u prasnic svalovina výrazně zvýšenou vodnatost. Březost se v první polovině na kvalitě podepisuje jen velmi málo. Ve druhé polovině je ale svalovina již výrazně ochuzována o významné nutriční složky, které jdou ve prospěch plodu, a svalovina je vodnatější. (Ingr, 2004)

### 6.4.1. Kančí pach

U výkrmu kanců je riziko výskytu nežádoucího kančího pachu, který může významně ovlivnit kvalitu masa a sádla. Je především způsoben přítomností androstenonu, skatolu a indolu (Zamaratskaia et Squirese, 2009).

Skatol (3-metylindol) je vytvářen z tryptofanu v tlustém střevě dvoufázovou biosyntézou zprostředkovanou mikroorganismy vyskytujícími se ve střevě (*E. coli*, *Clostridium spp.*, *Lactobacillus*). Část odchází společně s výkaly z těla ven a část se dostává přes střevní stěnu do krve (Zamaratskaia et Squires, 2009). V játrech je metabolizován pomocí enzymatického systému CYP450. Skatol, u kterého nedojde k metabolizaci, je akumulován v tukové tkáni. V menší míře se s ním také můžeme setkat u prasniček během říje, stejně tak i u kastrátů (Dostálová a Koutský, 2008). Důvod výskytu vyšší koncentrace skatolu u kanců oproti vepříkům a prasničkám, je pravděpodobně ovlivnění metabolické

clearance skatolu steroidními hormony produkovanými ve varlatech (Zamaratskaia et Berge, 2014).

Androstenon (izomery 3 $\alpha$  a 3 $\beta$ -androstenon) je steroid produkovaný Leydigovými buňkami varlat. Nízké koncentrace byly zjištěny i v plazmě vepříků a prasniček, což poukazuje na možnost tvorby androstenonu i v kůře nadledvin nebo vaječnicků (Zamaratskaia et Berge, 2014). Má lipofilní charakter, takže dochází k jeho hromadění v tukové tkáni. Část androstenonu je transportována do slin, kde působí jako feromon pro stimulaci sexuálního chování u prasnic a některé metabolity jsou vylučovány z těla močí ven (Dostálová a Koutský, 2008).

Koncentrace skatolu a androstenonu v tuku se zvyšuje v průběhu pubertálního vývoje. Vlivem genetického založení a životních podmínek může dojít ke zrychlení nebo zpomalení tvorby těchto látek. Zkracování délky světelného dne a krátké dny mohou stimulovat samce k rychlejšímu nástupu puberty, a tím i zahájení intenzivnější tvorby androstenonu ve varlatech. Urychlení nástupu puberty může také vyvolat odchov kanců společně s prasničkami (Prunier et al, 2013). Složením krmné dávky lze ovlivnit syntézu skatolu, která je závislá na proteolytické aktivitě střevní mikroflóry a na dostupnosti tryptofanu. Probíhá intenzivní výzkum krmných doplňků, které by mohly přispět k eliminaci kančího pachu. V pokusech se již osvědčil kořen čekanky, syrový bramborový škrob nebo dieta s vyšším obsahem vlákniny. Znečištěná podestýlka, vysoká koncentrace zvířat nebo vysoká teplota jsou faktory, které mohou vést k vyšší koncentraci skatolu a androstenonu v tuku (Dostálová a Koutský, 2008). Souvislosti mezi porážkovou hmotností, věkem a výskytem kančího pachu je intenzivně zkoumána. Aldal et al. (2005) ve svém průzkumu prokázali vyšší intenzitu kančího pachu u vzorků masa, které obsahovaly skatol i androstenon ve vysoké koncentraci. Pokud byla pouze jedna z těchto látek ve vysoké koncentraci, projev kančího pachu nebyl příliš výrazný. Dále podle jejich studie se s vyššími hodnotami skatolu a androstenonu lze setkat již u prasat ve 110 dnech nebo živé hmotnosti při porážce 75 kg. To potvrzují i Jaturasitha et al. (2006) a zároveň poukazují na to, že hranice, kterou stanovila Evropská unie, pro jatečnou hmotnost kanců 80 kg je stále příliš vysoká, aby zcela vyloučila maso, které již může být negativně ovlivněno kančím pachem. Genetický základ jedince má vliv jak na dobu nástupu puberty, tak i na ukládání androstenonu a skatolu v tuku. Rozdíly lze vidět mezi různými plemeny, lze se i setkat s menšími rozdíly mezi jedinci v rámci jednoho plemene (Zamaratskaia et Squires, 2009).

Hodnocení masa kanečků je legislativně upraveno nařízením Evropského parlamentu a rady č. 854/2004. Objektivní stanovení obsažených látek zodpovědných za kančí pach lze provádět laboratorními metodami, které jsou založeny na kolorimetrii, chromatografii a chemiluminiscenci. Tyto metody jsou pro širokou praxi nevhodné, protože jsou ekonomicky náročné. Hodnocení masa je ovlivněno i jeho tepelnou úpravou. Toho využívá veterinární dozor na jatkách v České republice a provádí zkoušku varem. Tato zkouška není sice podmínkou uvolnění masa mladého kance jako výsekového, přesto se běžně používá. Poslední dobou se zkouší využívat metody elektrického nosu. Senzory vytvářejí elektronické signály, které jsou pomocí matematických operací zpracovány a porovnány se standardním vzorkem. Kromě identifikace kančího pachu v mase, lze elektrický nos využít ke stanovení žluknutí tuků nebo určení čerstvosti masa či masných výrobků (Dostálová a Koutský, 2008).

Detekce kančího pachu samotnými spotřebiteli je rozdílná. Většina lidí (až 99 %) je citlivější vůči skatolu. Androstenon může být vnímán sice od velice nízké koncentrace, ale část populace ho nedokáže vnímat vůbec. Vnímavost jedinců je ovlivněna stravovacími návyky, způsobem úpravy hodnoceného vzorku, zemí původu hodnotitele, věkem a pohlavím. Schopnost vnímat pachy se během života mění, s věkem u mužů klesá a u žen naopak stoupá (Aleksic et al., 2012). Rozdíly ve vnímavosti ke kančímu pachu byly zaznamenány i mezi jednotlivými státy v Evropě – Německo 32 %, Španělsko 46 – 48 %, Norsko 39 %, Belgie 45 % a Francie 63 až 74% (Bonneau et Chevillon, 2012).

Ke snížení koncentrace skatolu a androstenonu se používá kastrace kanečků. Tímto zárokem lze snížit jejich koncentrace pod prahové hodnoty, které jsou u skatolu 0,20 – 0,25  $\mu\text{g/g}$  a androstenonu 0,5 – 1  $\mu\text{g/g}$  (Strathe, 2013). Další důvody kastrace jsou zabránění nežádoucího chovu, omezení pohlavního chování nebo zklidnění temperamentu. Nejpoužívanější metodou kastrace kanečků je chirurgické odstranění varlat bez anestezie nebo analgetik. Veřejnost, která tuto metodu považuje za narušování welfare zvířat, vyvíjí tlak na Evropskou Unii a snaží se o její omezení. Regulace kančího pachu v mase a udržení jeho kvality je důležitá. Proto vědci zkoumají možnosti minimalizace tohoto problému genetickou, imunologickou nebo výživovou cestou (Edwards et al., 2009).

Moderní metodou je nekrvavá kastrace pomocí vakcíny, která vede ke stimulaci tvorby specifických protilátek proti gonadotroping-releasing hormonu po revakcinaci na konci výkrmu. Důsledkem toho je významné zmenšení varlat a tím i omezení produkce androstenonu. Denní přírůstek, konverze krmiva i kvalita masa bez kančího pachu zůstanou

na úrovni nekastrovaných kanců. Imunologická povaha vakcíny neovlivňuje kvalitu masa cizorodými látkami, snižuje projevy PSE, zlepšuje barvu, mramorování a šťavnatost masa (Bernardy, 2010).

## 6.5. Věk a růst

Věk prasat a jejich hmotnost je faktor ovlivňující produkci libového masa. Věk prasat úzce souvisí s dosaženou živou hmotností a složením jatečných těl prasat. S věkem a narůstající hmotností se mění zastoupení masitých a tučných částí, které ovlivňují jatečnou hodnotu. Změny ve složení těla probíhají během života s proměnlivou intenzitou (Stupka a kol., 2009).

Nejrychleji a nejdříve rostou kosti, poté svalovina a nejpозději se vyvíjí tuková tkáň. Ukládání tuku se zvyšuje zejména po dosažení dospělosti, kdy tvoří větší část přírůstku. Z hlediska produkce masa se zvířata porážejí nejvýhodněji v tzv. jatečné zralosti. To je věk či živá hmotnost, kdy tělesný vývoj jedince je blízko dospělému zvířeti. Vývoj svaloviny je téměř ukončen a ve zvýšené míře se začíná tvořit depotní tuk. U starších zvířat je maso tmavší díky vyššímu obsahu barviv a zvyšuje se u nich i obsah extraktivních látek. Proto je chuť masa u mladých zvířat méně výrazná (Pipek a Pour, 1998).

V chovech je častým problémem zvyšující se podíl selat s nízkou porodní hmotností ve vrhu. Selata se rodí slabá, mají pomalejší růst a často jsou na konci výkrmu tučnější s nižší kvalitou masa. Selata s nízkou porodní hmotností mají vyšší ztráty odkapem a obsahují více intramuskulárního tuku (u *m. semitendinosus* byl obsah tuku až o 12 % vyšší než u selat s vysokou porodní hmotností) u něhož jsou i rozdíly v zastoupení některých mastných kyselin (kyselina palmitolejová, eikosenová nebo eikosadienová). Také u nich byla vyšší intenzita červeného zabarvení svalů oproti selatům s vysokou porodní hmotností (Rekiel, 2014). Ve své studii Gondret et al. (2006) se neseťkali s vyšší ztrátou šťáv odkapem, ale u selat s nižší porodní hmotností zjistili vyšší průměr myofibril ve svaích a současně jejich nižší počet u těchto jedinců než u selat s vysokou porodní hmotností. V důsledku vyššího průměru svalových vláken prasata měla tužší maso.



## 7. Vnější faktory

### 7.1. Výživa

Velmi důležitým intravitálním vlivem na kvalitu masa je úroveň výživy zvířat. Její pozitivní vliv spočívá v zajištění dobrého zdravotního a výživového stavu zvířat. To pak ovlivňuje celkovou jakost masa. V současné době jsou kladeny požadavky na produkci zmasilých jedinců s určitým podílem intramuskulárního tuku. Nedostatky ve výživě mohou být jatečná prasata přetučněná, tučná, protučněná nebo naopak hubená až vyhublá. Nevhodná krmná dávka negativně ovlivní jakost masa. Při nedostatku živin se netvoří správně svalová hmota, může dojít k avitaminóze nebo se některé složky krmiva ukládají do masa a tuku a tím snižují jeho kvalitu (Ingr, 2004).

V současných chovech se používají geneticky vysoce prošlechtění masní hybridy, vzniklí křížením masných plemen. Tyto hybridy již není možno vykrmovat klasicky, ale používají se speciálně poskládané kompletní krmné směsi. Můžeme se setkat i s tím, že šlechtitelé s genetickým materiálem současně dávají i návod na složení konkrétní krmné dávky, která je pro dané jedince neoptimálnější. Prasata mají intenzivní růst, dobrou konverzi krmiva a vyšší výtěžnost masa než skot. V důsledku toho jsou ale náročnější na kvalitní koncentrovaná krmiva s vysokou stravitelností a biologickou hodnotou (Steinhauser a kol., 2000).

Prasata mají jednoduchý žaludek, méně prostorný trávicí trakt a jejich trávení je téměř výlučně enzymatické. V důsledku toho jsou omezeně schopná zpracovat a využít objemná krmiva. Krmení je založené na bázi vysoce stravitelných krmiv s nízkým obsahem vlákniny, která by měla být do 4 % krmné dávky. S věkem se postupně rozvíjí střevní mikroflóra a prasata jsou schopná vlákninu lépe využívat. Výše užítkovosti v závislosti na živinách je podle odhadů z poloviny ovlivněna energetickou hodnotou, ze třetiny kvalitou dusíkatých látek a ze zbytku ostatními složkami krmiva. Bílkoviny se podílí především na zvětšování tělesné hmoty. Jako stavební živiny jsou nenahraditelné a v organismu nedochází k jejich ukládání do zásoby, proto musí být pravidelně doplňovány krmivem. Nutriční hodnota bílkovin je ovlivněna spektrem aminokyselin, jejich poměru a přístupnosti. U rostoucích prasat by měl být vzájemný poměr lyzin 100 %, metionin a cystein 55 %, treonin 65 % a tryptofan 19 % (Stupka a kol, 2009). Steinhauser a kol., (2000) vyjadřují při stejném procentuálním zastoupení jednotlivých aminokyselin požadavky prasat s hmotností nad 50 kg na obsah esenciálních aminokyselin přibližně 6,6 g/kg lysinu, 4,5 g/kg sirmých aminokyselin,

3,7 g/kg treoninu a 1,2 g/kg tryptofanu, přičemž nemusí být jejich obsah v krmné dávce plně pokryt přírodními zdroji, ale lze jejich část doplnit syntetickými analogy. Energetická hodnota krmiv je vyjádřena metabolizovatelnou energií nebo netto energií. Jejím zdrojem jsou dusíkaté látky, bezdusíkaté látky výtažkové, tuk a vláknina (Stupka a kol., 2009). Určité množství tuku je v krmné dávce nezbytné, protože prasata nejsou schopná syntetizovat některé nenasycené kyseliny jako například kyselinu linolovou a linolenovou. Tukování krmných směsí se musí provádět opatrně, aby nedocházelo k nadměrnému ukládání depotního tuku. Součástí krmných směsí jsou i minerální látky a specificky účinné látky. Jejich vliv na organismus je velmi variabilní, účastní se katabolických reakcí, ovlivňují intermediální metabolismus, jsou součástí enzymů nebo hormonů. Aditivní látky jsou přidávány do krmných směsí z důvodu zlepšení jejich skladovatelnosti (antioxidanty, konzervanty), organoleptických vlastností (barviva, zchutňovadla), fyzikálních vlastností (pojiva, želírující látky), produkčních vlastností nebo zlepšení biologické hodnoty krmiva (Steinhauser a kol., 2000)

Jedním z rozdílů mezi konvenčními a ekologickými chovy je ve způsobu tvoření jejich krmné dávky. V ekologických chovech jsou prasata krmená přírodními krmivy, která nesmí obsahovat syntetické aminokyseliny. Takovým příkladem jsou chemicky získané bílkoviny ze sójových bobů, které se běžně používají v konvenčních chovech k optimalizaci krmné směsi. EU vyhláška 834/2007 povoluje od roku 2012 5% část krmné dávky v ekologické produkci, která nemusí být tvořena přírodními krmivy. V takovém případě ale musí být všechna krmiva vypěstována ekologicky. Tato omezení mohou vést k problémům při optimalizaci obsahu živin pro optimální růst (Therkildsen et al., 2012).

Krmná dávka v ekologickém zemědělství musí poskytovat dostatečné množství základních živin a biologicky specificky působících látek, aby nebylo nutné tyto látky doplňovat syntetickými preparáty. V pravidlech ekologického zemědělství je kladen důraz na velkou pestrost zdrojů pro zajištění živin. Povinností je používat u všech chovaných zvířat objemná krmiva, z nichž část musí být pokud možno čerstvá – zelené krmivo, pastva, obilné a luskovinové klíčky, okopaniny. Místo extrahovaných šrotů používaných v konvenčním zemědělství, které se získávají chemickými extrakčními činidly, se musí používat výlisky (za studena lisované olejniny), pokrutiny (za tepla lisované olejniny) popřípadě semena olejin, která mohou být upravená šrotováním, vločkováním nebo toastováním (Šarapatka a kol., 2006).

Ekologicky chovaná prasata dostávají sníženou nabídku základních aminokyselin. V důsledku toho se snižuje intenzita růstu a zvyšuje se tučnost i podíl intramuskulárního tuku. Rozdíly mezi komponenty krmné dávky konvenčních a ekologických prasat nevedou ke změnám v barvě ani pH (Lebret, 2008).

Při ad libitním krmením konvenční krmnou směsí se podíl intramuskulárního tuku pohybuje kolem 1,6 %, prasata s ad libitním krmením koncentrovaným ekologickým krmivem mají 1,5 % intramuskulárního tuku. Pokud se prasata krmí restringovaně, podíl tuku se může snížit až na 1,2 % (Hansen et al., 2006).

## **7.2. Ustájení a mikroklima**

Řešení způsobu ustájení prasat musí vycházet z jejich biologických nároků, tak aby byla zajištěna jejich pohoda, která je předpokladem pro maximální produkci. Každá kategorie prasat má určité požadavky na systém ustájení a kategorie jsou ustájeny v samostatných stájích členěných na sekce pro zabezpečení turnusového provozu. Ustájení je usměrněno zákonem č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání a jeho novelami, vyhláškou č. 208/2004 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat, a směrnicí Rady EU 2006/0224 (Stupka a kol., 2009).

### **7.2.1. Ustájení během výkrmu v konvenčních chovech**

Během výkrmu jsou prasata ustájená ve skupinových kotcích, které mohou být podestýlané nebo bezstelivové. Častěji používané je bezstelivové ustájení především u farem bez vazby na půdu. Výhodou je vyšší produktivita práce, lepší čistota a hygiena. Nevýhodou představuje nižší pohoda ustájených zvířat. Podlaha je řešena jako kompaktní nebo roštovaná, ale musí být vždy udělaná tak, aby umožňovala bezpečný pohyb zvířat, odolávala chemickým vlivům prostředí a tlakovému čištění. Kotec se skládá z tepelně izolovaného lože a kaliště, které musí být u bezstelivového systému o 4 - 5 cm níže, než je hrana lože. Pokud je použita kompaktní podlaha, musí být vyspádovaná (3 - 4 %). Roštové podlahy jsou rovné a minimální šířka roštnice je 6 – 10 cm s maximální šířkou mezery 2 cm. Stelivové systémy jsou vhodnější pro menší chovy, které mají přístup k vlastní slámě. Výhodou je vyšší úroveň pohody zvířat, ovšem zároveň je v tomto systému nižší produktivita práce (Steinhauser a kol., 2000).

### **7.2.2. Ustájení během výkrmu v ekologických chovech**

Podmínky chovu jsou stanoveny zákonem č. 553/2005 Sb. O ekologickém zemědělství a od vstupu do Evropské unie je závaznou normou Nařízení Rady EU 2092/91 (Šarapatka a kol., 2006). Předpisy pro ekologické zemědělství nařizují, aby zvířata měla přístup do

venkovních výběhů, které mohou být betonové, roštované, s hlubokou podestýlkou, zcela zakryté nebo až zcela otevřené. Ekologický chov prasat může probíhat ve 3 základních typech ustájení – vnitřní ustájení s výběhem, venkovní a kombinované. Prasata na výkrm jsou většinou vykrmována ve venkovních chovech nebo ve stájích s výběhem.

Chov ve stájích s přístupem do venkovního výběhu probíhá v různě vybavených stájích. Mohou být od nezateplených stájí s otevřeným vchodem po vytápěné se strojovou ventilací. Využívá se v oblastech s drsnými klimatickými podmínkami a umožňuje snadnou identifikaci zvířat. Nevýhodou je nedostatečný prostor pro projevy přirozeného chování, jsou energeticky náročné a nesplňují představy veřejnosti o ekologickém zemědělství.

Venkovní chovy jsou založeny na chovu zvířat po celý rok ve výbězích, které jsou vybaveny umělými nebo přirozenými úkryty. Musí být zajištěna rotace mezi pastvinami, aby docházelo k obnově a udržení porostu. Tento způsob chovu umožňuje projevy přirozeného chování, efektivní využití mrvy, selata přijímají dostatečné množství železa z půdy. Komplikace způsobuje deštivé období, musí být důsledná regulace parazitů a je obtížnější zjišťování a léčení nemocných zvířat (Früh, 2011).

Při venkovním odchovu s možností pohybovat se a shánět si potravu jsou zvířata aktivnější a i při ad libitním krmení mají prasata nižší denní přírůstky než prasata chovaná ve vnitřních kotcích. Denní přírůstek může být nižší u venkovně chovaných prasat kvůli spotřebě energie na udržování tělesné teploty. Na druhou stranu jejich jatečně upravená těla poskytují více libové svaloviny (Enfält, 1997).

### **7.2.3. Mikroklima**

V chovech prasat v uzavřených stájích se dbá na dodržování teploty a relativní vlhkosti okolí v optimálních rozmezích podle konkrétní kategorie zvířat. Nejvyšší nároky na teplotu jsou u novorozených selat až do odstavu, kdy by teplota neměla klesnout pod 20°C. Nižší teploty snášejí prasata ke konci výkrmu, jejich rozmezí optimálních teplot je 12 – 20 °C. Pokud teploty poklesnou pod optimální hodnoty, projeví se to sníženou konverzí krmiva, při dlouhodobém působení se sníží denní přírůstek nebo dojde k narušení zdraví. Relativní vlhkost by se měla držet v rozmezí 50 - 75 %, u selat maximálně 70 %. Vliv vlhkosti na organismus se projeví až v extrémních případech. Při vlhkosti pod 35 % je vzduch suchý, vysušuje sliznice zvířat a zvyšuje prašnost ve stájích, která dráždí dýchací soustavu. Extrémně vysoká vlhkost vede ke kondenzaci vodní páry na konstrukcích. Podle těchto ukazatelů se poté řídí rychlost proudění vzduchu, která je od 0,15 – 0,3 m.s<sup>-1</sup>. U selat se dodržuje nejnižší

mez až do odstavu. Pro stájové prostředí jsou také stanoveny maximální přípustné koncentrace oxidu uhličitého 0,3 % objemových, amoniaku 0,0025 % objemových a 0,001 % objemových. Ve výkrmu je fyziologická intenzita osvětlení 5 lx, celková pracovní 40 lx (Steinhauser a kol., 2000).

Vlivy při venkovním odchovu, jako vystavení čerstvému vzduchu nebo extrémním podmínkám prostředí, působí pozitivně i negativně na kvalitu masa. Negativně kvalitu ovlivňují vysoké teploty, mohou způsobit snížení příjmu krmiva do té míry, že nebudou splněny nutriční požadavky na vysokou produkci. Nízké teploty zpomalují růst, dosahuje se kratších jatečně upravených těl s vyšším podílem podkožního tuku nebo u prasat, která byla dlouhodobě vystavena nízkým teplotám, dochází k rychlejšímu poklesu pH svaloviny po porážce (Edwards, 2005).

## **8. Technologické vlivy**

Míchání neznámých zvířat, nakládání, doprava nebo ustájení na jatkách patří do předporážkové manipulace, která může u zvířat vyvolat psychický nebo fyzický stres. Je známo, že stres před porážkou může negativně ovlivnit kvalitu masa. Dlouhodobý stres vyvolávaný manipulací na farmě, promícháváním zvířat nebo dopravou vede k poruchám kvality masa spojené s DFD masem. Naopak krátkodobý stres spojený s podmínkami ustájení na jatkách nebo přisunu zvířat na omráčení má spojitost s poruchami kvality jako PSE nebo RSE masa (Rosenvold et Andersen, 2003).

### **8.1. Přeprava zvířat**

Během dopravy dochází ke zvýšení zatížení organismu vnějšími vlivy, které jsou převážně technologické charakteru. Prasata se dostávají do nového, neznámého, často zhoršeného prostředí před porážkou, které bývá často mimořádně hlučné. Projeví se i skutečnost, že prasata během výkrmu přišly do styku jen s minimálním počtem lidí, zatímco během přepravy na jatky a samotných jatkách se během několika hodin setkají s mnohem větším počtem lidí. Delší doba dopravy prasat je spojována s vyšší hodnotou pH (Hovorka a kol., 1987).

V rozvinutých evropských zemích převládá přeprava zvířat silniční dopravou nákladními automobily, návěsy a kamiony. U prasat je využívána hlavně kontejnerová přeprava, u které jsou snižené technické potíže nakládky a vykládky zvířat. Kontejner lze umístit až k výkrmovému boxu a zvířata po nalákání na vodu nebo krmivo samovolně přejdou dovnitř. Pokud je potřeba použít šikmé rampy, jejich sklon by neměl přesáhnout 15 %. Manipulace se zvířaty by měla být během nakládky a vykládky klidná, šetrná, bez zbytečného hluku, spěchu a násilí. Bití holí nebo podobnými prostředky je zakázáno. Pokud je to nezbytně nutné, jsou povolené elektrické pohaněče. Jejich kontakt se zvířetem může být maximálně po dobu 2 sekund a pouze na zadní partii těla – na kýtu (Ingr, 2004).

Hustota zvířat v dopravním prostředku je jeden z hlavních faktorů, který ovlivňuje pohodlí zvířat. Je podstatná i z ekonomického hlediska, protože může snížit nebo zvýšit jednotlivé náklady na přepravu. Kvůli vysoké koncentraci mají zvířata omezený prostor k přirozeným změnám polohy a je proto obtížné udržení rovnováhy zejména na dlouhých cestách. Nižší koncentrace poskytují dostatek prostoru pro pohyb zvířat nebo jejich ulehnutí. Nízké i vysoké koncentrace mají vliv na výskyt podlitin a jiných poškození, proto je důležité dodržovat optimální určenou koncentraci (Miranda-de la Lama, 2014).

Jatečná prasata jsou velmi citlivá na přepravní podmínky a to především ze dvou hlavních důvodů. Prasata mají velice omezenou schopnost termoregulace v důsledku pokrytí celého těla relativně silnou vrstvou podkožního tuku, která omezuje pocení. Proto je zejména u prasat nutné dodržovat stanovený teplotní limit pro venkovní teplotu 23°C a je požadováno účinné větrání. Druhým aspektem, na který je nutno brát ohled při přepravě prasat, je zvýšená citlivost ke stresu u moderních masných hybridů. Citlivost ke stresu má různě závažné projevy v závislosti na citlivosti konkrétního jedince i na počtu stresorů a jejich účinnosti. Stresory v předporážkovém období mohou způsobit, mimo různě výrazných projevů PSE, maligní hyperthermii nebo i smrt (Steinhauser a kol., 2000).

Jedinci určené k přepravě na jatky musí být klinicky zdravá, bez zjevných příznaků onemocnění a v dobré fyzické kondici. Zvířata by neměla být krmena alespoň 12 hodin před přepravou. Nejmenší výkyv fyziologických hodnot a nejrychlejší uklidnění po přepravě vykazují zvířata, u kterých byl interval mezi posledním krmením a transportem 24 hodin. Musí mít neustálý přístup k pitné vodě, aby byla dobře napojena. Toto je důležité především v letním období (Ingr, 2004).

## **8.2. Omračování zvířat**

Porážka je proces, který se výrazně podílí na intenzitě glykolytických procesů ve svalovině a tím ovlivňuje výslednou kvalitu masa. Před porážením je důležité dodržet optimální dobu odpočinku zvířat v čekacích boxech. Pokud byla přepravní vzdálenost krátká a se zvířaty bylo zacházeno ohleduplně, lze prasata porážet do 3 hodin (Stupka a kol., 2009).

Pro dodržení welfare je zákonný požadavek, aby u zvířat nastalo ihned bezvědomí a v tomto stavu zůstala až do ztráty citlivosti mozku v důsledku vykrvácení. Při hodnocení výhod a nevýhod omračovacích metod se zohledňuje kvalita masa, přítomnost krvácenin nebo zlomenin kostí. U všech metod dochází k vyvolání stresu, a proto se hledají nové metody, které by vyvolávaly nejnižší stres, což by vedlo ke zlepšení některých ukazatelů kvality masa jako je například jeho vaznost. U prasat je nejpoužívanější metodou omráčení oxidem uhličitým nebo elektrickým proudem (Rosenvold et Andersen, 2003).

Mechanické omráčení je prakticky používané pouze u domácích porážek nebo ve velmi malých provozovnách přímo u chovatele vzhledem ke své malé produktivitě práce. Omráčení je vyvoláno tupým úderem například palicí na čelo zvířete nebo proražením čelní kosti pomocí pistole s vázaným projektilem (Steinhauser a kol., 2000).

Chemické omráčení je pro svou ekonomickou nákladnost používáno jen v omezené míře. V praxi je nejpoužívanějším plynem k chemickému omráčení oxid uhličitý, který se používá v 70 – 90% koncentraci. Během omráčení nedochází ke křečím, zvířata jsou narkotizována v uvolněném stavu a bezvědomí nastane do 15 sekund. U prasat citlivých ke stresu nedochází k úplnému uvolnění. Takoví jedinci reagují na plyn neklidně a vzrušeně, což má negativní dopad na kvalitu masa (Ingr, 2004). Steinhauser a kol. (2000) uvádí jako další výhody této metody nižší výskyt extravasátů ve svalovině, menší výskyt zlomenin, srdeční činnost je zachována, frekvence dýchání se snižuje a proto nedochází ke krvácení do plic a svaloviny. Zároveň upozorňují na negativní dopad nasycení masa oxidem uhličitým, který svalovinu okyseluje.

Z hlediska jakosti masa a automatizace výroby se ukazuje jako nejlepší způsob omráčení pomocí elektrického proudu. Principem je vyvolání nadprahového vzrušení mozku, které vede k prudkému navýšení jeho aktivity a zvýšení spotřeby kyslíku. Elektrický proud se aplikuje pomocí omračovacích kleští nebo vidličky, tak aby proud procházel nejkratší cestou mozkiem – nejčastěji z boků hlavy nebo na lalok a vrch hlavy. Pro ochranu zvířat se prosazuje, aby k bezvědomí došlo do 1 sekundy. Vyvolané bezvědomí trvá 30 – 50 sekund a je podobné epileptickému záchvatu. Svalovina na elektrický proud reaguje maximální kontrakcí, která postupně přejde v křeče. V první fázi nastávají tzv. tonické křeče, kdy zvíře zůstane po dobu 5 – 15 sekund ve ztuhlém stavu. Postupně křeče přecházejí v klonické křeče, které trvají podstatně déle (25 – 75 sekund). Tyto křeče se projevují škubavými pohyby končetin a ztěžují zavěšení i vykrvení zvířat. Důsledkem kontrakcí svaloviny se zvyšuje spotřeba energie, při vyšším napětí se objevují zlomeniny nebo extravasáty ve svalovině i vnitřních orgánech (Steinhauser a kol., 2000).

### **8.3. Vykrvování zvířat**

Smrt jatečného zvířete nastává při vykrvování, pokud již smrt nenastala následkem zástavy srdce. Vykrvení se provádí vpichem nebo řezem. Nejvhodnější je přetnutí kmene z aorty do hlavy a předních končetin, jednodušším způsobem je vpich do krční tepny. Moderní technologie vyžadují co nejrychlejší vykrvení po omráčení. Zkrácení doby mezi omráčením a vykrvením má vliv na rozvod stresových hormonů krví po těle. Tyto hormony vznikají při reakci na stres zejména během omračování a při opožděném vykrvení jsou dopraveny do svaloviny, kde urychlují glykolýzu a způsobí vznik myopatií (Pipek a Pour, 1998).



Pokud vykrvování začne do 10 sekund od omráčení, využije se srdeční činnosti a tonických křečí k dokonalému vykrvení. Zvíře je vykrveno asi během 4 minut. Pokud nedojde k dokonalému vykrvení a ve svalovině zůstane větší podíl reziduální krve, dojde k významnému snížení údržnosti masa. Nedokonalé vykrvení může být způsobeno prodloužením intervalu mezi omráčením a provedením vykrvovacího řezu nebo vpichu, špatným omráčením, vlivem pohlaví (samci jsou vykrveni dokonaleji), překrmením poražených zvířat. Dosud bylo preferováno vykrvování ve visu, poslední dobou se uplatňují nové argumenty pro vykrvování vleže s ohledem na kvalitu masa – menší zatížení svalstva, příznivější hodnoty pH nebo snížený výskyt vady masa PSE (Ingr, 2004).

#### **8.4. Chlazení**

Jatečné produkty vytvářejí svým složením a vlastnostmi výhodné prostředí pro rozvoj mikroorganismů, protože i při velmi dobrém dodržení všech hygienických zásad jsou jatečné produkty více či méně vždy kontaminované. Přirozené okyselení svaloviny, které je jen mírné a často trvá jen velmi krátce, částečně znesnadňuje přítomným mikroorganismům jejich okamžité pomnožení a rozklad bílkovin masa. Přesto je třeba hrozící proteolýze účinně čelit. Všestranně nejvhodnějšími způsoby pro zvýšení údržnosti čerstvě získaného masa je zchlazení a chladírenské uskladnění využívané pro krátkodobé uskladnění masa, popřípadě zmrazení a mrazírenské uskladnění, což je velmi účinná konzervační metoda pro dlouhodobé uchování masa (Ingr, 2004).

V posledních letech se výzkum zaměřuje na zrychlení chlazení vepřových půlek, aby se minimalizovaly ztráty odparem a výskyt mikrobiologické kontaminace. Zrychlené chlazení může také zlepšit fyzikální a chemické vlastnosti masa v důsledku snížení rychlosti metabolismu po porážce – zpomalení glykolýzy, nižší ztráty odkapem nebo nižší výskyt vady PSE. Pokud je rychlost chlazení ale rychlejší, než dojde k dostatečnému okyselení, může to mít za následek zkrácení svalů jatečně upraveného těla. Smrštění během šokového zchlazení může být ovlivněno vysokou výtěžností jatečně upravených těl, kvůli jejich nižšímu obsahu podkožního tuku a rychlejšímu uvolnění tepla. Dalším důsledkem je možnost zmrznutí kůže a svalů nacházejících se přímo pod ní. Při rozmrazení dojde k vyluhování základní tkáně a nežádoucí změně barvy masa (Rybarczyk et al., 2015).

Zkrácení svalů má negativní vliv na měkkost masa a vaznost. Proto se používá elektrická stimulace, která stimuluje metabolismus ve svalech po porážce a má pozitivní efekt na měkkost. U prasat bylo zjištěno, že zrychlení poklesu pH vede ke zvýšenému výskytu vady

PSE. Elektrická stimulace musí být provedena nejpozději do 20 minut. Pokud je to déle, elektrická stimulace v kombinaci s rychlým zchlazením snižuje vaznost masa (Rosenvold et Andersen, 2003).

Při zchlazování masa mimo mikrobiálních vad a zkrácení masa chladem může nastat ještě další technologická vada – zapaření. K zapaření dochází, pokud teplo z hloubky svaloviny není dostatečně odváděno, nebo je odváděno příliš pomalu. Takové situace jsou při přeplňování chladíren, nedostatečném proudění vzduchu nebo pomalém zchlazování tučných kusů. Vysoká teplota urychlí biochemické procesy probíhající ve svalovině a vytvoří se ideální podmínky pro pomnožení převážně anaerobních mikroorganismů. Na mase se zapaření projeví změnou barvy na tmavě červenou s nádechem do hnědé, tkáň je prostoupena bublinkami vytvořeného CO<sub>2</sub> a maso má výrazný, nakysle hnilobný zápach (Steinhauser a kol, 2000).

## 9. Závěr

Bakalářská práce byla vytvořena jako literární přehled o ukazatelích kvality masa z technologického a senzorického hlediska a její ovlivnění vnitřními i vnějšími faktory se zaměřením na chov v ekologickém nebo konvenčním provozu.

Maso je univerzálním zdrojem živin. Jejich obsah značně kolísá mezi jednotlivými druhy zvířat, mezi pohlavím jedinců nebo v rámci jednotlivých svalů na těle zvířete. Obecně je biochemické složení masa 35 – 75 % vody, 10 – 23 % bílkovin, 4 – 55 % tuku a malé množství sacharidů, vitaminů a minerálních látek. Hlavní rozdíl v chemickém složení se ukázal mezi množstvím jednotlivých mastných kyselin. Složení mastných kyselin v tukové tkáni má významný dopad na kvalitu masa, protože určuje pevnost / olejnatosť tuku a jeho oxidační stabilitu, ovlivní tak i chuť a barvu masa. U prasat z ekologického chovu se vyskytuje v celkovém množství vyšší obsah PUFA a nižší obsah SFA a MUFA. Na množství obsažených bílkovin, sacharidů, vitaminů a minerálních látek nemá způsob chovu žádný vliv, jejich množství se mění spíše s věkem.

Hlavní ukazatelé technologické kvality jsou vaznost, barva, pH a mramorování. Schopnost masa vázat a udržovat vodu neboli vaznost je ovlivněna genetickým založením, zacházením před a po porážce nebo i ročním obdobím. Během zimních měsíců se lze setkat s nižší vazností. Způsob chovu ji ovlivňuje minimálně. Nízká vaznost má za následek abnormální ztráty vody a v ní rozpustných bílkovin. Barva je udána především obsahem hemových barviv obsažených v myoglobinu a hemoglobinu. Hem má centrální atom železo, na které se mohou vázat různé plyny a to vede ke změnám barvy. Při oxygenaci myoglobinu přechází barva do rumělkově červené. Navázání oxidu dusnatého vede ke vzniku světle růžového nitroxymyoglobinu. Zelená barva je způsobena nahromaděním peroxidu vodíku v mase, který rozloží hemová barviva. Obsah pigmentů v mase se nemění mezi ekologicky a konvenčně chovanými prasaty, rozdíl nebyl ani při různé skladbě krmiva. Hlavním faktorem ovlivňující kvalitu masa po porážení je pH masa a jeho změny v důsledku hromadění  $H^+$  iontů. Nízké pH a vysoká teplota masa vedou k denaturaci bílkovin a narušení integrity membrán kosterní svaloviny. Důsledkem toho je snížení vaznosti a zhoršení senzorických vlastností. Podle rozsahu poklesu pH a ovlivnění kvality masa se vyskytují jakostní odchylky v podobě PSE, RSE, PFN a Hampshire efektu. Nicméně částečný pokles pH je důležitý, aby se zamezilo pomnožení mikroorganismů a kažení masa. Nedostatečný pokles pH je označován jako jakostní odchylka DFD. Mramorování masa způsobují jemné žilky intramuskulárního tuku viditelného mezi svalovými vlákny, která jsou jím obalená. Na kvalitu

masa má v přiměřeném množství pozitivní vliv, protože přímo ovlivňuje křehkost, šťavnatost a chuť masa. U nově vyšlechtěných hybridů se jeho podíl snižuje v důsledku zvyšujícího procenta zmasilosti.

Senzorické vlastnosti masa jsou ukazatelem kvality především pro spotřebitele. Rozdíly jsou znatelné hlavně mezi zvířaty, která měla přístup do venkovních výběhů a zvířaty, která ho neměla. Mezi zvířaty z ekologického a konvenčního chovu nejsou tak velké rozdíly. Prasata z ekologických chovů a s možností pohybu ve výběhu mají vyšší chutnost, může se u nich vyskytnout i nižší intenzita kyselé chuti ale šťavnatost masa je u nich nižší.

Mezi vnitřní faktory jednoznačně patří genetické založení jedince, které má vliv na velikost produkce i na jeho kvalitu. V dnešní době je sledován gen CRC, který u jedinců zvyšuje výtěžnost jatečně upraveného těla a procento libové svaloviny. Za následek to má ale vyšší citlivost jedinců ke stresu vedoucí k negativnímu ovlivnění barvy, vaznosti nebo až vyvolání jakostní odchylky PSE. Dalším genem ovlivňující výtěžnost jatečně upraveného těla je RN<sup>+</sup> gen, který u nositelů tohoto genu výtěžnost snižuje. Jedincům s tímto genem se ve svalech ukládá více glykogenu. Pokles pH je pomalejší ale k nižším hodnotám, což opět negativně ovlivní vaznost i barvu. Pro produkci masa se používají hlavně vysoce prošlechtěná plemena s vysokou masnou užitkovostí. Pro venkovní chovy je vhodnější vybírat plemena s pevnější konstitucí a vhodným chováním, která jsou schopná vyhledávat zdroje potravy, přístřeší a bez problému snášejí změny počasí.

Projev genetického základu je ovlivněn i endokrinním systémem, který prostřednictvím androgenů u samců zvyšuje intenzitu růstu. Testosteron působí na metabolismus a samci lépe využívají dusík z krmiva pro tvorbu svaloviny než prasničky a vepřici. Naopak metabolismus samic funguje úsporněji a dochází u nich k ukládání látek do zásoby pro budoucí březost. Proto maso samic obsahuje vyšší obsah tuku než maso samců. Vliv pohlaví se projeví i na vaznosti, kdy maso během říje a březosti je vodnatější. Ve druhé polovině březosti je také maso chudší na nutriční látky, které jsou odčerpány pro dokončení vývoje plodů. Přestože kanci mají nejlepší růstové vlastnosti, jejich výkrm se téměř neprovádí. Je u nich riziko výskytu kančího pachu způsobený přítomností androstenonu, skatolu a indolu, který se může začít projevovat už od živé hmotnosti 75 kg. Proto se u kanců provádí kastrace, aby se zamezilo jeho vzniku. S přibývajícím věkem roste hmotnost zvířat a mění se zastoupení masitých a tučných částí, které přímo ovlivňují jatečnou hodnotu.

S přibývajícím věkem se zvyšuje obsah extraktivních látek a barviv ve svalech. Důležitým faktorem je i porodní hmotnost selat. Selata s nízkou porodní hmotností jsou tučnější a mají horší kvalitu masa. Ta se může projevit, nižší vazností, jiným složením mastných kyselin nebo zvětšením průměru svalových vláken což způsobuje tužší maso.

Prasata jsou náročná na kvalitní koncentrovaná krmiva s vysokou stravitelností a biologickou hodnotu. Nedostatky v jejich výživě mohou vést k přetučnění nebo naopak k vyhubnutí zvířat, nedochází ke správné tvorbě svaloviny a některé složky krmiva se mohou ukládat do masa nebo tuku a tím snižovat jejich kvalitu. V konvenčních chovech je krmná dávka tvořena kompletní krmnou směsí s částí extrahovaných šrotů. Krmná dávka v ekologickém chovu musí být dostatečně pestrá, část tvoří objemná krmiva a naopak extrahované šroty se nesmí vůbec používat. Místo nich se krmení obohacuje výlisky, pokrutinami nebo jinak upravenými semeny olejnin. Intenzita růstu a vyšší tučnost i podíl intramuskulárního tuku u prasat z ekologických chovů je důsledkem snížené nabídky základních aminokyselin. Pro ekologické chovy je dáno, že zvířata musí mít přístup do výběhu a často se lze setkat s celoročním ustájením venku, což může vést k negativnímu ovlivnění kvality masa. Vysoké teploty snižují příjem krmiva a tak nemusí být pokryté nutriční požadavky na vysokou produkci. Nízké teploty vedou ke zpomalování růstu a nárůstu podílu podkožního tuku. Pokud jsou prasata dlouhodobě vystavena nízkým teplotám, může být u nich rychlejší pokles pH po porážce.

Z technologických faktorů na kvalitu masa působí přeprava na jatky, způsob omráčení, vykrvení a následné chlazení. Dlouhodobý stres vyvolávaný manipulací na farmě, promícháváním zvířat nebo dopravou vede k poruchám kvality masa spojené s DFD masem. Naopak krátkodobý stres spojený s podmínkami ustájení na jatkách nebo přísunu zvířat na omráčení má spojitost s poruchami kvality jako PSE. Při omračování musí být dosaženo bezvědomí. V tomto stavu zvířata musí setrvat do ztráty citlivosti mozku. V dnešní době se prasata omračují elektrickým proudem nebo oxidem uhličitým. Při domácích porážkách se lze setkat s mechanickým omráčením. Při hodnocení kvality metody omráčení se zhodnocuje kvalita masa, vznik krvácenin nebo zlomenin kostí. Vykrvení by mělo být provedeno co nejrychleji po omráčení, aby se omezilo rozvedení stresových hormonů po těle vyplavených při omračování do krve. Tyto hormony urychlují glykolýzu a vedou ke vzniku myopatií. Maso je po porážce i při velmi dobrém dodržování zásad hygieny více či méně kontaminované mikroorganismy, proto se využívá chlazení k prodloužení údržnosti masa. Pokud dojde k příliš rychlému zchlazení masa, vznikne jakostní odchylka chladové zkrácení

svaloviny, která negativně ovlivní měkkost a vaznost masa. Nebo může dojít ke zmrznutí kůže a svalů těsně pod ní a při rozmrzání dochází k vyluhování základní tkáně a změně barvy. Při uskladnění půlek a nedostatečným chlazením dojde k zapaření masa.

## 10. Seznam literatury

Aldal, I., Andresen, Ø., Egeli, A. K., Haugen, J-E., Grødum, A., Fjetland, O., Eikaas J. L. H. 2005. Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars. *Livestock Production Science*, 95, 121–129.

Aleksic, J., Dokmanovic, M., Aleksic, Z., Teodorovic, V., Stojic, V., Trbovic, D., Baltic, M. Z. 2012. Investigation of the efficacy of immunocastration aimed at the prevention of sex odour in boar meat. *Acta Veterinaria – Beograd*, 62, 653 – 663.

Bečková, R., Daněk, P. 2003. Současné trendy ve výživě a problematika stresu a kvality masa u současných genotypů prasat. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves. s. 48. ISBN: 80-86454-38-X.

Bernardy, J. 2010. Kastrace prasat jako evropské dilema. *Veterinářství*, 60, 372-374.

Bonneau, M., Chevillon, P. 2012. Acceptability of entire male pork with various levels of androstenone and skatole by consumers according to their sensitivity to androstenone. *Meat science*, 90, 330 – 337.

Casteels, M., Van Oeckel, M. J., Boschaerts, L., Spincemaille, G., Boucqué, Ch. V., 1995. The relationship between carcass, meat and eating quality of three pig genotypes. *Meat Science*, 40, 253 - 269.

Dostálová, A., Koucký M. 2008. Výkrm kanečků v podmínkách ekologického zemědělství. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves. s. 34. ISBN: 978-80-7403-023-9.

Di Luca, A., Elia, G., Hamill, R., Mullen, A. M. 2013. 2D DIGE proteomic analysis of early post mortm muscle exudate highlights the importance of the stress response for improved water-holding capacity of fresh pork meat. *Proteomics*, 13, 1528 – 1544.

Edwards, S. A. 2005. Product quality attributes associated with outdoor pig production. *Livestock Production Science*, 94, 5 – 14.

Edwards, S. A., von Borell, E., Bonneau, M. 2009. Scientific and practical issues associated with piglet castration. *Animal*, 3, 1478-1479.

Enfält, A.-E.,Lundström, K., Hansson, I., Lundeheim, N., Nyström, P.-E. 1997. Effect of outdoor rearing and sire breed (Duroc or Yorkshire) on carcass composition and sensory and technological meat quality. *Meat Science*, 45, 1 – 15.

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, 97 - 105.

Früh, B. 2011. Organic Pig Production on Europe. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). s. 12. ISBN: 978-3-03736-196-2.

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

Hansen, L. L.,Claudi-Magnussen, C., Jensen, S. K., Andersen, H. J. 2006. Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Science*, 74, 605 - 615.

Heinz, G., Hautzinger, P. 2007. Meat processing technology for small- to medium-scale producers. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. s. 456. ISBN: 978-974-7946-99-4.

Ingr, I. 2004. Produkce a zpracování masa. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. s. 202. ISBN: 80-7157-719-7.

Jaturasitha, S., Pichitpantapong, S., Leangwunta, V., Khiaosaard, R., Suppadit, T., Kreuzer, M. 2006. Increasing the slaughter weight of boars: effects on performance and pork quality. *Journal of Applied Animal Research*, 30, 19 – 24.

Jonsäll, A., Johansson, L., Andersson, K. H., Nilsen, A. N., Risvik, E. 2002. Effects of genotype and rearing system on sensory characteristics and preference for pork. *Food Quality and Preference*, 13, 73 – 80.

Karwowska, M., Dolatowski, Z. J. 2013. Comparison of lipid and protein oxidation, total iron content and fatty acid profile of conventional and organic pork. *International Journal of Food Science & Technology*, 48, 2200 – 2206.



Katina, J., Kšána, F. 2012. Hovězí a vepřové maso, edice jak poznat kvalitu. Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny. s. 23. ISBN: 978-80-904633-6-3.

Kim, D. H., Seong, P. N., Cho, S. H., Kim, J. H., Lee, J. M., Jo, C., Lim, D. G. 2009. Fatty acid composition and meat quality traits of organically reared Korean native black pigs. *Livestock Science*, 120, 96 – 102.

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

Lebret, B. 2008. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, 2, 1548 – 1558.

Min, B., Nam, K. C., Cordray, J., Ahn, D. U. 2008, Endogenous factors affecting oxidative stability of beef loin, pork loin, and chicken breast and thigh meats. *Journal of Food Science*, 73, 439 – 446.

Miranda-de la Lama, G. C, Villarroel, M., María. G. A. 2014. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. *Meat Science*, 98, 9 – 20.

Permentier, L. 2013. Growth, body composition, feed and energy efficiency of pigs in relation to sire line, diet composition and health status. *PROCOPIA NV*. s. 142. ISBN: 978-90-8826-273-9.

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

Pipek, P., Jirotková, D. 2001. Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů (Část III.). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. s. 136. ISBN: 80-7040-490-6.

Prunier, A., Brillouët, A., Merlot, E., Meunier-Salün, M. C., Tallet, C. 2013. Influence of housing and season on pubertal development, boar taint compounds and skin lesions of male pigs. *Animal*, 7, 2035 – 2043.

- Rekiel, A., Bartosik, J., Więcek, J., Batorska, M., Kuczyńska, B., Łojek, A. 2014. Effect of piglet birth weight on selected characteristics of pork. *Annals of Animal Science*, 14, 967 – 975.
- Rosenvold, K., Andersen, H. J. 2003. Factors of significances for pork quality – a review. *Meat Science*, 64, 219 – 237.
- Rybarczyk, A., Karamucki, T., Pietruszka, A., Rybak, K., Matysiak, B. 2015. The effects of blast chilling on pork quality. *Meat Science*, 101, 78-82.
- Schleenbecker, R., Hamm, U. 2013. Consumers`perception of orgenic product characteristics. A review. *Appetite*, 71, 420 – 429.
- Steinhauser, L. a kolektiv. 2000. *Produkce masa*. Last, Tišnov. s. 464. ISBN: 80-900260-7-9.
- Straka, I., Malota, L. 2006. *Chemické vyšetření masa (klasické laboratorní metody)*. OSSIS. s. 104. ISBN: 80-86659-09-7.
- Strathe, A. B., Velandar, I. H., Mark, T., Kadarmideen, H. N. 2013. Genetic parameters for androstenone and skatole as indicators of boar taint and their relationship to production and litter size traits in Danish Landrace. *Journal of Animal Science*, 91, 2587 – 2595.
- Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. 2009. *Základy chovu prasat*. PowerPrint, Praha. ISBN: 978-80-904011-2-9.
- Šarapatka, B., Urban, J. a kolektiv. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi*. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk. s. 502. ISBN: 978-80-903583-0-0.
- Therkildsen, M., Kristensen, L., Kyed, S., Oksbjerg, N. 2012. Improving meat quality of organic pork through post mortem handling of carcasses: An innovative approach. *Meat Science*, 91, 108-115.
- 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, 931-937.

Van Oeckel, M.J., Warnants, N., Boucque, C.V., Delputte, P., Depuydt, J. 2001. The preference of the consumer for pork from homozygous or heterozygous halothane negative animals. *Meat Science*, 58, 247 - 251.

Velíšek, J. 2002. *Chemie potravin 1* (2. vyd.). OSSIS Tábor. s. 320. ISBN: 80-86659-01-3.

Velíšek, J. 2002. *Chemie potravin 2* (2. vyd.). OSSIS Tábor. s. 344. ISBN: 80-86659-00-3.

Vermeulen, L., Van de Perre, V., Permentier, L., De Bie, S., Verbeke, G., Geers, R. 2015. Sound levels above 85 dB pre – slaughter influence pork quality. *Meat Science*, 100, 269 – 274.

Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I., Whittington, F. M. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343 – 358.

Zamaratskaia, G., Squires, E. J. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effect on boar taint in entire male pigs. *Animal*, 3, 1508 – 1521.

Zamaratskaia, G., Berge, T. 2014. Skatole metabolism in the pigs with reduced testicular oestrogen synthesis. *Reproduction in Domestic Animals*, 49, 302 – 305.

Zhang, M., Wang, D., Geng, Z., Bian, H., Liu, F., Zhu, Y., Xu, W. 2014. The level of heat shock protein 90 in pig Longissimus dorsi muscle and its relationship with meat pH and quality. *Food Chemistry*, 165, 337 – 341.