

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra speciální zootechniky

Studijní obor: Agropodnikání

TÉMA BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vybrané ukazatele kvality vepřového masa

Autor bakalářské práce:

Aneta Nováková

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Naděžda Kernerová, Ph.D.

bude vloženo zadání BP

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU), elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum

Podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na zpracování informací o problematice kvalitativních vlastností vepřového masa v kontextu jatečné hodnoty prasat a popisuje vlivy na ně působící.

Nejprve byla popsána jatečná hodnota a skutečnosti, které ji ovlivňují, jako jsou – genetické založení, plemeno, pohlaví, věk apod. Následně bylo charakterizováno biochemické složení masa, kde byl kladen důraz na ukazatel podíl intramuskulárního tuku, který souvisí s podílem libového masa v jatečném těle. Dále byla zpracována oblast kvality masa a její znaky – pH, barva, vaznost, elektrická vodivost masa. Zde byly zahrnuty senzorické vlastnosti masa – chuť, vůně, šťavnatost a textura. Pozornost byla věnována také vnitřním i vnějším vlivům působícím na kvalitu masa jak pozitivně, tak negativně (výživa, způsob chovu, krmná aditiva, vliv předporážkové manipulace, porážka). Závěrem jsou uvedeny jakostní odchylky vepřového masa a v současnosti používaný SEUROP systém pro hodnocení jatečných prasat.

Klíčová slova: prase; podíl svaloviny; kvalita masa; intramuskulární tuk; jakostní odchylky

ABSTRACT

The bachelor thesis focuses on processing the information on issues of pork such as qualitative characteristics in the context of the carcass value in pig and describes the aspects that influence them.

At first the carcass value and factors affecting it – genetic determinants, breed, sex, age, weight, etc. were described. Then the biochemical composition of meat was characterized with the emphasis on of the intramuscular fat content which is related to the proportion of lean meat in carcass. Further, the quality of meat and its characteristics – pH, color, water holding capacity, electrical conductivity of the meat were processed. There were included sensory characteristics of meat – the taste, aroma, juiciness and tenderness, as well. Attention was also focused on internal and external influences affecting meat quality both positively and negatively (nutrition, farming methods, feed additives, effects of handling and slaughter). In conclusion, the quality variations of pork and the SEUROP system currently used by for the assessment of slaughter pigs is showed.

Key words: pig; lean meat content; quality of meat; intramuscular fat; quality deviations

Děkuji doc. Ing. Naděždě Kernerové, Ph.D. za odborné vedení při zpracování bakalářské práce.

Obsah

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1. JATEČNÁ HODNOTA	10
2.1.1 KVANTITATIVNÍ VLASTNOSTI JATEČNÉ HODNOTY	10
2.1.2 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA KVANTITATIVNÍ VLASTNOSTI	11
2.1.2.1 Vnitřní vlivy	11
2.1.2.2 Vnější vlivy	15
2.2 CHEMICKÉ A BIOCHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA	16
2.2.1 BÍLKOVINY	17
2.2.2 TUKY	18
2.2.3 EXTRAKTIVNÍ LÁTKY	20
2.2.4 VITAMINY	21
2.2.5 MINERÁLNÍ LÁTKY	21
2.3. KVALITA MASA	22
2.3.1 KVALITATIVNÍ VLASTNOSTI	22
2.3.2 SENZORICKÉ VLASTNOSTI	26
2.3.3 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA KVALITATIVNÍ VLASTNOSTI	27
2.3.3.1 Vnitřní vlivy	27
2.3.3.2 Vnější vlivy	28
2.3.4 JAKOSTNÍ ODCHYLKY MASA	36
2.4 HODNOCENÍ JATEČNÝCH PRASAT	39
3. ZÁVĚR	41
4. POUŽITÁ LITERATURA	42

Seznam použitých zkratk

MLLT	musculus longissimus lumborum et thoracis
in vivo	v živém, na živém těle
post mortem	po smrti
rigor mortis	posmrtná ztuhlost
ad libitum	podle libosti
LW	large white
ČBU	české bílé ušlechtilé
L, ČL, PL	landrase, česká landrase, polská landrase
D	duroc
Pn	pietrain
M	meishan
BO	bílé otcovské
JUT	jatečně upravené tělo
JV	jatečná výtěžnost
IMT	intramuskulární tuk
h^2	heritabilita (dědivost)
PSS	porcine stress syndrome (prasečí stresový syndrom)
MHS	malignant hyperthermia syndrome (syndrom maligní hypertermie)
PSE	pale, soft, exudative (bledé, měkké, vodnaté)
DFD	dark, firm, dry (tmavé, tuhé, suché)
RSE	reddish, soft, exudative (červené, měkké, vodnaté)
PFN	pale, firm, nonexudative (bledé, tuhé, nevodnaté)

1. ÚVOD

Konzumace vepřového masa je v České republice zakořeněnou tradicí, proto bude chov prasat vždy patřit mezi nejvýznamnější odvětví v živočišné výrobě.

Současná situace v chovu prasat je v ČR charakterizována dlouhodobým poklesem stavů, který nastal v důsledku postupného snižování spotřeby vepřového masa, zvyšováním nákladů na kompletní krmené směsi a energii a nárůstem dovozu vepřového masa i živých prasat. K 31.12.2010 činil celkový stav prasat 1,8 miliónu kusů, z toho je 122 tisíc prasnic.

Vepřové maso je nepostradatelným zdrojem živočišných bílkovin ve výživě člověka. Z hlediska konzumace je nejvyhledávanějším druhem masa na našem trhu. Jeho průměrná spotřeba za rok 2009 na 1 obyvatele byla 40,9 kg. I z celosvětového hlediska hraje vepřové maso významnou úlohu. Na celosvětové produkci masa se podílí 40 %.

V současné době je spotřebiteli vyžadována stále vyšší kvalita vepřového masa. Běžný konzument posuzuje kvalitu masa zvláště na základě jeho senzorických vlastností, jako jsou chuť, vůně, šťavnatost a křehkost. Odborníci hodnotí kvalitu masa i dalšími kvalitativními ukazateli, především na základě hodnoty pH, která je nejvýznamnější praktickou metodou pro stanovení jakostních odchylek masa. Dále je hodnocena i barva masa, vaznost a elektrická vodivost masa.

Aby se maso dostávalo na trh v dobré kvalitě, je důležité znát vnitřní a vnější vlivy, které na kvalitu masa působí. Mezi vnitřní vlivy patří genetické založení, hmotnost a věk porážených jatečných prasat a jejich pohlaví. Vnější vlivy zahrnují způsob chovu zvířat, nezastupitelné místo má výživa. Významnými vlivy jsou předporážkové manipulace neboli dodržování zásad welfare, protože zacházení se zvířaty při porážce a způsob následné úpravy jatečně upravených těl se odráží v kvalitě masa.

Jatečně upravená těla se hodnotí systémem SEUROP, který slouží jako klasifikace pro zpeněžování masa. Hlavním ukazatelem je podíl svaloviny. Nejčastěji se vyskytuje třída E a třída U. Tyto třídy mají kromě požadovaného podílu svaloviny také určitý podíl tuku, a tím i intramuskulárního tuku, který je nosičem aromatických a chuťových vlastností, čímž dodává masu lepší kvalitativní vlastnosti. Do třídy S jsou sice zařazována jatečně upravená těla s velmi vysokým podílem svaloviny,

ale podíl intramuskulárního tuk je zde nižší a u většiny spotřebitelů je toto maso méně oblíbené.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Jatečná hodnota

Jatečná hodnota dle STUPKY *et al.* (2009) představuje množství a jakost produktů, které se získávají zpracováním jatečných zvířat po porážce ve zpracovatelském průmyslu. Má rozhodující význam při hodnocení jatečných zvířat vykupovaných a dodávaných na jatky a je vodítkem pro hodnocení úspěšnosti šlechtitelské práce na úseku chovu prasat. Jatečná hodnota spolu s kvalitou masa patří mezi základní vlastnosti, jež rozhodují ve značné míře o ceně produktu a konzumaci. Důležitá je proto znalost faktorů, které přispívají k jatečné hodnotě a kvalitě masa. Snaha výrobců prasat vyhovět požadavkům zpracovatelů a konečných spotřebitelů na libová jatečná těla a masné výrobky se projevila v realizaci selekčních programů, vedoucích k vyšlechtění masných typů prasat s vysokým podílem svaloviny. Další úsilí je v současné době zaměřeno na zvýšení intenzity růstu s vysokou schopností přírůstku libové tkáně při optimální konverzi krmiva.

2.1.1 Kvantitativní vlastnosti jatečné hodnoty

Jatečná výtěžnost

Jatečná výtěžnost je obecně vyjádřena jako procentuální podíl hmotnosti jatečně upraveného těla z živé hmotnosti před porážkou. U prasat se jí rozumí poměr hmotnosti jatečně upraveného těla k porážkové hmotnosti. U současně chovaných prasat v závislosti na hmotnosti dosahuje hodnot 78–85 %. S narůstající hmotností jatečná výtěžnost roste (STUPKA *et al.*, 2009).

Poměr masitých, tučných a méněcenných částí

K masitým částem jatečně upraveného těla můžeme zařadit kýtu, pečení, plec a krkovičku. Tučné části jsou hřbetní sádlo a plst'. Méněcenné partie jsou bok, paždík, lalok, kolínka a jatečné odřezky (hlava, nožičky, ocásek). Při podrobnějším jatečném rozboru se může hodnotit poměr masa a tuku v jatečné půlce a poměr masa a kostí (HOVORKA *et al.*, 1987).

Podíl svaloviny

Podíl svaloviny u jatečně upraveného těla se stanovuje podle odpovídající prováděcí vyhlášky č. 194/2004. Pro měření jsou povoleny dvě metody, a to dvoubodová a aparativní. V zahraničí je používána i metoda AutoFOM (STUPKA *et al.*, 2009).

BEČKOVÁ *et al.* (2000) uvádějí, že díky cílenému úsilí šlechtitelů a chovatelů se v ČR zvýšil podíl svaloviny v jatečně upraveném těle prasat za posledních deset let v průměru o 5 %, u výrazně masných typů finálních hybridů nejsou výjimkou ani průměrné hodnoty svaloviny 57 až 59 %.

Intenzivní šlechtění prasat na vyšší podíl svaloviny s sebou přináší redukci hřbetního tuku a také celkového podílu tuku v jatečném těle, což může mít negativní vliv na sledované technologické a senzorické vlastnosti vepřového masa. Provedená senzorická analýza prokázala, že hodnotitelé dávají přednost vepřovému masu s vyšším podílem tuku (KOVÁŘOVÁ *et al.*, 2006).

2.1.2 Vlivy působící na kvantitativní vlastnosti

2.1.2.1 Vnitřní vlivy

Dědičné založení

Cílem genetického šlechtění z hlediska produkce masa je dle STEINHAUSERA *et al.* (1995) především zvyšování jatečné výtěžnosti a jatečné hodnoty hospodářských zvířat. Ideálem je takové složení jatečného těla zvířete, které obsahuje maximální podíl svalstva, optimální podíl tuku, minimum kostí a jatečného odpadu. Mezi hlavní náplně plemenářské práce patří výběr jedinců s požadovanou stavbou těla, snaha o změnu genofondu populací v žádoucím směru a vyhledávání ekonomicky výhodných kombinací užitkového křížení.

Dílčí znaky jatečné hodnoty se v průměru vyznačují poměrně vysokými hodnotami koeficientu dědivosti 0,36–0,80. U znaků jatečné hodnoty k projevu heterózního efektu nedochází (STUPKA *et al.*, 2009).

Důležitý je gen citlivosti ke stresům, jehož výzkum probíhá od 80. let. Nejprve byl zjištěn jeho vliv na citlivost k vdechování anestetika halotanu. Odtud jeho označení HAL. Později byl identifikován jako ryanodinový receptor – *RYR1* a nejnověji je potvrzeno, že determinuje protein ve vápníkovém kanálu sarkoplazmatického retikula svalových buněk. Proto se značí *CRC*. Gen *CRC* má dvě alely – dominantní *N* a recesivní *n*. Každé zvíře má svůj genotyp tvořený dvěma

alelami. Jatečná prasata mohou mít genotyp *NN*, *Nn* nebo *nn*. Gen *CRC* je v asociaci s několika významnými znaky produkce masa. Proto je možné označit tento původně kandidátní gen za první gen ekonomického znaku ETG (Economic Traits Gene) u prasete. Nejdůležitější znak masné užitkovosti je podíl svaloviny. Mnoha výzkumy bylo ověřeno, že vyšší podíl svaloviny mají prasata homozygotně recesivních genotypů *nn*, oproti genotypům *NN* a *Nn*.

Druhým významným znakem asociovaným s genotypy *CRC* je zhoršená kvalita masa tzv. PSE maso. Nejvyšší výskyt PSE v pečení (MLLT) je u prasat s genotypy *nn*. Projev předporážkového stresu a výskyt PSE je ovlivněn i celou technologií porážky s následným zpracováním jatečných těl (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

Vliv plemene

Plemenná příslušnost je výrazným faktorem jakosti jatečných zvířat, jakosti jatečně upravených těl zvířat, jejich bourárenské hodnoty a také jakosti masa. Plemenná příslušnost je těsně spojena s užitkovostí (užitkovým typem), přičemž užitkovost se zvyšuje šlechtitelskými zásahy či opatřeními při využívání genetických dispozic daného plemene (INGR, 1996).

Pro produkci vepřového masa jsou dle STEINHAUSERA *et al.* (2000) v mnoha zemích využívány užitkové typy, na jejichž tvorbě a šlechtění se nejčastěji podílela plemena large white (velké bílé anglické) a plemeno landrase. Plemeno velké bílé anglické nacházelo od poloviny minulého století rychlé uplatnění v mnoha evropských zemích, kde měl chov prasat značný hospodářský význam. V těchto zemích se plemeno chovalo v čistokrevných chovech nebo se používalo k zušlechťování domácích primitivních plemen prasat. Nově vyšlechtěná přímouchá plemena byla nejčastěji označena jako velké bílé nebo ušlechtilá plemena. Při intenzivním křížení velkého bílého prasete s klapouchými plemeny vznikla klapouchá plemena nazývaná landrase. V jednotlivých zemích je často součástí názvu plemen označení země (případně chovatelské oblasti), kde je šlechtěno (belgická landrase, estonská landrase, francouzská landrase apod.). Ostatní chovaná plemena, která mají význam pro produkci masa, jsou převážně pigmentovaná a z nich mají největší význam plemena duroc, hampshire a pietrain. Postavení jednotlivých plemen prasat v konkrétní zemi vychází z využití ve šlechtitelských (tabulka 1) a hybridizačních programech.

Tabulka 1: Chovný cíl pro populace prasat v plemenné knize do roku 2020

Plemena	Počet selat (ks)		Průměrný denní přírůstek (g)		Podíl svaloviny (FOM) (%)
	narozených živě/vrh	dochovaných /prasnice/rok	unifikovaný test vlastní užitkovosti (kanečci)	od narození do testu	
Mateřská plemena	15,5	33	1 300	475	55–56
Superplodné populace	16,5	35	1 350	500	52–53
Duroc, bílé otcovské, hampshire	–	–	1 200	450	58–60
Pietrain	–	–	1 100	420	62–64

Zdroj: PRAŽÁK a STIBAL, 2010.

GISPERT *et al.* (2007) sledovali JUT prasniček linií založených na plemenech LW, L, D, Pn a syntetické populaci M vzniklé křížením s linií LW. JUT linií založených na plemeni Pn (NN) vykázala nejvyšší JV (83,34 %) a byla nejkratší (818 mm). Linie založené na plemeni Pn byly nejlibovější, měly nejvyšší podíl kýty, nejnižší podíl boku a nejvyšší podíl svaloviny v disekovaných částech. Jejich JUT obdržela nejvyšší skóre za utváření. Linie založené na plemeni M byly nejtučnější a měly nejvyšší podíly IMT ve všech partiích.

Vliv pohlaví

Vliv pohlaví je dán zejména rozdílným temperamentem a rozdílnou intenzitou metabolických procesů u samců a samic. Samičí organizmus metabolizuje úsporněji a ukládá část energie jako rezervní tuk pro budoucí vývoj plodu a pro přežití nepříznivých podmínek. Maso samic tedy obsahuje obecně více tuku než maso samců. K vlivu pohlaví zvířat na jakost masa se řadí i vliv říje a březosti u samic. U prasnic je velmi výrazný a projevuje se hlavně zvýšenou vodnatostí masa. Vliv březosti je v první polovině malý, ale dalším průběhem je svalovina ochuzována o nutričně významné složky a je vodnatější. Nedostatečné krmení samic v tomto období jakost masa dále zhoršuje (STEINHAUSER *et al.*, 1995).

OKROUHLÁ *et al.* (2009) vyhodnotili ve své studii vliv pohlaví na chemické složení masa. Celkem 120 hybridů používaných v ČR bylo vykrmeno v testační

stanici a na základě získaných výsledků měření autoři uvedli, že kanečci měli nižší podíl vody v krkovičce, kýtě a pleci než prasničky. Průkazný rozdíl ($P < 0,0001$) byl zjištěn u IMT, kdy vepřici dosáhli vyšší průměrnou hodnotu než prasničky (4,14 % vs. 3,38 %). V podílu bílkovin nebyl mezi pohlavím průkazný rozdíl. Zjištěné hodnoty se pohybovaly v intervalu 19,71–23,30 % u vepřiků a 19,81–23,21 % u prasniček.

Hormony vylučované pohlavními žlázami ovlivňují nejen vývin druhotných pohlavních znaků, ale působí i na nervovou soustavu a růstové pochody. Kastrovaná zvířata mají sníženou oxidační schopnost, jsou žravější, klidnějšího temperamentu, a proto ukládají více tuku než zvířata nekastrovaná. Vliv pohlaví se uplatňuje hlavně po dosažení pohlavní dospělosti. Přibližně do 50–70 kg živé hmotnosti je vliv pohlaví nevýznamný. Diference v podílu hlavních masitých částí mezi prasničkami a vepřiky činí 2–4 % ve prospěch prasniček. Také podíl svaloviny je u prasniček o 3–4 % vyšší než u vepřiků. Nejprůzračnějších výsledků dosahují kanečci. Pokud se týká podílu tuku u jednotlivých jatečných partií, byly mezi vepřiky a prasničkami sledovány rozdíly 3–6 % ve prospěch vepřiků (STUPKA *et al.*, 2009).

Vliv věku a hmotnosti

Tyto vlivy jsou z faktorů, jež významně ovlivňují produkci svaloviny. Věk prasat velmi úzce souvisí s dosaženou živou hmotností. Optimalizace porážkové hmotnosti významně ovlivňuje složení jatečných těl prasat. S věkem zvířat, a tedy i s jejich hmotností, se složení těla, jatečného trupu a masa nepřetržitě mění, přičemž dané změny v různých obdobích života mají nestejnou intenzitu. S nárůstem jatečné hmotnosti prasat se mění zastoupení masitých a tučných částí, a tím se mění i jatečná hodnota (STUPKA *et al.*, 2009).

Z hlediska produkce masa je nejvýhodnější porážet zvířata v jatečné zralosti. To je věk nebo živá hmotnost, kdy se blíží svým tělesným vývojem dospělému zvířeti, ukončuje se vývoj svaloviny a začíná ve zvýšené míře produkce depotního tuku. Další chov po dosažení jatečné zralosti je neefektivní, protože jde o plýtvání krmivem a zhoršování jakosti masa. Dobu nutnou k dosažení jatečné zralosti charakterizuje ranost. Raná zvířata dosahují jatečné zralosti již v nízkém věku, pozdní dospívají ve věku vyšším. Raná zvířata mají v okamžiku jatečné zralosti sice relativně nízkou živou hmotnost, ale kratší doba výkrmu znamená úsporu krmiv. Obvykle však raná zvířata zakládají dříve tuk, což se negativně projevuje

na výtěžnosti masa a současně se zvyšuje výtěžnost tukové tkáně, často i jakosti masa. U starších zvířat má maso vyšší obsah barviv, maso je tedy tmavší, většinou tužší a prorostlejší tukem. Na rozdíl od mladých zvířat, která mají větší vaznost masa, chuť je méně výrazná v důsledku nízkého podílu extraktivních látek (STEINHAUSER *et al.*, 1995).

Prasata PL porazili BAROWICZ *et al.* (2006) ve 100 nebo 128 kg živé hmotnosti. Se zvyšováním porážkové hmotnosti došlo k významnému zvýšení výšky hřbetního tuku, hmotnosti pečeně a kýty a podílu masa z kýty. Podíl svaloviny v JUT klesal. Nepozorovali vliv porážkové hmotnosti na JV a plochu svalu longissimus. Snížení podílu masa v JUT doprovázelo zvýšení porážkové hmotnosti způsobené zejména zvýšením tučnosti. Avšak tato zvířata produkovala těžší pečeně a kýty.

2.1.2.2 Vnější vlivy

Výživa

Výživa dle STUPKY *et al.* (2009) ovlivňuje pomocí struktury krmné dávky, techniky a technologie krmení jatečnou hodnotu a kvalitu masa. Biologicky plnohodnotná a vyrovnaná výživa umožňuje proporcionální, biologickým zákonitostem odpovídající růst a vývin zvířete, přičemž je možno z části usměrnit tvorbu jednotlivých tělesných komponentů, ovšem jen do té míry, jak to dovoluje dědičné založení jedince. Nedostatečná výživa omezuje přirozenou produkční schopnost prasat danou genetickými předpoklady, zhoršuje jatečnou hodnotu tím, že se zvyšuje podíl kostry a podíl méněcenných částí. Překračování potřeby živin vede k vyššímu ukládání tuku.

Prokázalo se, že restrikce krmné dávky ve výkrmu příznivě ovlivňuje poměr maso:tuk, nicméně je nutno počítat s nižší intenzitou růstu. Otázka délky a hladiny restrikce je stále diskutována. Je možno konstatovat, že u masných hybridů při snížení hřbetního tuku o 1 mm se sníží přírůstek o 100 g a o 10 % se zvýší deprese růstu. Podle mnohých literárních pramenů se doporučuje omezení krmné dávky o 20 % v intervalu od 50 kg živé hmotnosti, a to především u vepříků, což se při porážce projevuje snížením hřbetního tuku a snížením intenzity růstu s prodloužením výkrmu o 2 týdny. V ekonomice produkce tím dochází ke zvýšení nákladů na 1 kg přírůsteku cca o 14 % (STUPKA *et al.*, 2009).

Způsob chovu

Stájové prostředí je dle STEINHAUSERA *et al.* (2000) tvořeno makro a mikroklimatem, ustájenými zvířaty (druh, kategorie, počet apod.), stájovými objekty (lokalizace, typ, tepelná bilance, kapacita), technologickými systémy (ustájení, krmení, napájení, odklíz exkrementů, výměna vzduchu) a lidským faktorem.

Makroklima

V našich klimatických podmínkách je nejzávažnějším obdobím zima (svou intenzitou působení a délkou). Tropické letní období působí negativně naproti tomu pouze kratší dobu – obvykle 2x 7–10 dní v roce. V předchozích obdobích roku je problémů nejméně. Celoročně působí na organismus zvířat srážky, sluneční záření a vítr (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

Mikroklima

Optimální mikroklima je důležité nejen z hlediska potřeb zvířat, ale i lidí pracujících ve stáji a také z hlediska životnosti a funkční spolehlivosti staveb a technologických zařízení. Mikroklimatické faktory je možné rozdělit na fyzikální, chemické a biotické. Zahrnujeme sem teplotu, která by měla být při hmotnosti prasat 30–50 kg 21°C, 50–90 kg 15–21 °C a v 90–120 kg 9–21 °C. Při překročení minima nebo maxima, nastupuje chladový nebo tepelný stres s negativním dopadem na užitkovost a zdravotní stav. Optimální relativní vlhkost by měla být 50–75 %, rychlost proudění vzduchu 0,1–0,3 m.s⁻¹. Při nižších teplotách se snažíme proudění vzduchu snížit a naopak. Ve všech případech je třeba zabránit vzniku průvanu. Pro napájení zvířat musí být přednostně zajištěna pitná voda dle ČSN 75 77 11 Pitná voda nebo jiná zdravotně nezávadná voda odpovídající požadavkům na vodu napájecí. Objekty pro ustájení zvířat se budují převážně jako jednopodlažní přízemní objekty pavilónového typu. Prasata ustájíme ve skupinách v kotcích, které mohou být stelivové a bezstelivové (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

2.2 Chemické a biochemické složení masa

STEINHAUSER *et al.* (2000) uvádí, že ve zjednodušeném pohledu se sval přibližně skládá ze 75 % vody, 19 % bílkovin, 3,5 % bezdusíkatých extraktivních látek a 2,5 % tuku. Vzhledem k vysoké variabilitě jednotlivých svalů, nebo dokonce

kategorií, částí či druhů masa, však není toto zjednodušení akceptovatelné. Detailní složení svalu je uvedeno v tabulce 2.

Tabulka 2: Základní prvkové složení těla zvířete

Základní prvky	% váhy těla		Stopové prvky		
			Esenciální	Přítomné	Ostatní
Kyslík	65,0	96,0	Železo	Hliník	Barium
Uhlík	18,0		Měď	Arsen	Chrom
Vodík	10,0		Jód	Bór	Fluór
Dusík	3,0		Kobalt	Olovo	Stroncium
Vápník	1,5	3,46	Mangan	Lithium	
Fosfor	1,0		Molybden	Nikl	
Draslík	0,36		Selen	Rubidium	
Síra	0,25		Zinek	Křemík	
Sodík	0,15			Stříbro	
Chlór	0,15			Titan	
Hořčík	0,05			Vanad	

Zdroj: Steinhauser *et al.*, 2000.

OKROUHLÁ *et al.* (2008) zjistili v experimentu se 116 ks jatečných prasat, že celkový obsah vody v MLLT byl v rozmezí 72,5–72,8 %. Přičemž nejvyšší obsah vody se nacházel ve skupině s podílem svaloviny 55,0–59,9 % a nejnižší ve skupině s 60,0 % a více svaloviny.

2.2.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější složkou masa z nutričního i technologického hlediska. Jejich obsah v mase je velmi vysoký. Z hlediska nutričního se jedná většinou o tzv. „plnohodnotné bílkoviny“ obsahující všechny esenciální aminokyseliny. V čisté libové svalovině se obecně uvádí obsah bílkovin v rozmezí mezi 18–22 %. Nejčastější technologické rozdělení bílkovin v mase do jednotlivých skupin vychází z jejich rozpustnosti ve vodě a solných roztocích. Rozdílná rozpustnost bílkovin má zásadní význam pro další technologii zpracování masa. Sarkoplazmatické bílkoviny jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích, myofibrilární proteiny nejsou rozpustné ve vodě, ale pouze v solných roztocích, vazivové, stromatické bílkoviny nejsou při nízkých teplotách rozpustné v žádném

z výše uvedených roztoků. Svalové bílkoviny reprezentují více než sedmdesát dnes poznaných složek. Vzhledem k tomu, že sarkoplazmatické bílkoviny jsou rozpustné ve fyziologických roztocích, je poznávání mnoha jejich složek vázáno na zkoumání *in vivo*. Vlastní stanovení rozpustných bílkovin svalů je možné provádět elektroforeticky. Množství, ale ani podíl jednotlivých druhů bílkovin ve svalech není během života stejný. Známý je zvyšující se podíl aromatických bílkovin u starých zvířat (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

2.2.2 Tuky

Tuky, estery mastných kyselin a glycerolu, tvoří v mase největší podíl (99 %) všech přítomných lipidů, zbytek tvoří přítomné polární lipidy a doprovodné látky. Rozložení tuku v těle zvířat je velmi nerovnoměrné. Malá část je uložena přímo uvnitř svaloviny (intramuskulární, vnitrosvalový) a dále tvoří tuk základ samostatné tukové tkáně (depotní, zásobní). Důležitý pro chuť a křehkost masa je tuk intramuskulární, zejména jeho intracelulární podíl, který je rozložen mezi svalovými vlákny ve formě žilek a tvoří tzv. mramorování masa. Tuk má v mase význam z hlediska senzorického, neboť je nosičem řady aromatických a chuťových látek. Problematika prázdné chuti u libového masa proto částečně také souvisí s dnešním trendem snižování podílu tuku ve většině druhů masa (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

Tuky v mase a tukové tkáni jsou zejména triacylglyceroly vyšších mastných kyselin. Nejčastěji se zde vyskytují kyseliny palmitová, stearová a olejová. Celkově je zde vysoký podíl nenasycených mastných kyselin. Fosfolipidy tvoří jen malý podíl obsahu všech lipidů v mase. Působí často jako emulgátory tuků, při skladování se však oxidují snáze než tuky. Cholesterol, patřící mezi steroidy, je důležitou částí lipidových dvojvrstev cytoplazmové membrány živočišných buněk. Cholesterol má v organismu nezastupitelný význam, protože se podílí na stavbě buněčných stěn nebo při syntéze steroidních hormonů. Existuje exogenní cholesterol, který je přijímán potravou a cholesterol endogenní, který si organismus vytváří sám (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

Intramuskulární tuk

STUPKA *et al.* (2010) uvádějí, že stále větší význam je přikládán sledování obsahu, rozložení a složení tuku, zvláště IMT, který je součástí libové svaloviny. Téměř v celosvětovém měřítku lze v posledních letech u moderních plemen a vysoce

zmasilých finálních hybridů sledovat celkový pokles tuku a v rámci něho především IMT. V posledních letech došlo ke zvýšení intenzity růstu, snížení porážkové hmotnosti a zároveň k poklesu obsahu IMT v jednotlivých jatečných partiích. Obsah IMT je také kritériem fyziologického stavu zvířete. Jeho optimální obsah v pečeni (MLLT) při porážkové hmotnosti 100 kg má být 2,5 %. Maso s hodnotami více než 4 % je spotřebiteli vnímáno jako již příliš tučné, přičemž nejčastěji preferovanou hodnotou u spotřebitelů je 2,5–3,5 %. Pro spotřebitele má IMT vedle dalších faktorů význam z pohledu chuťových vlastností masa, z nichž nejvýznamnější je vnímání křehkosti a šťavnatosti, přičemž minimální množství IMT by mělo dosáhnout 1,5 %. Jeho množství pod doporučené optimum zhoršuje senzorické vlastnosti, zatímco množství nad toto doporučení křehkost již nezlepšuje a spíše působí na konzumenta hůře s ohledem na viditelný tuk ve svalu (značné mramorování).

BAHELKA *et al.* (2007) vyhodnotili, že významný vliv na obsah IMT má pohlaví prasat, a zejména podíl svaloviny a podíl tučných částí ($P < 0,0001$ a $P = 0,0022$), zatímco vliv genotypu a porážkové hmotnosti pozorován nebyl. Významný rozdíl mezi vepříky a prasníčkami byl zjištěn v téměř všech sledovaných vlastnostech, např. průměrná výška hřbetního tuku (29,01 vs. 25,56 mm), podíl svaloviny (52,77 vs. 57,68 %), podíl IMT (2,49 vs. 2,00 %). Obecně podíl IMT u populace prasat není dostatečný (2,25 %), proto by bylo žádoucí zahrnout tuto vlastnost do selekční strategie ve šlechtění prasat.

Pro postupné zvyšování kvality vepřového masa se podle STUPKY *et al.* (2010) užívají různé strategie. Nejpoužívanější princip je založen na existenci pozitivní genetické korelace mezi obsahem IMT a hmotností. Čím vyšší hmotnost, tím více IMT, a tím lepší kvalita. Je to však podmíněno přizpůsobením se zpracujícího průmyslu na vyšší hmotnosti jatečně upravených těl. Nicméně strategie by mohla souviset i se snižováním podílu svaloviny v JUT. Velice slibná strategie spočívá ve zjištění, že podíl IMT lze zlepšit selekcí. Výše odhadu h^2 pro podíl IMT ukazuje širokou genetickou varianci tohoto znaku, danou intervalem 0,26–0,86 s průměrem 0,5. Takové výše odhadu koeficientů dědivosti umožňují, při použití v selekčních programech metody direkcionální selekce, dosažení významného efektu. Při zlepšování kvality vepřového masa je nutné brát do úvahy i další skutečnosti, jako jsou genetické korelace mezi podílem IMT, resp. ostatní znaky kvality vepřového masa.

Podíl intramuskulárního tuku ve vepřovém mase je dle BEČKOVÉ *et al.* (2000) ovlivněn plemennou příslušností (barevná plemena mají oproti bílým vyšší obsah IMT), genotypem zvířete v halotanovém lokusu (nižší podíl IMT mají prasata pozitivní), pohlavím (vepřici mají vyšší podíl IMT ve srovnání s kanečky a prasničkami), denním přírůstkem (se zvyšujícím se denním přírůstkem roste podíl IMT), konverzí krmiva (se zlepšením konverze se snižuje podíl IMT), podílem svaloviny a tukové tkáně v jatečném těle (s rostoucím podílem svaloviny a poklesem tukové tkáně klesá podíl IMT).

2.2.3 Extraktivní látky

STEINHAUSER *et al.* (2000) uvádí, že obsah extraktivních látek v mase je poměrně malý. Jsou součástí enzymů, mají však i jiné specifické funkce v metabolismu, kdy mnohé z nich jsou produkty odbourávání apod. Co do chemického složení jde o velmi nesourodou skupinu složek důležitých pro vytvoření typické chuti a aroma masa. Největší význam pro chutnost masa má kyselina inosinová a glykoproteiny, k chuti přispívá i glutamin. Extraktivní látky vznikají zejména v průběhu posmrtných změn *post mortem*. Některé extraktivní látky se dokonce uměle přidávají do masa nebo obvykle do masných výrobků k obohacení jejich chutnosti. Mezi extraktivní látky se obvykle řadí sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté extraktivní látky.

Sacharidy jsou v živočišných tkáních obsaženy málo, v mase je zastoupen především glykogen, dále pak meziproducty a produkty jeho odbourávání. Glykogen je důležitým energetickým zdrojem ve svalech. Během svalové práce se glykogen rozkládá anaerobní glykolýzou za tvorby kyseliny mléčné nebo je aerobně odbouráván v Krebsově cyklu až na vodu a oxid uhličitý. Podobným způsobem se glykogen štěpí i během posmrtných změn. Mezi organické fosfáty patří zejména nukleotidy, nukleové kyseliny a jejich rozkladné produkty. Adenosintrifosfát (ATP) je hlavním článkem přenosu energie. Při posmrtných změnách se postupně přeměňuje na adenosindifosfát, adenosinmonofosfát, kyselinu inozinovou, inozin, hypoxantin, xantin a kyselinu močovou. Dusíkaté extraktivní látky jsou velmi různorodá skupina, kam patří v první řadě aminokyseliny a některé peptidy. Z volných aminokyselin jsou nejvíce zastoupeny glutamin, kyseliny glutamová, glycin, lyzin a alanin. Z peptidů je významný zejména karnozin, anserin a glutation (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

OKROUHLÁ *et al.* (2008) uvádí, že ve skupině prasat s podílem svaloviny 60,0 % a více byly minimální hodnoty u leucinu, argininu a kyseliny glutamové a nejvyšší hodnoty u treoninu, valinu, izoleucinu, fenylalaninu, lyzinu, kyseliny asparagové, serinu, prolinu, glycinu a alaninu. Ve skupině s 50,0–54,9 % svaloviny byly minimální hodnoty u valinu, izoleucinu, fenylalaninu, lyzinu, serinu, prolinu a glycinu. Obsah aminokyselin valin, izoleucin, fenylalanin, lyzin, serin, prolin a glycin se zvyšuje s rostoucím podílem svaloviny.

2.2.4 Vitaminy

Maso je významným zdrojem vitaminů, zejména skupiny B. Důležitý je především vitamin B₁₂, který se vyskytuje výhradně v živočišných potravinách. Lipofilní vitaminy A, D a E jsou obsaženy v tukové tkáni a játrech. Obsah vitaminu u vepřového masa je uveden v tabulce 3 (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

Tabulka 3: Obsah vitaminů ve vepřovém masa a orgánech (mg/kg)

Potraviny	A	B ₁	B ₂	Niacin	Kys. panto.	B ₆
Vepřové maso	0,2	2,8-14	2-2,4	45	10-12	5-6
Vepřová játra	-	5,2	27	-	50	3,3
Vepřové ledviny	-	5,2	19,6	-	31	5,5

Potraviny	Biotin	PP	B ₁₂	C
Vepřové maso	15	80	0,01-0,04	20
Vepřová játra	500	195	-	223
Vepřové ledviny	1 000	100	-	124

Zdroj: STEINHAUSER *et al.*, 2000.

2.2.5 Minerální látky

Minerální látky tvoří asi 1 % hmotnosti masa. Obvykle bývají pod pojmem minerální látky řazeny všechny látky, které zůstávají v popelu po spálení v muflových pecích, tedy i mineralizované prvky, jako síra a fosfor, které byly před spálením složkou organických látek. Většina minerálních látek je rozpustná ve vodě a ve svalovině je přítomna ve formě iontů. Maso je významným zdrojem draslíku, vápníku, hořčíku, železa a jiných prvků. Vápník má úlohu při svalové kontrakci a účastní se reakcí probíhajících při srážení krve, kromě toho má význam jako

strukturální složka kostí. Železo je v mase přítomno v hemových barvivech, volně v iontové formě aj. Význam železa je dán zejména jeho využitelností. Po smrti zvířete se mění vazby anorganických iontů na organické látky a ionty se uvolňují, např. fosfáty. Obsah minerálních látek (chloridu sodného, fosfátů) v masných výrobcích se uměle zvyšuje solením, nastříkáním nebo nakládáním. Zvýšení obsah vápníku a hořčíků je zjišťován i u mechanicky separovaného masa, kde dochází drcením kosti k vyplavování drobné tříště do separátu (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

2.3. Kvalita masa

Kvalita masa je definována jako souhrn nutričních, senzorických, technologických a hygienicko-toxikologických vlastností. Okamžikem usmrcení jatečného zvířete je ukončen jeho biologický život, ale *post mortem* dále probíhají ve svalových vláknech biochemické reakce. Postmortální období, v němž aktivně působí enzymy, se označuje jako autolýza masa. Extrémní šlechtění prasat na produkci masa vede ke snižování odolnosti vůči stresovým faktorům a k menší přizpůsobivosti k životním podmínkám. Vzhledem k existenci antagonizmu mezi množstvím masa a jeho kvalitou způsobila ostrá selekce na vysoký podíl svaloviny částečné zhoršení jeho kvality. Výsledkem těchto nežádoucích změn je výskyt jakostních odchylek masa (STUPKA *et al.*, 2009).

2.3.1 Kvalitativní vlastnosti

Hodnota pH

Stanovení pH lze považovat za vysoce průkaznou metodu při určování snížené kvality vepřového masa v návaznosti na průběh glykolýzy. U prasat citlivých na stres se po porážce hladina ATP a glykogenu rychle mění na inozinmonofosfát, dále na inozin a hypoxantin, případně na kyselinu mléčnou. U prasat s PSE masem zůstává kyselina mléčná ve svalových buňkách, pH proto bývá za 45 minut po porážce nízké. Hodnota pH₄₅ se stanovuje ve svalu MLLT na úrovni posledního hrudního obratle nebo ve středu svalu musculus semimembranosus. Dále se na jatkách stanovuje za 24 hodin *post mortem* pH₂₄ pro zjištění výskytu DFD masa ve shodných místech měření jako v případě pH₄₅ (tabulka 4). Měření pH hodnoty se provádí pomocí kombinovaných vpichových elektrod přenosným pH-metrem (STUPKA *et al.*, 2009).

Tabulka 4: Mezní hodnoty jakostních odchylek vepřového masa

Maso	pH ₄₅	pH ₂₄
Normální	více než 5,8	5,7 a méně
Inklinující k PSE	5,6 až 5,8	nelze stanovit
PSE	méně než 5,6	nelze stanovit
DFD	nestanovuje se	6,2 a více

Zdroj: STUPKA *et al.*, 2009.

JANDÁSEK *et al.* (2004) vyhodnotili hodnoty pH u finálních hybridů, kde matkou finálního hybridu byla prasnička kříženka F₁ (ČBU x ČL) a do otcovské pozice byli zařazeni jedinci plemene D a BO. Střední hodnoty byly pH₁ 5,88–6,41 a pH₂₄ 5,47–5,64.

Dle PIPKA (1995) a INGRA (1996) byly jimi naměřené hodnoty v rozmezí ukazující normální kvalitu masa.

Barva masa

Za barvu masa odpovídá především myoglobin. Tato bílkovina dodává masu nejen barvu, ale zároveň tvoří i důležitou zásobárnu kyslíku svalového tkaniva. Podíl myoglobinu se zvyšuje s věkem zvířete. Barva masa se sleduje metodami, které využívají světelný odraz, světelný rozptyl, případně infračervené záření. Taktéž se v některých státech používá smyslové hodnocení, které se zakládá na porovnání odstínu s barevnou stupnicí. V České republice se barva (světlost) stanovovala za 24 hodin *post mortem* na příčném řezu svalu MLLT v místě posledního hrudního obratle pomocí speciálních fotometrických přístrojů GÖFO a Spekol. V současné době jsou využívány na měření barvy masa přístroje, které pracují na principu spektrofotometru. V tomto ohledu existuje kolorimetrická soustava L*, a*, b*, která používá rovnoměrného kolorimetrického prostoru, v němž stejně subjektivně vnímaným rozdílům vjemu barvy odpovídají stejné vzdálenosti a naopak. Komplementární barevný systém je založen na rozdílech tří elementárních barevných párů, tj. červeno-zelený, žluto-modrý a černo-bílý. Světlost (L*) je umístěna vertikálně, stupnice hodnot se rozprostírá od 0 (černá) do 100 (bílá). Souřadnice a* představuje barvu od zelené (-a) po červenou (+a) a souřadnice b* od modré (-b) po žlutou (+b), viz tabulka 5 (STUPKA *et al.*, 2009).

Tabulka 5: Mezní hodnoty pro barvu masa

Maso	Remise Göfo (%)	Remise Spekol (%)	L*	a*	b*
Normální	55–79	14–24	52–58	10,5	18,3
PSE	méně než 55	25 a více	více než 58	10,7	19,9
DFD	více než 79	13 a méně	méně než 52	7,7	13,2

Zdroj: STUPKA *et al.*, 2009.

Maso označované jako PSE se dle STUPKY *et al.* (2009) vyznačuje bledou barvou se souvislým odstínem a s mimořádně vlhkým povrchem na řezné ploše. Naopak DFD maso se vyznačuje na řezných plochách velmi tmavou barvou.

Vaznost masa

Pod pojmem vaznost rozumíme z fyzikálně-chemického hlediska síly, kterými bílkoviny masa udržují část své vlastní vody a jisté množství přidané vody. V technologickém smyslu pak vazností rozumíme schopnost masa udržet za určitých podmínek mechanického namáhání vodu přirozeně přítomnou v mase, případně i vodu přidanou. Vodu v mase lze rozdělit na vázanou a volnou. Čím vyšší je hodnota pH masa, tím je vyšší jeho schopnost imobilizovat větší množství vody a naopak. Vaznost je maximální hned po smrti, postupně v důsledku poklesu pH a odbourávání ATP klesá. Při *rigoru mortis* dosahuje nejnižších hodnot, v dalších stádiích zrání masa opět roste. Vaznost se stanovuje 24–48 hodin *post mortem* pomocí různých metod. Jejich podstatou je lisování, odstředování, odkapání a podobně. Na základě dosažených výsledků byly stanoveny mezní hodnoty určení PSE masa, viz tabulka 6 (STUPKA *et al.*, 2009).

Tabulka 6: Mezní hodnoty pro vaznost masa

Metoda stanovení	Mezní hodnota (%)
Obsah volně vázané vody	> 45
Ztráta vody varem	> 40
Schopnost masa vázat vodu	> 40
Ztráta masové šťávy odkapáním	> 5

Zdroj: STUPKA *et al.*, 2009.

Množství a rozmístění vody uvnitř masa má značný vliv na jeho vlastnosti. Vysoké ztráty tekutin ve formě ztráty odkapem mohou ovlivnit finanční výsledek, výživnou hodnotu, požadavky spotřebitelů a technologické vlastnosti vepřového masa (JENNEN *et al.*, 2007).

Elektrická vodivost masa

Podstata metody spočívá v tom, že při biochemickém zrání masa vlivem intenzivní glykolýzy dochází k narušení buněčných stěn masa, a tím k narušení izolační účinnosti těchto stěn, které se jinak vyznačují vysokým elektrickým odporem. Tímto narušením stoupá elektrická vodivost střídavého proudu známé frekvence v závislosti na odporu prostředí. Maso PSE se vyznačuje nízkým odporem, tudíž vysokou elektrickou vodivostí (tabulka 7). Hodnota elektrické vodivosti se zjišťuje 50 minut *post mortem* ve svalu MLLT na úrovni posledního hrudního obrátle a ve středu svalu MS konduktometry (STUPKA *et al.*, 2009).

Tabulka 7: Mezní hodnoty pro elektrickou vodivost masa

Maso	EV ₅₀ (mS)
Normální	< 4,0
Inklinující k PSE	4,0–7,0
PSE	> 7,0

Zdroj: STUPKA *et al.*, 2009.

VÍTEK *et al.* (2009) vyhodnotili ze souboru 192 ks JUT prasat hodnoty elektrické vodivosti masa, které měřili po porážce v různých jakostních třídách. Průměrná hodnota EV₁ byla 3,15 ± 0,056 mS/cm. Významné rozdíly mezi jakostními třídami S a U nebo R byly nalezeny v elektrické vodivosti měřené 24 h *post mortem* (EV₂₄). Lepší kvalita masa byla pozorována v JUT v nižších jakostních třídách (tabulka 8).

Tabulka 8: Hodnoty elektrické vodivosti v mase (mS/cm)

Ukazatel	S (n = 6)	E (n = 111)	U (n = 68)	R (n = 7)
EV ₁	3,00	3,19	3,13	2,86
EV ₂₄	6,33	4,41	3,99	3,99

Zdroj: VÍTEK *et al.* (2009)

2.3.2 Senzorické vlastnosti

Senzorická jakost masa představuje podle STEINHAUSERA *et al.* (1995) pro spotřebitele nejvýznamnější jakostní charakteristiku. Spotřebitel vybírá maso při nákupu podle celkového vzhledu, do kterého začleňujeme barvu masa, jeho čistotu, úpravu v jaké je maso nabízeno, tukové krytí masa, prorostlost masa tukem, přítomnost a podíl vazivových tkání a vzájemný poměr svalové, tukové a případně i kostní tkáně.

Chuť a vůně

Chuť masa je dána obsahem extraktivních látek, strukturou svaloviny a obsahem tuku ve svalových vláknech. Extraktivní látky, obsahující poměrně velké množství aromatických látek, dávají masu a masným výrobkům příjemnou chuť a vůni. Vůně masa je dána obsahem aromatických látek v mase. Vůně čerstvého masa má být přirozená, druhově specifická. Nežádoucí jsou pachy masa, např. po rybině, kančí pach aj. (HOVORKA *et al.*, 1983).

Šťavnatost

Maso obsahuje zhruba 75 % vody, a proto se tomuto znaku (vlastnosti) věnuje zvláštní pozornost. Šťavnatost je podmíněna schopností poutat vodu v tkáňových buňkách a udržet ji v mase při technologickém a kuchyňském zpracování. Také roční období má velký vliv na šťavnatost masa. V teplém prostředí je podíl volné vody větší, kdežto v chladu nižší (HOVORKA *et al.*, 1983).

Textura

Textura masa je dána množstvím vaziva ve svalech. Toto množství kolísá v rozmezí 2–6 % a je závislé na věku, pohlaví, výživném stavu, plemenné příslušnosti, stupni prošlechtění apod. Chemickými změnami vazivových vláken se mění pevnost vaziva, a proto je maso starších zvířat tužší než maso mladých zvířat, pravděpodobně usazováním minerálních látek. Jemnost masa je ovlivňována také tloušťkou svalových vláken a jejich velikostí (HOVORKA *et al.*, 1983).

Kulinářská jakost masa, především křehkost a v menší míře i šťavnatost, je podle OBADÁLKA (1999) lepší u prasat krmených v závěrečných fázích výkrmu adlibitně v porovnání s výkrmem prasat, uplatňujícím nějakou formu restrikce. Kladný vliv adlibitního krmení na křehkost masa je způsoben vyšším podílem tuku. Výsledky pokusného sledování zvířat krmených po delší dobu výkrmu restringovaně, a teprve v posledních dvou týdnech systémem *ad libitum* vykazaly maso hodnocené v křehkosti nejlépe.

2.3.3 Vlivy působící na kvalitativní vlastnosti

Tak jako ostatní užitkové vlastnosti, je i kvalita je ovlivněna genetickými a prostředovými faktory, mezi které patří například genetické založení, výživa, ustájení, doprava a porážka (STUPKA *et al.*, 2009).

2.3.3.1 Vnitřní vlivy

Genetické založení

Podle STUPKY *et al.* (2009) je prokázán významný vliv genů velkého účinku. Z tohoto hlediska je prostudován major gen *RYR1*.

SIECZKOWSKA *et al.* (2010) uvádějí, že *RYR1* má vliv na kvalitu masa a vznik vady PSE. Tento gen řídí membránovou bílkovinu, která zprostředkovává prostup vápníku přes buněčnou stěnu. Mutace v tomto genu se projevuje syndromem zhoubné hypertermie (MHS). Gen *RYR1* se nachází na 6. chromozómu. Detekují se dvě alely genu *RYR1*. Jsou to alely *N* a *n*. Alely se od sebe liší záměnou jedné báze (cytosin za thymin a opačně) v genetické informaci genu *RYR1*. V případě báze cytosinu jde o dominantní alelu *N*, vyvolávající u prasat odolnost ke stresu a báze thyminu, kdy jde o recesivní alelu *n*, vyvolávající náchylnost ke stresu.

Zároveň se nežádoucí jakostní odchylky masa řadí ke znakům typicky kvantitativního charakteru, to znamená, že jde o znaky ovlivněné velkým počtem genů malého účinku, resp. jejich aditivním účinkem. Výrazem jejich manifestace

v prostředí je dědivost, vyjádřená koeficientem dědivosti, který se pro znaky kvality masa pohybuje v rozmezí 0,2–0,4. Jde tedy o vlastnost středně dědivou, kdy rozhodující vliv má vnější prostředí, které hraje stěžejní roli při vzniku jakostních odchylek masa. Tak vzniká prasečí stresový syndrom PSS (STUPKA *et al.*, 2009).

DVOŘÁKOVÁ *et al.* (2010) uvádějí mezi geny ovlivňující významně kvalitní vlastnosti masa major geny *RYS1* a *RN* a řadu dalších kandidátních genů. V testu vlivu mutace genu *RYS1/C1843T* byly zaznamenány průkazné rozdíly mezi genotypem *N/N* a *N/n*, a to u elektrické vodivosti svaloviny v kýtě ($p < 0,001$) a v MLLT ($p < 0,00001$) a u ztráty masové šťávy odkapáním ($p < 0,04$). Byl nalezen i vliv na pH_{45} *post mortem* ($p < 0,001$). U mutace genu *CAST/p.Ser638Arg* byl naopak nalezen staticky průkazný vliv na elektrickou vodivost v MLLT ($p < 0,05$).

2.3.3.2 Vnější vlivy

Výživa zvířat

STEINHAUSER *et al.* (2000) uvádí, že výživa jatečných zvířat je jedním z nejvýznamnějších faktorů, které rozhodují nejen o výši masné produkce, ale i o kvalitě masa a dalších jatečně využitelných orgánů. Racionální výživa zvířat je založena na vědecky zdůvodněných fyziologických potřebách vycházejících z řízeného konverzního procesu. Jejich cílem je zajistit zdravý vývoj organismu, vysokou masnou produkci, vysokou jatečnou hodnotu a vysokou biologickou hodnotu masa.

Výživa a odpovídající technika krmení výrazně podmiňuje dosažení nejvyšší kvality vepřového masa. Nutriční faktory, které působí na kvalitu masa a tuku zahrnují úroveň výživy, plnohodnotnost diet, zdravotně hygienické parametry krmiv, výběr krmiv, technologické úpravy krmiv, techniku a technologii krmení (STUPKA *et al.*, 2009).

Zvláštní pozornost u intenzivní výživy prasat je dle STEINHAUSERA *et al.* (2000) nutné klást na vyrovnaní bílkovinné a energetické hodnoty krmné dávky. Prasata ve výkrmu jsou velmi citlivá nejen na zabezpečení krytí potřeby dusíkatých látek (bílkovin), ale i na jejich biologickou hodnotu, tj. optimální poměr jednotlivých esenciálních aminokyselin. Vhodnou volbou krmiv lze dosáhnout optimálního poměru esenciálních aminokyselin, a tím dosáhnout vyšších parametrů užitkovosti bez zvýšeného příjmu bílkovin krmnou dávkou. Zároveň dochází i ke snížení

životního prostředí dusíkem vylučovaným močí a výkaly. Optimalizací poměru jednotlivých aminokyselin lze dosáhnout snížení exkrece dusíku zvířaty až o 50 %. Nedostatky v bílkovinné výživě rostoucích prasat mohou vést ke snížení konverze krmiva, snížení přírůstku, oslabení imunitního systému a osteoporóze. Potřeba energie v krmných dávkách prasat vyjadřovaná jako metabolizovatelná energie (MEp) je kryta zejména sacharidy, které tvoří rozhodující část bezdusíkatých látek výtažkových (BNLV) a lipidy. Převážná část sacharidů v krmných dávkách prasat je tvořena polysacharidy (škrobem). Menší význam z hlediska dotace energie mají strukturální sacharidy-vláknina. Maximální obsah vlákniny v sušině krmné dávky vykrmovaných prasat je 6–7 %.

Pro zajištění efektivního výkrmu prasat je nutné zabezpečit i optimální příjem minerálních látek. Jejich úloha je mnohostranná, jsou nepostradatelné nejen pro správný vývin kostry, ale jsou i významným faktorem intermediálního metabolismu. Mezi nezastupitelné živiny krmné dávky patří specificky účinné látky, plnící v organismu katalytické, regulační a ochranné funkce. Nejvýznamnější skupinou z těchto biologicky aktivních látek jsou vitaminy. Vitaminy jsou organické sloučeniny podílející se na aktivitě celé řady enzymů umožňujících průběh biochemických reakcí. Jejich zdrojem je krmivo, některé vitaminy mohou být syntetizovány v organismu. Při nedostatečném přísunu vitaminů krmivem, popřípadě poruchách jejich vstřebávání nebo syntézy, může nastat hypovitaminóza a avitaminóza (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

OKROUHLÁ *et al.* (2010) uvádí, že vitamin E má příznivý vliv na oxidační stabilitu čerstvého masa a také na opracované masné části (zabalené s nízkým obsahem kyslíku, chlazené, mražené a važené maso). Oxidace lipidů v mase je důležitým faktorem zodpovědným za kvalitu, včetně ztráty chuti, konzistenci, nutriční hodnotu a barvu masa.

LAHUČKÝ *et al.* (2005) studovali vliv výživy vitaminu E na antioxidační stav a kvalitu masa prasat. Zjistili, že pozitivní účinky vitaminu E na oxidační stabilitu byly pozorovány hlavně ve skladovaném mase chlazeném ($P < 0,05$).

Způsob chovu

V posledních letech se v Evropě prosazuje a v současnosti i realizuje názor, že pro zajištění kvalitní produkce jak po stránce kvantitativní, tak především kvalitativní je zapotřebí vytvořit zvířatům takové podmínky ustájení, které zvířata

nestresují a umožňují jim potřebnou životní pohodu (welfare). Problematiku ochrany hospodářských zvířat v Evropě řeší stálý výbor Rady Evropy, který na základě "Evropské dohody o ochraně zvířat chovaných pro hospodářské účely" vypracovává doporučení k chovu jednotlivých druhů zvířat a následně vypracoval normu "Doporučení pro chov prasat" (STUPKA *et al.*, 2009).

VÁCLAVKOVÁ a LUSTYKOVÁ (2010) uvádějí jako významný faktor ovlivňující kvalitu vepřového masa velikost skupin, ve kterých jsou zvířata ustájena. Velké skupiny zvířat jsou tvořeny za účelem redukce nákladů na ustájení. Ve velkých skupinách však dochází ke snížení užitkovosti prasat, intenzivnějšímu projevu různých zlovyků (např. okusování ocásků) a k vyšší variabilitě růstu. V nových sledováních bylo zjištěno, že agresivita zvířat ve velkých skupinách se nejvíce projevuje při prvním smíchání zvířat a po dvou hodinách od vytvoření skupiny klesá. Mnohem větší význam, než samotná velikost skupiny, má předchozí zkušenost zvířat. Prasata, která byla dříve ustájena ve velkých skupinách, byla ke zvířatům v nové skupině mnohem tolerantnější. Tento jev se projevil i v nových skupinách vzniklých smícháním zvířat pocházejících z předchozích velkých a malých skupin.

STREET a GONYOU (2008) porovnali různé skupiny prasat, 18 kusů vs. 108 kusů ve skupině. Prasata, která měla k dispozici menší podlahovou plochu, rostla pomaleji a hůře využívala krmivo. Růstová schopnost byla u těchto zvířat nižší o 9,8 % a využití krmiva bylo na konci pokusu nižší o 11 %. Ačkoliv tato prasata strávila příjmem potravy kratší dobu, spotřeba krmiva se nelišila od prasat, která měla k dispozici větší podlahovou plochu kotce. Míra zranění ani úhyn se mezi skupinami nelišil.

Velikost skupin má vliv i na snadnost manipulace se zvířaty během přemísťování, nakládání a transportu na jatka. Prasata z velkých skupin jsou tolerantnější k ostatním zvířatům, a tím se při přepravě na jatka vyskytuje méně projevů agresivního chování. Tato prasata jsou lépe ovladatelná a v důsledku menšího výskytu stresových situací by mělo maso prasat z větších skupin vykazovat příznivější ukazatele kvality (VÁCLAVKOVÁ a LUSTYKOVÁ, 2010).

TRNKA a OKROUHLÁ (2007) uvádějí, že pohybová aktivita zvířat má zásadní vliv na kvalitu masa. Vhodnější je umožnit větší volnost v pohybu zvířat. Nejen že odpovídá jejich potřebě, ale zároveň se zlepšuje i látková výměna ve svalích, čímž je ovlivňována kvalita masa. Bylo prokázáno, že větší fyzická aktivita má

za následek vyšší podíl pomalu stažitelných vláken, větší oxidativní metabolismus a tmavší barvu masa.

Krmná aditiva a růstové stimulanty

Aditivní látky jsou používány při tvorbě a zpracování krmiv pro zlepšení jejich skladovatelnosti (antioxidanty a konzervanty), organoleptických vlastností (barviva, zchutňovadla), fyzikálních vlastností (probiotika, enzymy, mikrobiologicky účinné látky) a zlepšení biologické hodnoty krmiv (vitaminy a mikroprvky). Z aditivních látek se na světě stále více uplatňují aromatické a zchutňující přípravky. Tyto látky mají dráždivý účinek na čichové a chuťové receptory, což má velký význam pro reflexní řízení trávicího traktu a metabolismu živin. Důležitou roli tyto látky představují zejména u kategorie selat, kde umožňují snadnější přechod selat z mateřského mléka na krmné směsi, ale i u vykrmovaných prasat vedou k vyššímu příjmu krmiva, a tím i vyšší produkci (STUPKA *et al.*, 2009).

Při výkrmu jatečných zvířat se dle STEINHAUSERA *et al.* (1995) užívá antibiotik, stimulantů růstu, protistresových preparátů, léčiv a jiných farmaceutických preparátů. Z hygienického hlediska je jejich použití omezeno vzhledem k možnosti reziduí těchto preparátů v mase.

Léčiva a cizorodé látky

Některé chemické látky, které zvířata přijímají formou léčiv nebo náhodně potravou, se mohou po určitou dobu ukládat v mase, tuku a orgánech. Nejdéle se v organismu udržují látky rozpustné v tuku, dlouho přetrvávají chemické látky ve vylučovacích orgánech (játra, ledviny), ve svalovině přetrvávají kratší dobu a v nižších koncentracích. Z léčiv mohou u prasat vyvolávat abnormální pach v mase stále vzácněji používaná narkotika. Neobvyklý zápach dodávají masu amoniak, chlorované dezinfekční přípravky. U cizorodých látek se jedná o složky aditivní, kontaminující a rezidua cizorodých látek úmyslně použitých v zemědělské a potravinářské výrobě. Každá látka musí být důkladně testována před povolením její širší aplikace. Ošetřené zemědělské porosty a plodiny lze po ošetření pesticidy použít ke krmení až po uplynutí ochranné lhůty. Součástí prevence je i pravidelné vyšetřování půdy a krmiv na obsah cizorodých látek, kontaminovaná krmiva je třeba vyloučit a jejich zkrmování povolit až po stanovených úpravách. Patří sem rovněž toxické metabolity plísní (mykotoxiny), u nichž byly zjištěny karcinogenní účinky.

V našich podmínkách je významná aflatoxikóza a ochratoxikóza, zvláště v chovech prasat. Vážným rizikem jsou rezidua aflatoxinů v mase a masných výrobcích z hlediska zdraví konzumentů. Proto je důležitá prevence, která spočívá v řádném skladování suché slámy, sena a dalších krmiv, aby se neumožnilo pomnožení plísní. Přípustná hladina aflatoxinů v krmivech v ČR je 20 ng.kg^{-1} (STEINHAUSER *et al.*, 1995).

Nemoci

Nemoci zvířat výrazně ovlivňují efektivitu i kvalitu živočišné produkce snižováním přírůstků, špatným využíváním krmiv, uhynutím nebo poražením zvířat, zvýšeným podílem konfiskátů a snížením biologické hodnoty masa (STEINHAUSER *et al.*, 1995).

Při hořecnatých stavech klesá ztučňelost masa, v parenchymatózních orgánech a svalovině se zadržují ionty chlóru a ionty sodíku. Dochází k hydrémii svaloviny, která se stává vlhkou. Chronická onemocnění vedou často k hubnutí zvířat s již výše zmíněným dopadem na kvalitu masa. Parazitární onemocnění jsou mimo jiné příčinou konfiskátů plic a jater apod. (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

Vliv předporážkové manipulace se zvířaty

Doprava a zacházení se zvířaty jsou významnými faktory, které ovlivňují výslednou kvalitu jatečného produktu. Je nutné dodržovat obecně platné zásady při nakládání a přepravě prasat na porážku s respektováním zásad welfare, což znamená, při nahánění zvířat nepoužívat elektrické biče a tyče, ale plné zábrany, tmavší oblečení, rovné cesty a používat odpovídající dopravní prostředky umožňující větrání, napájení, popřípadě i chlazení zvířat (STUPKA *et al.*, 2009).

STEINHAUSER *et al.* (2000) uvádí, že u jatečných prasat se v našich podmínkách volí živá hmotnost zvířat nejčastěji v rozmezí 100 až 125 kg. Zákon č. 166/99 Sb. a vyhláška MZe č. 286/99 Sb. vymezují podmínky pro vyskladnění a přemístění zvířat k jatečným účelům. Zákon vyjadřuje obsah a realizaci veterinární péče v chovech zvířat a určuje povinnosti chovatelů pro ochranu zdraví zvířat i pro přemístění zvířat na jatky. Jatečná zvířata musí být dodávána na jatky v čistém stavu a vyláčněná, nesmí být krmena nejméně 12 hodin před porážením. Nakládka jatečných zvířat v zemědělském podniku je pro zvířata velkou fyzickou a psychickou zátěží, poněvadž se dostávají do zcela nové situace. Zásadou je, že vyhánění nebo

vyvážení zvířat ze stájí až na nakládací rampu musí být svěřeno pracovníkům zemědělského podniku, kteří zvířata ošetřují. Vzdálenosti mezi výkrmovým místem a nakládací rampou by měly být co nejkratší, chodby by měly být rovné bez zákrutů a dostatečně široké. Cesta k nakládce musí být dobře osvětlená, aby zvířata viděla co nejdále dopředu a nebála se tmy nebo přitmě. Ideální nakládací rampa je v úrovni ložné plochy vozidla, pokud musí být šikmá, pak jejich sklon nesmí být větší než 20 stupňů. Technické potíže nakládky prasat, a tím i snížení jejich psychické a fyzické zátěže řeší kontejnerová doprava. Kontejner lze přistavit až k výkrmovému boxu a zvířata do něj klidně a volně přejdou. Kontejner se zvířaty může být složen a vyložen až v prostoru omračování zvířat. Tento způsob přepravy jatečných zvířat je k nim šetrnější, ale také dražší. Silniční přeprava jatečných zvířat nákladními automobily, návěsy a kamiony v současné době zcela převládá nad všemi ostatními způsoby.

BEČKOVÁ (1997) uvádí, že délka transportu a klimatické podmínky během přepravy mají velký vliv na výši úhynu a kvalitu masa. Vlivem nedostatečné cirkulace vzduchu a velkého počtu zvířat na ložné ploše vozidla dochází často k přehřátí organismu, protože prasata nemají efektivní termoregulační schopnost. Ve snaze najít chladnější místo, mění zvířata neustále svou polohu, vzniká neklid s další zátěží pro krevní oběh a produkci energie. Vozidla musí mít proto důkladné větrání a musí být dodržována ložná plocha na jedno zvíře 0,5 m². Výskyt PSE masa se zvyšuje zvláště po krátkých transpotech (méně než 1 hodinu), protože při delším transportu se část zvířat adaptuje k podmínkám, popřípadě regeneruje.

Dalším významným faktorem je dle STEINHAUSERA *et al.* (2000) zvýšená citlivost ke stresu u moderních masných hybridů prasat. Citlivost ke stresu, označovaná jako PSS (Porcine Stress Syndrome), má různě závažné projevy v závislosti na citlivosti jednotlivých zvířat a na počtu účinnosti stresorů. Působení stresorů v předporážkovém období může vést k různě výrazným projevům PSE vepřového masa. Může docházet i k maligní hypertermii (MHS – Malignant Hyperthermia Syndrome), případně i s fatálním koncem. Dochází k rychlým úhynům prasat ve vozidle hned po nakládce nebo během transportu, případně po vyložení prasat na jatcích. K předporážkovému ošetření jatečných prasat patří jejich sprchování vlažnou vodou. Povrch se tak zbaví většího podílu nečistot, což přispívá ke zlepšení hygienické úrovně jatečného zpracování. Sprchování v letních měsících prasat příjemně ochlazuje a přispívá k jejich uklidnění.

Porážka

STUPKA *et al.* (2009) uvádí, že efekt porážky se významně podílí na intenzitě glykolytických procesů ve svalovině, a tím na výsledné kvalitě vepřového masa. Je důležité dodržet v čekacích boxech optimální dobu odpočinku zvířat před poražením. Při ohleduplném zacházení se zvířaty lze po krátké dopravní vzdálenosti porážet prasata do 3 hodin

Vedle různě konstruovaných omračovacích pastí se dle STEINHAUSERA *et al.* (2000) dnes stále více prosazují V-dopravníky, které zvířata fixují a v závěrečné fázi dopravují k omračení. Používá se i pásový dopravník, na kterém prasata jedou rozkročmo k omračovacímu místu. Kvalita masa je ovlivněna i tím, kolik je v prostoru na omračování a vykrvování shromážděno zvířat. První třetina poražených zvířat mívá významně lepší jakost masa než poslední poražená zvířata. Omračování prasat je možné uskutečnit třemi způsoby, tj. mechanicky, elektricky a chemicky. Mechanické omračování je vzhledem k malé produktivitě práce omezeno prakticky jen na domácí porážky. Pro prasata je typické omračování elektrické. Z hlediska jakosti masa i automatizace výroby se tento způsob ukazuje jako nejvýhodnější. I když se názory různí, většinou se uvádí méně častý výskyt PSE a DFD svaloviny ve srovnání s jinými způsoby omračování. Z hlediska správného omračování se dnes nehodnotí jen použité napětí, ale je třeba určit i vhodnou dávku podle prošlého náboje. S přihlédnutím na dostatečnou ochranu zvířat i zajištění jakosti masa se doporučuje elektrické omračování s dosaženou proudovou dávkou 12–15 As. Při vyšší dávce dochází k excitaci svaloviny a vzniku myopatií (PSE maso). Elektrický proud se v jednoduchém případě aplikuje pomocí omračovacích kleští nebo vidličky.

Chemické omračování prasat je považováno za vysoce humánní způsob, nerozšířilo se však zejména z ekonomických důvodů. V praxi se rozšířilo pouze použití oxidu uhličitého ve směsi se vzduchem, kdy dochází k narkotizaci a k hypoxii. Tento způsob se však často negativně odráží na jakosti masa. Od okamžiku prvního vdechnutí oxidu uhličitého až do úplného bezvědomí je totiž třeba počítat se strachem zvířat a se stresovou situací vyvolávající vznik PSE a DFD svaloviny. Negativně působí i nasycení masa oxidem uhličitým, který svalovinu okyseluje. Objevily se i pokusy omračovat prasata rajským plynem (oxid dusný). Takto omráčená prasata měla téměř normální hodnotu pH, zatímco prasata omráčená

oxidem uhličitým měla pH zřetelně nižší. Glykolýza po omráčení oxidem dusným probíhá pomaleji a prasata mají lepší jakost masa (STEINHAUSER *et al.*, 2000).

VRBA *et al.* (2010) porovnali způsob omračování elektrické a chemické. Měření jednotlivých souborů prasat bylo naplánováno na základě délky jejich ustájení před omráčením, aby mohl být posouzen i tento další podstatný vliv na výskyt odchylek masa. Vybrané soubory prasat byly ustájeny 0 hodin (přímo z auta, bez předporážkového ustájení), 1,5 hodiny a více než 17 hodin předporážkového ustájení. Celkově bylo sledováno 600 ks prasat. Největší výskyt PSE masa byl zjištěn u elektrického omračování, a to po nejkratší době ustájení, kdy byla zvířata bez odpočinku hned z dopravního prostředku přivezena na porážku. Při chemickém omračování byl nejvyšší výskyt vady PSE také zjištěn při nejkratší době ustájení. Ve srovnání s výskytem PSE masa u elektrického omračování je podle naměřených výsledků vhodnější k použití omračování chemické. Rozdělené soubory testovaných prasat podle délky předporážkového ustájení ukazují na nepříjemnější dobu ustájení kolem 1,5 hodiny. Při okamžité porážce nemají zvířata čas na uklidnění. Na druhou stranu prodlužování doby ustájení na více než 12 hodin způsobuje, že u nově vytvořených skupin zvířat v před porážkovém ustájení dochází k soubojům o pozici v nové skupině, čímž se zvířata zneklidňují a fyzicky vyčerpávají.

Z hlediska moderní technologie je dle STEINHAUSERA *et al.* (2000) důležité dosáhnout co nejkratší doby mezi omráčením a vykrvením. Vedle dosažení dobrého stupně vykrvení má zkrácení doby mezi omráčením a vykrvením vliv i na rozvádění stresových hormonů (především adrenalin a noradrenalin) s krví po těle. Při vykrvení prasat vleže může být pH₄₅ až o 0,5 jednotky vyšší než ve visu. Pokud se navíc omračuje ve V-dopravníku, může být pH₄₅ ještě o 0,25 jednotky vyšší (tj. až 6,3), takže se výrazně sníží výskyt PSE masa. Příčinou je zkrácení doby od omráčení do vykrvení a skutečnost, že svalovina nemusí překonávat při posmrtných kontrakcích tíhu zavěšeného jatečného kusu. Vykrvování vleže snižuje podíl PSE vady masa asi o 10 %. Vykrvovací vpich je nejlépe vést proti srdci do hlavového kmene do 10 sekund po omráčení. Vykrvení trvá asi 3–4 minuty. Následuje odštětínování prasat, stahování kůže, vykolování, půlení a konečná úprava prasat.

Chlazení

Chlazení je proces, který na jedné straně zamezuje odpařování a odkapu vody, na druhé straně chlazením svalovina tuhne. To se výrazně projevuje při poklesu vnitřní teploty svalu pod 10 °C do tří hodin *post mortem*, což probíhá v chladících tunelech. Po uvolnění tuhosti se doporučuje elektrická stimulace, kdy jatečně upravené tělo je 20 minut vystaveno působnosti stejnosměrného proudu 700 V po dobu 90 sekund, a pánevní zavěšení, kdy je jatečné tělo na 24 hodin zavěšeno za pánevní otvor, což způsobuje natažení svalů typu MLLT (STUPKA *et al.*, 2009).

2.3.4 Jakostní odchylky masa

Jakostní odchylky masa patří mezi faktory, které ovlivňují kvalitu masa a mají vliv i na konečné zhodnocení jatečného těla při jeho realizaci. Jakostní odchylky vznikají v průběhu posmrtných změn. U vepřového masa se jedná především o jakostní odchylky známé pod zkratkami PSE a DFD maso. Kromě těchto odchylek se vyskytují u vepřového masa ještě méně známé jakostní odchylky, jako hampshire efekt, odchylky RSE, PFN a chladové krácení vláken (cold shortening). Všechny tyto vady jsou zapříčiněny nenormálním průběhem autolýzy masa. K vadám masa, které ovlivňují konečné zpracování, lze zařadit i pachové odchylky masa a zvláštní formy kažení masa (STUPKA *et al.*, 2009).

PSE

Jakostní odchylka PSE vepřového masa je dle STEINHAUSERA *et al.* (1995) průvodním jevem intenzivního šlechtění prasat na jejich vysokou zmasilost. Za zcela primární příčinu jakostní odchylky masa se pokládají výrazné biologické změny v organizmu prasat (velká změna v poměru svalové a tukové tkáně, výrazná změna v zastoupení bílých a červených svalových vláken ve prospěch bílých atd.). Změny biologických poměrů v organizmu prasat vedou ke zvýšené citlivosti vysoce zmasilých zvířat ke stresu, což je hlavní, byť až sekundární příčinou vzniku PSE masa.

Pro skutečný projev PSE odchylky je rozhodující situace těsně před porážkou a bezprostředně po ní. U prasat s dispozicí k tvorbě PSE masa se okamžikem jejich zabití odstartuje velmi rychlý průběh degradace glykogenu a adenosintrifosfátu (ATP) na kyselinu mléčnou a inozinovou, přičemž pH poklesne do 45 minut *post*

mortem na hodnotu 5,6 a nižší. Rychlá glykogenolýza uvolní mnoho energie, čímž se zvýší teplota svaloviny. Nízké pH spolu se zvýšenou teplotou způsobí částečnou denaturaci svalových bílkovin, která má za následek zhoršení vaznosti masa. Na povrchu PSE masa dochází i ke změně barevného odstínu na šedozelený (STUPKA *et al.*, 2009).

Na základě měření JUT ve 4 komerčních jatkách poskytli ALTMANN *et al.* (2005) přehled o úrovni kvality masa a výskytu PSE. Největší vliv na kvalitu měla jatka, po nich následoval způsob klasifikace, porážková hmotnost a sezóna. Podíl PSE na jatkách se pohyboval mezi 1,2 a 8,8 %. Podíl masa s dobrou kvalitou se pohyboval mezi 36,1 a 71,7 %. Kvalita masa se zhoršovala se zvyšujícím se podílem svaloviny. Výskyt PSE se zvyšoval s porážkovou hmotností. Vzhledem k tomu, že pouze 48,7 % JUT vykazovalo dobrou kvalitu, autoři doporučují vyvinout další úsilí s cílem jejího zlepšení.

Prevence výskytu PSE masa je proto vedena jednak genetickými a šlechtitelskými opatřeními, jednak zmírňováním účinku až eliminací stresorů působících na jatečná prasata v předporážkovém období až do okamžiku porážení (STEINHAUSER *et al.*, 1995).

ROSENVOLD a ANDERSEN (2003) popisují možné vyloučení vady PSE, které dosáhneme přidáváním hořčiku do krmné dávky prasat před porážením.

DFD

DFD maso je většinou spojováno s masem hovězím. Vyskytuje se však i u vepřového masa. Na rozdíl od PSE je možné vadu DFD levně a účinně eliminovat. Její základní příčinou je přílišné fyzické vyčerpání zvířete těsně před porážkou. U vyčerpaných zvířat se glykogen ve svaích sníží k minimální hladině a vzniklá kyselina mléčná je ze svaloviny odvedena krevním řečištěm. V takové situaci poražené zvíře poskytne maso velmi tmavě zbarvené. Hlavní negativní vlastností DFD masa je jeho špatná údržnost. Nemá obvyklou vlastní kyselost, a proto velmi rychle podléhá mikrobiální destrukci. Hodnota pH za 24 hodin *post mortem* (pH₂₄) dosahuje hodnoty 6,2 a vyšší (STUPKA *et al.*, 2009).

RSE

RSE maso způsobuje hospodářské škody na základě nižší vaznosti masa. Tuto odchylku lze objektivně zachytit až v pozdní postmortální době použitím metod

jako je měření ztráty masové šťávy odkapáním. Je málo známo o fyziologických podmínkách, které vedou k této jakostní odchylce. Existuje domněnka, že jde o mírnější formu PSE masa. V poslední době byla u RSE zjištěna typická denaturace myofibrilárních a sarkoplazmatických bílkovin. Protože však změny nebyly výrazné, nelze podle nich prokazatelně vysvětlit zhoršenou schopnost vázat vodu (STUPKA *et al.*, 2009).

PFN

Jako přechodnou formou k PSE lze interpretovat odchylku PFN (pale, firm, nonexudative – bledé, tuhé, nevodnaté). U této vady bylo zjištěno nižší pH₄₅ než u RSE. Ve srovnání s normálním masem vykazuje nepatrně zvýšenou ztrátu masové šťávy odkapáním. Vada PFN nemá žádný velký hospodářský význam, příčiny vzniku této odchylky nejsou známy (STUPKA *et al.*, 2009).

Chladové zkrácení

Problém chladového zkrácení vznikl se zaváděním ultrarychlého nebo šokového chlazení jatečně zpracovaných zvířat, ve snaze snížit hmotnostní ztráty a zlepšit hygienu chladírenského skladování. Tyto způsoby chlazení byly příliš rychlé. Zchladily maso před nástupem *rigoru mortis*, čímž došlo k silné a nevratné svalové kontrakci. Maso je příliš tuhé, což nelze změnit ani delším průběhem zrání, ani teplenou kulinární úpravou. K jakostní odchylce masa dochází při zchlazení pod 10 °C před nástupem *rigoru mortis*. Prevence spočívá v regulaci rychlosti chlazení, tzv. kondicionáním a v elektrostimulaci poražených zvířat (STUPKA *et al.*, 2009).

Hampshire efekt

Plemeno hampshire bylo v 70. letech rozšířeno v různých evropských státech jako otcovské plemeno k užitkovému křížení s cílem zvýšení zmasilosti a snížení náchylnosti k výskytu vady masa PSE. Posléze byl však objeven RN-gen, který je zodpovědný za tzv. hampshire efekt. Jedná se o kvalitativní odchylku, kdy z důvodu nízkého obsahu bílkovin a nízkého konečného pH dochází především k velkým ztrátám varem (FISCHER, 2003).

Dle STUPKY *et al.* (2009) u některých masných plemen, konkrétně u plemene hampshire, se ukládá ve svaích vyšší obsah glykogenu, což vyvolává rychlejší průběh postmortální glykogenolýzy. Projev abnormality se odvozuje z hodnoty pH₂₄,

kdy pH je nižší než 5,4, je provázeno zhoršenou vazností a světlejší barvou masa, ještě výraznější než u vady PSE masa.

2.4 Hodnocení jatečných prasat

PULKRÁBEK *et al.* (2005) uvádí, že hodnocení jatečných prasat za účelem jejich zpeněžování prošlo v Evropě i v ČR svým historickým vývojem, a to od nákupu v živém přes nákup na pevno v mase až na nákup podle SEUROP-systému. Při hodnocení prasat podle SEUROP systému, které se uplatňuje v EU, ale i v dalších hospodářsky vyspělých zemích, je základním ukazatelem jatečného těla podíl svaloviny. Povinnost klasifikovat jatečná prasata se podle nařízení Rady EU č. 3220/1984 vztahuje na všechny jatečné provozy, ve kterých se poráží 100 a více prasat za týden v ročním průměru. Tato hranice může být snížena, členské státy však musí uvědomit komisi o svém rozhodnutí a uvést požadovanou hranici týdenních porážek, od které budou uplatňovat ve své zemi povinné klasifikační schéma. Objektivní klasifikace vychází z předpokladu, že hlavní ukazatel kvality jatečného těla, tj. podíl svaloviny, se v provozních podmínkách jatek určí nepřímo prostřednictvím tzv. pomocných ukazatelů. Je důležité, aby tyto pomocné ukazatele (anatomické rozměry na jatečné těle) byly snadno a rychle měřitelné, bez hygienického rizika a snížení hodnoty zpracované suroviny (tabulka 9).

Tabulka 9: Klasifikační schéma a zastoupení jednotlivých tříd jakosti v ČR

Třída jakosti	Podíl svaloviny v JUT (%)	Podíl JUT zařazených do jednotlivých tříd (%)
S	60 a více	11
E	55 až 59,9	51
U	50 až 54,9	28
R	45 až 49,9	5
O	40 až 44,9	1
P	méně než 40	0

Zdroj: PULKRÁBEK *et al.*, 2005.

Klasifikace JUT dle PULKRÁBKA *et al.* (2005) vychází z požadavků české legislativy a příslušných nařízení Evropské unie. Základním českým dokumentem je zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích. Vlastní klasifikace

je popsána v prováděcí vyhlášce ministerstva zemědělství č. 194/2004. Vlastní klasifikaci lze rozdělit na několik dílčích postupů, které se uskuteční v návaznosti na veterinární prohlídku. Nejprve se zjistí hmotnost JUT (netto) v kg. Důležitým předpokladem je dodržet definici jatečného těla. Pro přepočet hmotnosti za studena, tj. 24 hodin po porážce, se odečte srážka 2 %. Do 45 minut od vykrvovacího vpichu se změří pomocné hodnoty na jatečném těle a stanoví se podíl svaloviny. JUT, tj. obě jatečné půlky se označí třídou jakosti. Posledním úkonem je vypracovat protokol, ve kterém jsou u každého jatečného prasete uvedeny vedle identifikace jedince naměřené hodnoty tloušťky sádla, tloušťky svalu a hmotnosti jatečného těla. Z těchto údajů může dodavatel na základě stanovené rovnice ověřit uvedený podíl svaloviny a cenu.

Prostřednictvím analýzy klasifikace jatečně upravených těl (JUT) dle SEUROP v ČR KVAPILÍK *et al.* (2009) uvedli, že většina JUT prasat splnila podmínky pro zařazení do systému SEUROP. Podíl prasat s extrémně nízkou nebo vysokou porážkovou hmotností představoval pouze 1,3 % všech poražených prasat.

Průměrná hmotnost JUT prasat v ČR (87,2 kg) byla vyšší než ve Slovinsku (81–83 kg; ČADEK-POTOKAR *et al.*, 2004) a srovnatelná s Nizozemskem (86,2 kg, VAN WIJK *et al.*, 2005).

KVAPILÍK *et al.* (2009) zjistili průměrnou hodnotu podílu svaloviny všech jakostních tříd 55,8 %. Průměrný podíl svaloviny ve třídě S byl 61,6 % a ve třídě P 37,4 %. Více než polovina z JUT (54 %) splnila podmínky pro třídu E a téměř třetina (30,3 %) pro třídu U. Zastoupení v nejlepší třídě S bylo 10,1 % a v nejhorších třídách O a P bylo pouze 0,5 % a 0,1 % JUT prasat.

3. Závěr

Vepřové maso je velmi důležité pro lidskou výživu. Z nutričního hlediska obsahuje plnohodnotné bílkoviny, vitaminy (zejména vitamin B), mastné kyseliny a minerální látky, nezbytné pro lidský organizmus. Maso je významným zdrojem draslíku, vápníku, hořčíku, železa a jiných prvků.

V posledních letech došlo v celosvětovém trendu ve výrobě masa ke zvýšení intenzity růstu, snížení porážkové hmotnosti a poklesu podílu intramuskulárního tuku. Intenzivní šlechtění prasat na masnou užitkovost přineslo kromě výrazného zlepšení jatečné hodnoty i zvýšenou citlivost na stres, zejména v podmínkách velkovýrobních technologií. U těchto zvířat se kromě slabší konstituce vyskytuje i PSE maso.

Do budoucna bychom se měli zaměřit na stálé zvyšování kvality vepřového masa. Maso s normální kvalitou masa by mělo vykazovat následující fyzikální hodnoty pH₄₅ vyšší než 5,8; barvu masa L* 52–58; ztrátu masové šťávy odkapáním 1–5 % a elektrickou vodivost nižší než 4 mS.

Extrémní šlechtění některých plemen, především plemene pietrain, vede ke snižování jejich odolnosti vůči stresovým faktorům. Zařazením plemene duroc do závěrečné pozice hybridizačního programu lze dosáhnout zvýšení podílu intramuskulárního tuku.

Kvalitní maso lze získat od zvířat krmených od 30 kg ad libitum krmnými směsmi s vyšším podílem energie a nižším zastoupením proteinů (lepší mramorování). V krmné dávce by měla být zaměřena pozornost na poměr nasycených : nenasycených masných kyselin. Pro zvýšení stability barvy a snížení ztráty masové šťávy odkapem se doporučuje její doplnění o vitamin E, popř. selen.

Jatečná prasata je doporučováno porážet v průměrné živé hmotnosti 110 kg a ve věku 6 měsíců, kdy je maso pro spotřebitele nutričně, senzoricky i kulinárně nejvhodnější. Samozřejmostí by mělo být šetrné zacházení se zvířaty a odpočinek před porážkou, správné omračování, maximální zkrácení intervalu od omračení do vykrvení (do 10 sekund) a zrání jatečně upravených těl (7–12 dní).

4. Použitá literatura

ALTMANN, M; KIRCHHEIM, U; SCHOBERLEIN, L; WAHNER, M; WICKE, M; FISCHER, K: Incidence of PSE condition in market hogs - Monitoring results for various abattoirs in Germany. *Fleischwirtschaft*, 2005, vol. 85, no. 7, p. 101–104.

BAHELKA, I.; HANUSOVÁ, E.; PEŠKOVIČOVÁ, D.; DEMO, P. The effect of sex and slaughter weight on intramuscular fat content and its relationship to carcass traits of pigs. *Czech Journal of Animal Science*, 2007, vol. 52, no. 5, p. 122–129.

BAROWICZ, T; PIETRAS, M; PIESZKA, M; MIGDAL, W: Evaluation of carcass and meat quality in Polish Landrace fatteners slaughtered at 128 kg live body weight. *Animal Science Papers and Reports*, 2006, vol. 24, suppl. 2, p. 29–36.

BEČKOVÁ, R. Možnost zlepšování kvality vepřového masa. *Náš chov*. 1997, roč. 57, č. 8, s. 17–19.

BEČKOVÁ, R.; DANĚK, P.; ROZKOT, M. Jak dál v kvalitě vepřového masa. *Agromagazín*. 2000, roč. 1, č. 11, s. 49–51.

ČANDEK-POTOKAR M., KOVAČ M., MALOVRH Š. Slovenian experience in pig carcass classification according to SEUROP during the years 1996 to 2004. *Journal of Central European Agriculture*, 2004, vol. 5, no. 4, p. 323–330.

DVOŘÁKOVÁ, V.; STUPKA R.; ŠPRYSL M.; ČÍTEK J.; KLUZÁKOVÁ E.; OKROUHLÁ M.; KRATOCHVÍLOVÁ H. Vliv mutace genu RYR1/C1843T a genu CAST/p.Serg638Arg na ukazatele kvality masa. *Maso*. 2010, roč. 21, č. 4, s. 50–52.

FISHER, K. Aktuelles aus der internationalen Fleischforschung. *Fleischwirtschaft*, 2003, Bd. 83, Heft 8, s. 88–91.

GISPERT, M; FURNOLS, M.F.I.; GIL, M; VELARDE, A; DIESTRE, A; CARRION, D; SOSNICKI, AA; PLASTOW, GS: Relationships between carcass quality parameters and genetic types. *Meat Science*, 2007, vol. 77, no. 3, p. 397–404.

HOVORKA, F. *Chov prasat*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1983. 531 s.

HOVORKA, F.; SIDOR, V.; SMÍŠEK, V. *Chov prasat*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 358 s.

INGR, I. *Technologie masa*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1996. 273 s. ISBN 80-7157-193-8.

JANDÁSEK, J.; GÁL, R.; INGR, I.; SLÁDEK, M.; POUL, F. Meat quality in two hybrid slaughter lines of pigs. *Czech Journal of Animal Science*. 2004, vol. 49, no. 5, p. 220–225.

JENNEN, D.G.J.; BRINGS, A.D.; LIU, G; JUNGST, H; THOLEN, E; JONAS, E; TESFAYE, D; SCHELLANDER, K; PHATSARA, C: Genetic aspects concerning drip loss and water-holding capacity of porcine meat. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 2007, vol. 124, suppl. 1, p. 2–11.

KOVÁŘOVÁ, K.; LEDVINKA, Z.; SAMEK, M. Kvalita vepřového masa jatečných prasat různých plemen. *Maso*. 2006, roč. 17, č. 5, s. 8–10.

KVAPILÍK, J.; PŘIBYL, J.; RŮŽIČKA, Z.; ŘEHÁK, D. Results of pig carcass classification according to SEUROP in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*, 2009, vol. 54, no. 5, p. 217–228.

LAHUČKÝ, R.; BAHELKA, I.; NOVOTNÁ, K.; VAŠIČKOVÁ, K. Effect of dietary vitamin E and vitamin C supplementation on the level of α -tocopheril and L-ascorbic acid in muscle and on the antioxidative status and meat quality of pigs. *Czech Journal of Animal Science*. 2005, vol. 50, no. 4, p. 175–184.

OBADÁLEK, J. Vliv krmení na kvalitu vepřového masa. *Náš chov*. 1999, roč. 59. č. 8, s. 9–10.

OKROUHLÁ, M.; STUPKA, R.; ČÍTEK, J.; ŠPRYSL, M. The effect of dietary E vitamin on fatty acid composition and lipid oxidative stability in pigs: a review. *Research in Pig Breeding*. 2010, vol. 4, no. 1, p. 22–25.

OKROUHLÁ, M.; STUPKA, R.; ČÍTEK, J.; ŠPRYSL, M.; KRATOCHVÍLOVÁ, H. The effect of the sex in chemical composition in pork meat. *Research in Pig Breeding*. 2009, vol. 3, no. 2, p. 59–64.

OKROUHLÁ, M.; STUPKA, R.; ČÍTEK, J.; ŠPRYSL, M.; TRNKA, M.; KLUZÁKOVÁ, E. Effect of lean meat Proportion on the chemical composition of pork. *Czech Journal of Food Sciences*. 2008, vol. 26, no. 6, p. 464–469.

PIPEK, P. *Technologie masa I*. 3. vyd. VŠCHT Praha, 1995, 334 s. ISBN 80-7080-174-3.

PRAŽÁK, H., STIBAL, J. Plemenné standardy a chovné cíle pro plemena prasat v plemenné knize [online]. 2010 [cit. 2011-03-30]. Dostupné z WWW: <http://www.schpcm.cz/slechtění/metodiky/02_plem_stan.pdf>.

PULKRÁBEK, J., et al. *Chov prasat*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2005. 160 s. ISBN 80-86726-11-8.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. Factors of significance for pork quality – a review. *Meat Science*. 2003, vol. 64, no. 3, p. 214–237.

SIECZKOWSKA, H., KOĆWIN-PODSIADLA, M., ZYBERT, A., KRZECIO, E., ANTOSIK, K., KAMIŃSKI, S., WÓJCIK, E. The association between polymorphism of PKM2 gene and glycolytic potential and pork meat quality. *Meat Science*. 2010, vol. 84, no. 1, p. 180–185.

STEINHAUSER, L. *et al.* *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995. 643 s. ISBN 80-900260-4-4.

STEINHAUSER, L. *et al.* *Produkce masa*. Tišnov: LAST, 2000. 464 s. ISBN 80-900260-7-9.

STREET, B.R., GONYOU, H.W. Effect of housing finishing pigs in two group sizes and two floor space allocations on production, health, behavior, and physiological variables. *Journal of Animal Science*. 2008, vol. 86, no. 4, p. 982–991.

STUPKA, R.; ŠPRYSL, M.; ČÍTEK, J. Intramuskulární tuk a kvalita vepřového masa. *Náš chov*. 2010, roč. 70, č. 1, s. 39–40.

STUPKA, R.; ŠPRYSL, M.; ČÍTEK, J. *Základy chovu prasat*. 1. vyd. Praha: PowerPrint, 2009. 180 s. ISBN 978-80-904011-2-9.

TRNKA, M.; OKROUHLÁ, M. Svalová vlákna – významný ukazatel kvality vepřového masa. *Náš chov*. 2007, roč. 67, č. 11, s. 32–34.

VAN WIJK H.J., ARTS D.J.G., MATTHEWS J.O., WEBSTER M., DURCO B.J., KNOL E.F. Genetic parameters for carcass composition and pork quality estimated in a commercial production chain. *Journal of Animal Science*. 2005, vol. 83, no. 2, p. 324–333.

VÁCLAVKOVÁ, E.; LUSTYKOVÁ, A. Faktory ovlivňující kvalitu vepřového masa. *Náš chov*. 2010, roč. 70, č. 7, s. 32–33.

VÍTEK, M.; VALIŠ, L.; PULKRÁBEK, J.; DAVID L. Carcass value and meat quality in pig final hybrids. *Research in Pig Breeding*. 2009, vol. 3, no. 1, p. 60–63.

VRBA, J.; KOČÍB, J.; GÁL, R. Vliv způsobu omračování na kvalitu vepřového masa. *Maso*. 2010, roč. 21, č. 1, s. 57–60.