

JIHO ČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Porovnání vybraných kvalitativních ukazatelů vepřového  
masa**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Dana Jirotková

Autor bakalářské práce: Monika Muflíková

ČESKÉ BUDĚJOVICE 2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta zemědělská  
Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Monika MUŽÍKOVÁ**  
Osobní číslo: **Z12929**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Agropodnikání**  
Název tématu: **Porovnání vybraných kvalitativních ukazatelů vepřového masa**  
Zadávající katedra: **Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů**

### Zásady pro vypracování:


Vliv na kvalitu a další technologické využití vepřového masa má celá řada faktorů - pH, obsah tuku (intra- i extramuskulárního), zmasilost, vaznost a další.  
Cílem této práce je porovnat vybrané vlastnosti (např. pH, bioimpedanci) vepřového masa získaného z různých plemen prasat.  
Pomocí přístrojů na měření pH - G3530 (Greisinger electronic, Německo) a bioimpedance - ZM-04 (HAAL elektro, s.r.o., ČR) změřte hodnoty pH a bioimpedance u minimálně 20 kusů prasat 2 různých plemen v čase 45 minut po porážce a 24 hodin po porážce. Výsledky zpracujte pomocí statistických metod. Formulujte odpovídající závěry.

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy dle potřeby  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 35 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:


TOLDRÁ, F. (editor): Handbook of Meat Processing. 1. ed., Iowa: Blackwell Publishing, 2010. 542 pp. ISBN: 978-0-8138-2182-5  
STEINHAUSER, L. (editor): Produkce masa. 1. vyd. Tišnov: LAST, 2000, 464 s. ISBN: 80-900260-7-9  
ROS-FREIXEDES, R., SADLER, L., J., ONTERU, S., K., SMITH, R., M., YOUNG, J., M., JOHNSON, A., K., LONERGAN, S., M., HUFF-LONERGAN, E., DEKKERS, J., C., M., ROTHSCHILD, M., F.: Relationship between gilt behavior and meat quality using principal component analysis. MEAT SCIENCE. 2014, 96 (1), 264-269 p. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.07.004  
TAO, F., PENG, Y.: A method for nondestructive prediction of pork meat quality and safety attributes by hyperspectral imaging technique. JOURNAL OF FOOD ENGINEERING, 2013, 126, 98-106 p., DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2013.11.006

<http://eagri.cz/public/web/svs/portal> a další odborné databáze a periodika (např. WOS, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST)  
dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>.  
Vědecké a odborné články v časopisech a sbornících: př. MASO

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.  
Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů  
Konzultant bakalářské práce: Ing. Dana Jirotková  
Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů  
Datum zadání bakalářské práce: 7. března 2014  
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

  
doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 7. března 2014

## Prohlášení

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

Prohláuji, 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) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky kolektivu a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 20.4.2015

í í í í í í í í í ..

## **Podkování**

Děkuji vedoucímu práce Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost, poskytnuté rady a cenné připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině za podporu, které se mi dostávalo během celého studia.

## ABSTRAKT

Hlavním cílem bakalářské práce bylo porovnání vybraných kvalitativních ukazatelů vepového masa. V literární re-er-i jsou popsány základní charakteristiky vepového masa a vývoj posmrtných změn, při kterých dochází ke zrání nebo k případným odchylkám. V praktické části byly naměřeny hodnoty pH a bioimpedance u dvou různých plemen prasat, čistokrevné linie českého bílého uležtilého a hybridní linie křížence Large white a Landrase. Prasata pocházela z odlišných chovů. Hodnoty  $pH_1$  a  $pH_{24}$  ve všech případech odpovídaly jakosti normálního masa. Při porovnání kvalitativních ukazatelů mezi plemeny nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ( $p > 0,05$ ). Na základě vyhodnocení korelační závislosti bylo sledováno, které nejvíce závislé hodnoty jsou hodnota  $pH_1$  na teplotu, kdy  $r = -0,50$  a  $r^2 = 25,1\%$ .

**Klíčová slova :** vepové maso, hodnota pH, PSE, postmortální změny, bioimpedance

## ABSTRACT

The main aim of the thesis is comparison of qualitative indicators of pork meat. The literature review focuses on basic characteristics of pork and development of post mortem changes in which is detected process curing meat and potential quality deviations.

In the practical part, there were measured pH values and bioimpedance of two different pig breeds, including purebred české bílé ulechtilé and crossbreed of hybrid lines Large White and Landrase. Pigs came from different farms. In all cases values  $pH_1$  and  $pH_{24}$  corresponded to the normal quality of meat. When the quality indicators were compared between breeds there wasn't statistically significant difference ( $p > 0,05$ ). In the evaluation of correlation dependence, there has been found that the most dependence were  $pH_1$  values and temperatures, then  $r=-0,5$  and  $r^2=25,1\%$ .

Keywords: pork meat, pH value, PSE, postmortal changes, bioimpedance

# 1 Obsah

2	ÚVOD .....	1
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	2
3.1	Charakteristika (složení masa).....	2
3.1.1	Svalová tkáň.....	2
3.1.2	Svalová vlákna.....	3
3.2	Chemické složení .....	3
3.2.1	Voda .....	4
3.2.2	Lipidy .....	4
3.2.3	Sacharidy .....	5
3.2.4	Minerální látky .....	5
3.2.5	Vitaminy .....	5
3.2.6	Bílkoviny .....	5
3.3	Kvalitativní ukazatele .....	7
3.4	Vnitřní vlivy.....	7
3.4.1	Vliv plemenné příslušnosti.....	7
3.4.2	Věk .....	7
3.4.3	Pohlaví.....	8
3.4.4	Genetika .....	8
3.5	Vnější vlivy.....	9
3.5.1	Výživa .....	9
3.5.2	Zdravotní stav .....	10
3.5.3	Vliv lačnění.....	11
3.5.4	Vliv dopravy .....	11
3.5.5	Vliv ustájení .....	11
3.5.6	Omračování .....	12
3.6	Senzorické vlastnosti masa.....	13
3.6.1	Chuť a vůně.....	14
3.6.2	Jemnost masa (textura).....	14
3.7	Technologické vlastnosti .....	15



3.7.1	Vaznost.....	15
3.7.2	Barva .....	16
3.7.3	Mramorování.....	16
3.7.4	Hodnota pH.....	17
3.8	Bioimpedance.....	18
3.9	Postmortální změny.....	20
3.10	Jakostní odchylky.....	22
3.10.1	PSE maso .....	22
3.10.2	DFD maso.....	23
3.10.3	Hempshire faktor .....	23
3.10.4	Zkrácení svalových vláken .....	24
4	CÍL PRÁCE.....	25
5	MATERIÁL A METODIKA.....	26
5.1.1	Popis materiálu .....	26
5.1.2	Měření hodnoty pH a teploty .....	26
5.1.3	Měření bioimpedance .....	26
5.1.4	Statistické vyhodnocení dat.....	26
6	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	28
6.1	Měření hodnoty pH a teploty u vepřového masa .....	28
6.2	Měření bioimpedance a hodnoty pH u vepřového masa .....	31
6.3	Statistické vyhodnocení závislosti ukazatelů.....	32
6.3.1	Large White x Landrase .....	32
6.3.2	České bílé ušlechtilé .....	34
7	ZÁVĚR .....	36
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	37
8.1	ODBORNÁ LITERATURA.....	37
8.2	INTERNETOVÉ ZDROJE .....	40

## 2 ÚVOD

Světová produkce a spotřeba vepřového masa v uplynulém desetiletí výrazně stoupla. Díky vysoké konkurenci na trhu a plynoucí nabídce nad poptávkou, je pro spotřebitele hlavním a rozhodujícím faktorem kvalita masa. Ta je dána technologickými, senzorickými a zdravotními aspekty.

Požadavky na kvalitu masa se značně mění a nyní se preferuje maso měkčí a šťavnatější. Během relativně krátké doby se vlechťavost prasat na vyšší zmasilost dosáhlo značných úspěchů. Snižujícím se podílem tukové tkáně, se omezuje i obsah intramuskulárního tuku, který silně ovlivňuje chuť masa. Dalším negativním následkem je vyšší výskyt jakostní odchylky PSE (bledé, měkké, vodnaté). Řešením tohoto problému je hlavně prevence spočívající ve výrazné selekci genotypů se zvýšeným výskytem této odchylky, nebo eliminace stresorů, do kterých zahrnujeme podmínky odchovu, vlivu a jiné technologie. K odhalení jakostních odchylek a prevenci ekonomických ztrát se využívají fyzikální metody, například měření hodnoty pH, vaznosti, odkapání, remise nebo modernější metody, jako je bioimpedance.

Konečná hodnota pH je velice významným parametrem a ovlivňuje senzorické i technologické ukazatele masa. Měření pH pomocí vpichového pH metru 45 - 60 minut po porážce a 24 hodin po porážce nám umožňuje detekovat jakostní odchylky. Značnou nevýhodou pH metru je velmi drahá kalibrace, citlivost, případně rozbití skleněné sondy, proto výsledky nemusejí být přesné. V poslední době se začala rozmáhat poměrně moderní metoda, bioimpedance. Proti měření pH je rychlejší, méně destruktivní, kalibrace je stabilní delší dobu a výsledky jsou ukládány do paměti počítače.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Charakteristika (složení masa)

Obecně mluvíme maso definovat jako všechny části těla živočichů v prvotním nebo upraveném stavu vhodné pro lidskou výživu. Vedle svaloviny sem patří i tukové tkáně, cévy, mízní uzliny, nervy, kosti a někdy také opačně kůže (Steinhauser *et al.*, 2000). Masem v užším slova smyslu se rozumí příněpruhovaná svalovina jatečných zvířat (Ingr, 2003a). Maso je zdrojem plnohodnotných bílkovin, vitaminů, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek, proto patří mezi hlavní složku lidské výživy (Pipek, 1995).

#### 3.1.1 Svalová tkáň

Dle (Pipek, 1995) je svalová tkáň kontraktilní tkáň zvířat, která má schopnost vykonávat pohyb a přeměňovat energii chemických vazeb na mechanickou práci. Základem jsou buňky uspořádané do výšších strukturálních úrovní. Steinhauser *et al.* (2000) popisuje svalovou tkáň jako jednu ze čtyř typů tkání těla, jejíž hlavní funkcí je svalová kontrakce. Svalovinu lze rozdělit na hladkou a kosterní (příněpruhovanou), do které patří i srdeční sval.

Hladká svalovina je součástí vnitřních dutých orgánů, cév a ústí žlázových vývodů. Nelze ji ovládat vůlí. Základní stavební jednotkou je hladkosvalová buňka – myocyt. Se svými vlastnostmi je méně vhodná k výrobě masných výrobků, jelikož obsahuje málo vody. (Ingr, 2003a).

Příněpruhovaná svalovina tvoří pohybový aparát, a je tedy stavební částí kosterních svalů složitě struktury. Základní funkční jednotkou je svalové vlákno. Příněpruhovaná svalovina se vyvíjí při kulinárním opracování a jako surovina pro masnou výrobu. Vlastnosti libové svaloviny, které jsou vládnoucí, se mění během posmrtných změn, kdy se z nativní svaloviny stává maso (Pipek, 1995).

### 3.1.2 Svalová vlákna

Na povrchu vlákna se nachází sarkolema, její základní funkcí je zprostředkování látkové výměny. Sarkoplazma je cytoplazmou svalového vlákna, obsahuje buněčné orgány a kontraktilní vlákna (myofibrily). Důležitými buněčnými orgány jsou sarkoplazmatické retikulum a mitochondrie mající význam pro svalovou kontrakci. Myofibrily vyplňují téměř celý objem svalového vlákna. Měří se jako základní funkční jednotka (Ingr, 2003a). Průměr pruhování myofibrily způsobují vláknité útvary filamenta. Lze je rozlišit na tlustá (10 a 20 nm) a tenká (8 nm). Tlustá filamenta jsou tvořena bílkovinou myosinem, tenká filamenta myofibrilárními bílkoviny – aktinem, tropomyosinem, troponinem. Zásouváním aktinových a myosinových filament do sebe dochází ke svalové kontrakci (Pipek, 1995).

Svalová vlákna se barevně odlišují, která se vyznačují tmavě červenou barvou a jiná světlejší, bledě červenou. Rozdíly spoívají ve struktuře jednotlivých vláken a v množství myoglobinu (Steinhauser *et al.*, 2000).

## 3.2 Chemické složení

Pipek (1995) uvádí, že chemické složení masa téměř jednoznačně charakterizujeme, jelikož jiné složení je u určité svaloviny (bez extramaskulárního tuku, žil, povázek) a jiné u pruhovaného masa (svalovina včetně tkání a mezisvalového tuku). Důležité je především složení výrobních mas určených pro zpracování a masnou výrobu. Závisí na celém vlivu, jako jsou způsob výkrmu, složení krmiv, věk a pohlaví, plemeno a jeho vývoj.

Dle Kameníka *et al.* (2014) obsahuje sval obecně 75 % vody, 20 % bílkovin, 3 % tuku a 2 % rozpustných nebílkovinných látek. Z toho 2 % sloučenin připadá 3 % na minerální látky a vitaminy, 45 % na dusíkaté nebílkovinné látky, 34 % na sacharidy a metabolity sacharidů, 18 % tvoří neorganické sloučeniny.

### 3.2.1 Voda

Voda je prost edím pro chemické a biochemické procesy limitující faktor pro r st mikroorganism a výrazn ovliv uje senzoričké vlastnosti masa. Obsah vody v erstvém mase se pohybuje v širokých mezích od 46 do 78 % a kolísá dle anatomického p vodu, druhu, plemene, stá í, krmení a flivotních podmínek zví ete. Libová svalovina obsahuje okolo 72 ó 75 % vody (Kameník *et al.*, 2014). Rozeznáváme dv existence vody v mase. Pokud voda voln vytéká z masa, hovo íme o vod volné, ostatní ást tvo í voda vázaná. Nejpevn ji je vázána voda hydrata ní na r zné polární skupiny bílkovin. Dal-í ást vázané vody je imobilizována mezi jednotlivými strukturálními ástmi svaloviny. Vaznost (viz kapitola vaznost vody) je p í zpracování masa velice d leflitou charakteristikou (Steinhauser *et al.*, 2000).

### 3.2.2 Lipidy

Tuky (triacylglyceridy) se svým podílem zhruba 99 % tvo í nejobsáhlejší sloflku lipid (Ingr, 2003a).

Tuk je v t le zví at rozlofen nerovnom rn . Rozli-ujeme tuk intramuskulární (vnitrosvalový) a depotní (extravaskulární, zásobní). Nejv t-í význam pro k ehkost a správnou chu masa má intramuskulární tuk, který tvo í tzv. mramorování masa. Ingr (2003a) uvádí, fle ve vep ovém mase je pofladováno minimáln 2 % vnitrosvalového tuku. Význam tuku v mase je p edev-ím z hlediska senzoričkého. Jsou zde ulofeny lipofilní látky, které po záh evu p íspívají k výrazn j-ímu aroma a chutnosti masa (Pipek, 1995).

D leflitou sou ástí bun ných st n je cholesterol, který pat í mezi steroidy (Steinhauser *et al.*, 2000).

Kameník *et al.* (2014) uvádí, fle tuk je z hlediska výflivy silným zdrojem energie, esenciálních mastných kyselin a jejich prekurzor , lipofilních vitamin (A, D, E, K) a p íslu-ných provitamin .

### 3.2.3 Sacharidy

Sacharidy jsou v živočišných tkáních obsaženy jen v malém množství. Nejvýší zastoupení má glykogen obsažen v myofibrilách v sarkoplazmatu. Hlavní funkce glykogenu nastává během posmrtných změn. Podle jeho obsahu ve svalu v okamžiku porážky dochází k většímu či menšímu okyselení tkáně, což má vliv na udržitelnost a vaznost. Obsah všech složek, které jsou schopné v posmrtných změnách tvořit kyselinu mléčnou, se nazývá glykolytický potenciál (Pipek, 1995).

### 3.2.4 Minerální látky

Zhruba 1 % hmotnosti masa tvoří minerálie. V tkáni minerálních látek je přítomna ve svalovině jako ionty. Maso je považováno za nejlepší zdroj zinku, železa, draslíku, hořčíku, vápníku a také za významné množství mědi. Žádná jiná potravina neposkytuje tak vysokou hladinu lehce vstřebatelného železa jako maso (Katina *et al.*, 2012). Minerální látky se podílejí na udržení osmotického tlaku a elektrolytických rovnováh uvnitř i vně buňky. V posmrtných změnách masa dochází k uvolnění iontů a během zpracování se vyplavováním ztrácí minerální látky (Ingr, 2003a).

### 3.2.5 Vitaminy

Maso představuje významný zdroj vitaminů, a to především skupiny B. Vitamin B12 je důležitý pro krevtvorbu a správnou funkci nervového systému. V tukové tkáni a játrech jsou obsaženy lipofilní vitaminy (A, D, E), ale jejich množství je z hlediska krytí fyziologických potřeblova doplnkové (Katina *et al.*, 2012).

### 3.2.6 Bílkoviny

Z technologického i nutričního hlediska tvoří velice významnou složku masa bílkoviny. Obsah v čisté svalovině činí přibližně 18 až 22 %. Bílkoviny v masu se označují jako tzv. plnohodnotné, což znamená, že obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Bílkoviny se rozdělují do tří skupin dle jejich rozpustnosti ve vodě a solných roztocích na:

- sarkoplasmatické
- myofibrilární
- stromatické

(Kameník *et al.*, 2014).

### **3.2.6.1 Bílkoviny sarkoplasmatické**

Jak již název napovídá, tyto bílkoviny jsou obsaženy v sarkoplasmu a mohou být rozpustné ve vodě i slabých roztocích soli. Technologický význam je poměrně malý, nijak výrazně se nepodílejí na vazbě vody a tvoří texturu masa. Naproti tomu je významný obsah hemového barviva – myoglobinu a hemoglobinu způsobující červené zbarvení masa a krve (Steinhauser *et al.*, 2000).

### **3.2.6.2 Bílkoviny myofibrilární**

Vlastnosti masa i při biologických změnách ve svalu určují myofibrilární bílkoviny. Zodpovídají za kontrakci svalů a vážou největší podíl vody v masě. Jsou největší frakcí bílkovin masa. Hlavní složkou myofibrilárních bílkovin je myosin, v menší míře aktin. Myosin, obsažený v tlustých filamentech, patří mezi globuliny. To znamená, že je rozpustný jen v koncentrovaných solných roztocích. Aktin je složka tenkých filament (Steinhauser *et al.*, 2000).

### **3.2.6.3 Stromatické bílkoviny**

Stromatické bílkoviny, jejichž hlavní funkcí je upínání svalů na kostru, tvoří ve svalové tkáni membrány nebo vlákna. Nejsou rozpustné a z výživového hlediska bývají označovány za neplnohodnotné (nemají všechny esenciální aminokyseliny). Patří sem především kolagen, elastin, retikulin, muciny, mukoidy a keratin (Steinhauser *et al.*, 2000).

Nejvíce zastoupenou stromatickou bílkovinou je kolagen. Při záhřevu tvoří želatinu. Charakteristická vlastnost pro želatinu je bobtnání. Vě závisí na pH (nízké pH – malé bobtnání). V technologii masa má vznik želatiny při tepelné úpravě velký význam, především pro mleté maso, které se používá například při výrobě klobás (Steinhauser *et al.*, 1995).

### 3.3 Kvalitativní ukazatele

Kvalita masa je nejčastěji charakterizována nutričními, senzoryckými, technologickými, hygienickými a toxikologickými hodnotami (Steinhauser *et al.*, 2000). Na tyto aspekty působí celá řada vnitřních, vnějších i technologických vlivů (Hovorka *et al.*, 1983).

### 3.4 Vnitřní vlivy

#### 3.4.1 Vliv plemenné působivosti

V dnešní době je chov prasat zaměřen především na plemena masná (s velmi libovou svalovinou), méně však na masosádelná s výrazným mramorováním (Ingr, 2003a). Velká část celosvětově porážených prasat pochází z kříženců, proto kvalitu masa určuje zastoupení původních plemen. Belgický Landrase a Pietrain se vyznačují vysokou zmasilostí a dvojitým osvalením v kýtách. Ovšem nevýhodou je jejich značná citlivost ke stresu, což se může negativně projevit na kvalitě libového masa. Dánský Landrase snáší stres lépe a je zdrojem velmi kvalitního masa. Původním plemenem s celosvětovým rozšířením je Velké bílé anglické (Katina *et al.*, 2012). V České republice je nejvíce rozšířené české bílé ulechtilé, s velmi dobrou masnou užitkovostí a vysokým stupněm odolnosti vůči stresu (Pulkrábek *et al.*, 2005).

Zástupcem masosádelných plemen prasat je Pevtické černostrakaté, které bylo vylechto v České republice a zároveň patří do genetických zdrojů. Maso se vyznačuje výrazným mramorováním, a proto je chuťově výrazné, avšak avnaté a křehké (Václavková *et al.*, 2012).

#### 3.4.2 Věk

Optimální věk pro produkci masa je období jatečné zralosti, kdy maso dosahuje požadovaných znaků jakosti. V tomto období se zvířete vyvíjí blíží dospělosti, tvorba svalových tkání se ukončuje a nastává intenzivní tvorba tuku (Ingr, 2003a). Maso těchto kusů není příliš tuhé, ale úroveň mramorování svaloviny je na dostatečné úrovni. Především jsou taková zvířata, která dosahují jatečné zralosti



v krátkém ase. V kové rozp tí p i poráfkce se pohybuje okolo 6 aíl 8 m síc , kdy se poráfkková hmotnost prasete pohybuje okolo 110 kg (Katina *et al.*, 2012).

Star-í zví ata produkují tmav-í maso, výrazn ji prorostlé tukem (Ingr, 2003a). Vzhledem k tmav-í barv je maso star-ích zví at vyuffíváno p eváfln k výrob trvanlivých salám . V d sledku ukládání intramuskulárního tuku se sice zvy-uje k ehkost, ale zároveň na ni negativn p sobí zvy-ující se obsah kolagenu. Maso star-ích zví at je zna n tuhé (Wood *et al.*, 2008).

### 3.4.3 Pohlaví

Obdobn jako v p ípad plemenné p íslu-nosti zví at je pro kvalitu masa ur ující pohlaví. Pro produkci vep ového výsekového masa se výhradn pouffívají vep i a prasni ky, jejichfl maso je z jakostního hlediska shodné. Chovná zví ata (kanci a prasnice) jsou z této produkce vylou ena a jejich maso se vyuffívá k jiným ú el m (Katina *et al.*, 2012).

Závaflný problém u kanc p edstavuje kan í pach. P í inou jsou androgenní slou eniny 5-alfa-andro-16-sten-3-on. Tyto lipofilní látky se tvo í ve varlatech dospívajících zví at a ukládají se v tukové tkáni. Maso je povaflováno za mén hodnotné, nepoffivatelné. Nejú inn j-í zp sob proti vzniku kan ího pachu se stala kastrace. Kane ci ur ení pro výkrm se tedy kastrují (Ingr, 2003a). Zabránit pachu lze také tím, fle se nep ekro í ur itý v k a flivá hmotnost prasat. Stále se hledají zp soby, jak zabránit kan ímu pachu jinou cestou nefl kastrací (Hovorka *et al.*, 1983).

### 3.4.4 Genetika

Cílem genetických -lecht ní je zvy-ování jate né hodnoty a výt flnosti. Selekcce jedinc je hlavní náplní plemená ské práce (Steinhauser *et al.*, 1995).

Procesy hybridizace, jejichfl cílem je -lecht ní mate ských a otcovských plemen, zaji-ují produkci prasat s optimálními uffitkovými znaky. Dostate nou genetickou variabilitou mezi plemeny a uvnit plemene v závislosti na k ílení a selekci je moffné získat potomstvo s dobrou masnou uffitkovostí a kvalitou masa

(Be ková *et al.*, 2002). Koncepce je založena na více plemenném křížení. Hybridizační programy rozdělují populaci prasat na mateřskou a otcovskou. Plemena zadržovaná v mateřských pozicích vynikají plodností a výkrmností, plemena otcovská vykazují vynikající znaky jatečné hodnoty. Základními požadavky pro populaci je zvýšené zastoupení libové svaloviny, dobré senzorycké a technologické znaky masa a nízký výskyt vad masa (Steinhauser *et al.*, 2000).

Od roku 1990 producenti výrazně zlepšili nutriční hodnoty vepřového masa a produkovali prasata, která byla o 30 % méně tučná. Nicméně genetická selekce pro menší podíl tuku nemohla být bez následků (Leach *et al.*, 1998). Bez ohledu na stres způsobený dopravou a manipulací, prasata náchylná ke stresu obvykle nesou alespoň jeden z následujících genů Halotan nebo RN-gen (Dinh Tran Nhan Thu, 2006).

Homozygotní prasata pro halotanový gen (nn) mají vyšší zisk, menší podíl tuku a větší podíl svaloviny než prasata halogenově negativní (Nn) i heterozygoti (NN). Znávanou nevýhodou se stává náchylnost prasat ke stresu, a tak se u nich často projevuje jakostní odchylka PSE (bledé, mokké, vodnaté). (Leach *et al.*, 1998)

V masu zvířat, která nesou dominantní alelu RN, byl sledován vysoký výskyt svalového masa se sníženou vazností a výrobními výnosy. Eliminace tohoto genu z vepřové populace by měla snížit četnost výskytu PSE vady masa. (Fernandez *et al.*, 2002).

## **3.5 Vlivy**

### **3.5.1 Výživa**

Steinhauser *et al.* (2000) uvádí, že nejvýznamnějším vlivným faktorem je výživa jatečných zvířat. Výživa rozhoduje o výši masné produkce, jatečné hodnoty a biologické hodnoty masa. Výživa musí odpovídat živinným i energetickým potřebám, být chutná a v každém případě nepoškozovat zdraví.

Tvorbu masa, tuku a r st jednotlivých tkání je možné regulovat technikou výkrmu. Nejrychlejší r st prasat je v postnatálním stadiu do 50 kg živé váhy prasete. Pokud se sníží p ívod flivin v období intenzivního r stu, zabrzdí se tvorba svaloviny a r st do délky. Prasata pak mají velice malou výt řnost. P í výkrmu je vhodné krmení, které obsahuje mén vody a vyší obsah extraktivních látek. Nevhodná jsou krmiva s vyším obsahem tuku, zhor-ují jakost tukové tkán a ovliv ují i její složení. Sádlo je m kké, nenasycené karboxylové kyseliny jsou ve v tším množství a maso se snáze kazí (Steinhauser *et al.*, 1995). Naproti tomu Toldrá (2010) uvádí, že tuky jsou v krmné dávce nezbytné, jelikož prasata nejsou schopna syntetizovat n které nenasycené kyseliny.

P íblíží 98 % krmiv se zpracovává do kompletních krmných směsí. Ty by měly pokrývat veškeré pot eby prasat na p ísun flivin (Toldrá, 2010).

Vitamin E se nachází v bun ěné membrán ě v blízkosti fosfolipid ů, a tak může zabránit rozkladu volných radikál ů v období *post mortem* (po smrti) (Onibi *et al.*, 2000). (Boler *et al.*, 2009) zjistili, že krmení p írodního zdroje vitaminu E p ízniv ě působilo na snížení oxidace lipid ů vep ového masa v pr ůběhu následného skladování. Asghar *et al.* (1980) prokázali, že p í krmení více jak 200 mg vitaminu E/kus/den došlo ke stabilizaci barvy masa a snížení ztrát kapaliny.

### 3.5.2 Zdravotní stav

Zdravotní stav zvířat během výkrmu, ale i p í p íhonu na jatka, výrazně ovliv ůje jakost masa. Mezi ostá a celkem závažná onemocnění patří hore natá onemocnění (Pipek, 1995). M ůže jít o hore ku v d sledku infek čního onemocnění anebo o zvýšenou teplotu (hypertonii), která se projevuje u prasat s velmi špatnou termoregulací. Následkem hore ek dochází ke zvýšené propustnosti st ěn trávicího traktu. Dojde-li k poražení zvířete v nevhodném ěse, infikované maso se rychle kazí (Ingr, 2003a). U zvířat citlivých na stres se projevuje tzv. zhoubná maligní hypertermie charakteristická rychlým vzestupem teploty, poruchami srde ční činnosti a tuhostí kosterní svaloviny (Pipek, 1995).

### 3.5.3 Vliv la n ní

Prasata se musí dodávat na jatka vyla n ná ó 12 hodin bez krmení. Doba hladov ní ovliv uje barvu a – avnatost masa. Maso lépe poutá vodu a je tmav-í, pokud je doba la n ní del-í. Prasata ztratí p iblifn 5 % své váhy v d sledku la n ní. Úbytek je v-ak ve form mo i a výkal , tím klesá hmotnost trávicího traktu o 80 %. Vzniká tak mén odpadu na jatkách (Hovorka *et al.*, 1983).

La n ní zvy-uje kone nou hodnotu pH po poráfce a snižuje výskyt vady PSE. Na druhé stran ale la n ní del-í jak 22 hodin zp sobuje výskyt vady DFD (tmavé, tuhé, suché), nebo dochází k vy erpání zásob glykogenu. V praxi je vhodné zví ata la nit po dobu 12 ó 18 hodin tak, aby se st eva náleflit vyprázdnila a nevy erpaly se zásoby glykogenu (Kameník *et al.*, 2014).

### 3.5.4 Vliv dopravy

Hovorka uvádí, fle vn j-í vlivy b hem p epravy, jako je velký po et lidí a nové prost edí, zp sobují v t-í výskyt negativních vlastností masa, kterými jsou PSE a DFD. P íznaky t chto vad jsou skvrny na k fli, rychlé dýchání a zvý-ená t lesná teplota (Hovorka *et al.*, 1983).

Jate ná prasata bývají na dopravu velice citlivá. Jedním z d vod je zredukováná termoregulace, cofl je dáno silnou vrstvou podkožního tuku omezující pocení. Platí proto limit 23 °C a v trání. Dal-í významný faktor je zvý-ená citlivost mastných hybrid ke stresu. P sobením stresor , jako jsou hrubé a vulgární zacházení, nedokonalé v trání dopravního prost edku, flíz n í a strach, dochází k r zn výrazným projev m PSE vep ového masa (Kameník *et al.*, 2014).

### 3.5.5 Vliv ustájení

Zví ata p ivezená na jatka se neporáfí ihned, ale po n jakou dobu se nechávají ustájená, aby si odpo inula a obnovily se zásoby glykogenu ve svalovin . (Steinhauser *et al.*, 2000). Dle Pipka (1995) by optimální doba m la být 2 ó 4 hodiny, jelikofl p i del-ím pobytu zví ata ztrácejí na hmotnosti, klesá výt fnost a zvy-uje se podíl PSE a DFD. Kameník *et al.* (2014) uvádí, fle odpo inek na jatkách

se doporu uje mezi 1 ó 3 hodinami. Ustájení p es noc je z hlediska výskytu vad masa mén vhodné, nebo klesají energetické rezervy ve svalech a zvy-uje se frekvence výskytu DFD.

### **3.5.6 Omra ování**

Omrá ením se rozumí vlastní poráflka jate ných zví at, p i emfl nedochází k usmrcení, ale smrt nastane afl v d sledku ztráty krve. Správné vykrvení nastává jen tehdy, kdyfl je zachována innost srdce, proto musí zví e z stat p i flivot (Pipek, 1995). Omra ování je zákonem povinné, zabra uje vnímání bolesti, usnad uje manipulaci se zví etem a p edev-ím je prevencí vzniku PSE a DFD. Je t eba, aby ztráta v domí nastala pokud mofno ihned, ale v praxi k tomu tak nebývá (Ingr, 2003a).

#### ***3.5.6.1 Mechanický zp sob***

Omra ování je uskute nno dvojm zp sobem, a to tupým úderem na elní kost, nebo prorafením elní kosti. P i omrá ení prorafením elní kosti dochází k rozru-ení p edního mozku a okamflité ztrát v domí. Motorické ásti mozku vyvolávají silné svalové kontrakce, jelikofl z stávají v innosti. V d sledku sou asného zvý-ení adrenalinu se ast ji vyskytují vady PSE. Mechanicky se omra uje p edev-ím skot, telata a ovce. U prasat se vyufflívá mechanické omra ování minimáln , prakticky jen na domácích poráflkách, a to tupým úderem palicí (Kameník *et al.*, 2014).

#### ***3.5.6.2 Omra ování elektrickým proudem***

Omra ování elektrickým proudem se jeví z hlediska kvality masa jako nejvhodn j-í zp sob, díky mén astému výskytu PSE a DFD svaloviny (Steinhauser *et al.*, 2000). Nej ast ji jsou zde vyufflívány omra ovací kle-t i omra ovací vidli ky, jejichfl elektrody se p íkládají na hlavu zví ete tak, aby proud procházel co nejjednodu-í cestou mozkiem. Nevýhodou kle-tí m fle být nesprávné umíst ní, procházející proud není standardní. Ve v t-ích masokombinátech se vyufflívají sklopné omra ovací pasti (Pipek, 1995). Legislativa p edepisuje minimální hodnotu elektrického proudu 1,3 A (Kameník *et al.*, 2014).

Pr chod proudu mozkiem zp sobuje jeho zvýšenou aktivitu a spotřebu kyslíku. Vzniká epileptický záchvat a následně dochází ke ztrátě v domí. Z hlediska ochrany zvířat je fládané, aby bezv domí nastalo během 1 s. V praxi tomu tak nebývá, nicméně lze toho docílit vhodným proudem a napětím (Steinhauser *et al.*, 2000).

Ke ztrátě, ke které dochází při omraování zvířat, zp sobují krvácení ve svalech, někdy se mohou objevovat i fraktury (např. obratle na jatečně upravených telech prasat), což snižuje kvalitu masa. Z tohoto důvodu se prosadil další způsob omraování, a to poufťitím omraovacích plynů, zejména CO<sub>2</sub> (Kameník *et al.*, 2014).

### **3.5.6.3 Chemické omraování**

Omraování pomocí plynu se prosazuje na moderních jatkách s velkou kapacitou poražených zvířat. V ČR je tento systém na 4 a 5 poráfkách (Kameník *et al.*, 2014). Poufťitím oxidu uhličitého se vzduchem dochází k narkotizaci a hypoxii, což je nedostatek kyslíku. Výhodou je, že nenastávají posmrtné kee, zvířata zůstávají v uvolněném stavu a stoupající krevní tlak usnadňuje vykrvení (Pipek, 1995).

Nicméně z pohledu kritiků na welfare zvířat omraování s vyufťitím CO<sub>2</sub> není nejvhodnější. Ti poukazují na negativní projevy prasat v omraovací komoře (lapání po dechu, hlasové projevy a strach) před nástupem bezv domí. Stresová situace vyvolává vznik PSE a DFD (Kameník *et al.*, 2014).

## **3.6 Senzorické vlastnosti masa**

Mezi nejdůležitější senzoričké vlastnosti, které určují kvalitu výsekového masa, patří jemnost/textura a chuť. Zatímco jemnost je v podstatě ovlivněna strukturou svalů, biochemickými procesy po poráfkce a skladováním masa, na chuť působí obsah tuku. Lze s ní manipulovat pomocí genetických metod, kontroly růstu a výfiv. (Dinh Tran Nhan Thu, 2006).

### 3.6.1 Chuť a vůně

Při výběru potravin se konzument zaměřuje především na chuť. Chuť masa je ovlivněna obsahem extraktivních látek, strukturou svaloviny a obsahem intramuskulárního tuku (Dinh Tran Nhan Thu, 2006).

Lipidy v tukových tkáních jsou důležité pro rozvoj chuti v masě. Zahříváním tuku v procesu vaření se uvolňují aromatické tukové látky. Tyto tukové látky přibývají s věkem zvířete, proto starší zvířete produkuje více aroma (Kristensen *et al.*, 2004). Hlavní složkou zodpovědnou za vlastnosti tuků jsou mastné kyseliny. Ty se od sebe liší délkou uhlovodíkových řetězců i přítomností, anebo nepřítomností dvojných vazeb. Mastné kyseliny bez dvojných vazeb se nazývají nasycené (vyšší bod tání), ty, které dvojnou vazbu mají, jsou nenasycené (s nízkým táním). Z technologického hlediska je žádoucí v tuku zastoupení nasycených mastných kyselin, jelikož vyšší podíl nenasycených mastných kyselin (linolová, linoleová) zvyšuje proces oxidace, a tím i fluknutí tuku. Avšak z hlediska lidské výživy jsou právě tyto nenasycené esenciální aminokyseliny velice důležité (Dinh Tran Nhan Thu, 2006).

Pro zlepšení chuti se do masa přidávají některé extraktivní látky, zejména různé preparáty, jako je glutamát sodný. Některé extraktivní látky vznikají v období *rigor mortis* (Steinhauser *et al.*, 2000). Zvýraznit aroma je možné přidáním solného láku i marinováním (Dinh Tran Nhan Thu, 2006).

### 3.6.2 Jemnost masa (textura)

Hovorka *et al.* (1986) uvádí, že jemnost masa je dána množstvím vaziva ve svalech. Rozhodující veličinou je věk zvířete, jelikož se s chemickými změnami vazivových vláken mění pevnost a maso starších zvířat je tužší, hrubovláknité a méně avnaté.

Vepřové maso je obecně chvilnější maso než hovězí, protože prasata jsou obvykle porážena v mladším věku, jejich svaly jsou méně rozvinuté a mají méně kolagenu (Toldrá, 2010).

Hlavní vliv na texturu masa mají pojivová tkáň a myofibrilární bílkoviny. Myofibrilární bílkoviny mohou být ovlivněny proteolýzou masa nebo zkrácením

vláken chladem. Pojivovou tkáň ovlivuje především vliv teploty a stupeň aktivity (Stetzer *et al.*, 2008). Rentfrow *et al.* (2004) dodává, že množství ve finálním produktu závisí na části svalu, odkud bylo maso odebráno. Maso, které je nejměkčí, bylo odebráno z nejméně poufňivaného svalu, naopak maso tuhé bylo odebráno z nejvíce poufňivaného svalu.

## 3.7 Technologické vlastnosti

### 3.7.1 Vaznost

Vaznost definujeme jako schopnost masa udržet svoji vlastní vodu, popřípadě vodu přidanou během zpracování i po tepelném zpracování (Pipek, 1995).

Většina vody ve svalu je vázána uvnitř struktury svalu a svalových buněk. Konkrétně se voda nachází v myofibrilách, mezi myofibrilami a v sarkolem, mezi svazky svalů (Huff-Lonergan *et al.*, 2005).

Strukturální (vázaná) voda se vyskytuje uvnitř globulárních proteinů, kde je vázána prostřednictvím vodíkových iontů na bílkoviny. Vázaná voda má sníženou pohyblivost, a tak není jednoduché ji přesunout. Tato voda je velmi odolná proti mrazu a tvoří pouze malý zlomek z celkové vody svalových buněk. Množství vázané vody se mění jen málo a to v období *rigor mortis* (Offer a Knight, 1988a).

Další část vody, která se nachází ve svalech a v masě, je nazývána jako imobilizovaná voda (Huff-Lonergan *et al.*, 2005). Dle Pipka (1995) je imobilizovaná voda ta část vody, která při nárůstu tlaku masa nevytéká a k jejímu uvolnění je třeba vyvolat zvýšeného tlaku. Imobilizovaná voda je poutána uvnitř myofibril v prostoru mezi tlustými a tenkými filamenty. Smrtní svalová kontrakce *rigor mortis* anebo při tepelném zpracování masa způsobuje její ztrátu. Po změně struktury svalových buněk a snížení hodnoty pH, především při *rigor mortis* část této vody uniká (Offer a Knight, 1988b). Největší podíl tvoří volná voda, jejíž tok z tkáně probíhá bez zábran (Huff-Lonergan *et al.*, 2005).

Vaznost masa je nejhorší ve stadiu postmortálních změn, kdy se pH blíží k izoelektrickému bodu bílkovin. Naopak nejlepší vaznost vykazuje maso těsně po



poráfkce (2 ó 3 hod) a maso zralé. V n kterých p ípadech dochází ke zm n vaznosti v d sledku vzniku vad masa, kdy vaznost PSE masa je nízká, ale u DFD je vysoká (Offer, 1991).

Nejjednoduší metodou pro stanovení vaznosti vlastní vody masa je moflné ur ení dle ztráty vlastní – ávy odkapáváním (Pipek, 1995).

### 3.7.2 Barva

Intenzita a stupe barvy masa jsou závislé na koncentraci svalového barviva, které se li-í v rámci plemene, v ku a zdravotního stavu zví ete, dále pak z hlediska optické hodnoty související s posmrtnými zm nami masa. Barvu masa ur uje krevní barvivo myoglobin a hemoglobin (Dinh Tran Nhat Thu, 2006).

Barva masa, spole n s hodnotami pH, m fle identifikovat defektní vady vep ového masa ó DFD a PSE (Hovorka *et al.*, 1986). Maso PSE se vyzna uje velmi sv tlou afl bledou barvou, naproti tomu DFD maso je tmavé barvy. Optimáln by barva masa m la být r flová afl r flov ervená s r znou intenzitou dle v ku zví ete a ásti jate ného t la, odkud bylo maso získáno (Dinh Tran Nhat Thu, 2006).

Fotometrie umofl uje objektivní posouzení barvy za pouflití remisního fotometru. Maso tmav-í absorbuje více sv tla, snifluje procento reflexe, a tím i hodnotu remise (Hovorka *et al.*, 1986). V sou asné dob jsou spí-e vyufflívány p ístroje na bázi spektrofotometru (Stupka *et al.*, 2009).

### 3.7.3 Mramorování

Obsah lipid ve svalech se pohybuje od 1,5 % do 13 %. A koli v t-ina z lipid je p ítomna v tukové tkáni, n které ó nazývané šmarblingō, se nacházejí intracelulárn ve svalových vláknech a mají d leflitou roli v kvalit masa. Pod pojmem mramorování rozumíme intramuskulární tuk, který je uloflen p ímo ve svalu ve volné síti pojivových tkání, a to mezi svazky sval . Mramorování má silné ú inky na chu a – avnatost. Dobrý plán výfflivy v pr b hu dokon ování r stu p íspívá k vy–ímu skóre mramorování, a to p edev-ím u zví at, která mají vy–í genetické dispozice k mramorování (Dinh Tran Nhat Thu, 2006).

Na základ degustačních testů se doporučuje podíl intramuskulárního tuku ve vnitřní 2,5 %, v tina plemen a finálních hybridů však již tuto hodnotu nedosahuje. Obsah intramuskulárního tuku je ovlivněn plemennou příslušností, genotypem zvířete, pohlavím, denním příjmkem, konverzí krmiva, podílem svaloviny a tukové tkáně v jatečném tele (Bečková *et al.*, 2002). Mramorování je lépe vyvinuto u zvířat, která mají během života méně pohybu. (Pipek, 1995).

### 3.7.4 Hodnota pH

Jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují chování proteinu v čerstvém nebo zpracovaném masu, je pH produktu. Hodnota pH je definována jako záporný vzatý logaritmus koncentrace vodíkových iontů. V důsledku disociace glykogenu na kyselinu mléčnou ve svalu se vodíková koncentrace iontů zvyšuje a pH klesá. Jednoduše řečeno, hodnota pH je v podstatě relativní kyselost. pH může mít přímý vliv na rozpustnost proteinu, funkci proteinu a schopnost proteinu vázat vodu. Obecně platí, že nízké pH má negativní vliv na tyto vlastnosti (Lonergan, 2008).

Rozsah poklesu pH je ovlivněn množstvím glykogenu ve svazech v době porážky. To je přímo úměrné množství kyseliny mléčné. Proto čím více glykogenu je přítomno ve svalu, tím větší je potenciál pro nižší konečné pH (Westphalen *et al.*, 2005). Rychlost poklesu pH v poútečné fázi *rigor mortisu* je velmi důležitým faktorem určující kvalitu vepřového masa (Barbut *et al.*, 2008).

K určení jakosti masa slouží nejčastěji hodnoty pH naměřené 45 min po porážce, nebo 24 hodin po porážce a označují se příslušnými indexy - pH<sub>1</sub> a pH<sub>24</sub> (tab. 1). Dle hodnoty pH<sub>1</sub> lze nejčastěji odhadnout jakostní odchylku PSE. Maso, které má nižší hodnotu pH než 5,8, bude mít s největší pravděpodobností tuto vadu. Hodnota pH<sub>24</sub> slouží především k detekci DFD masa. Pokud je vyšší než 6,2, jedná se o tuto vadu. Hodnota pH se může pomoci vpichového pH metru ve vybraných místech zádového svalu (Pipek, 1995).

**Tabulka 2:** Mezní hodnoty jakostních odchylek masa (Pipek, 1995)

	pH <sub>1</sub>	pH <sub>24</sub>	Remise (522 mm)	Ztráty odkapem

			%	%
<b>Normální</b>	> 5,8	< 6,2	< 25	< 5,0
<b>Mírné PSE</b>	5,8	-	25 - 30	5,0 - 7,5
<b>Výrazné PSE</b>	< 5,7	-	> 35	> 10
<b>DFD</b>	-	> 6,2	13	< 1
<b>Hampshire faktor</b>	-	< 5,4	-	-

Jiní autoři, například Pulkrábek *et al.* (2004) dodávají, že hodnota pH je možná měřit nejen 45 min po porážce, ale i 60 min, ale obě hodnoty se v t-činou značí p-íslu-ým koeficientem pH<sub>1</sub>.

### 3.8 Bioimpedance

Aplikace bioelektrické impedance (elektrické impedance v lékařském oboru) byla rozvinuta hlavně v 60. letech 20. století a týkala se především změn ve složení lidského těla. V 80. letech 20. století se bioimpedance poprvé vyúfnila v masné produkci. Princip impedance je založen na schopnosti stídavého elektrického proudu projít prostédím (Chenoll *et al.*, 2007).

Metoda impedance slouží k určení jakosti masa za použití přístroje elektrické vodivosti. Proti měření pH má značné výhody - snadnější manipulace, méně náročná kalibrace. Impedance umožňuje detekovat čerstvost masa, jakostní odchylky masa, chemickou kontaminaci a podíl tukové tkáně (Damez *et al.*, 2008).

Nollet a Toldrá (2008) uvádí, že impedance v biologické tkáni jako je maso, závisí především na struktuře tkáně a iontové konduktivitě. Tyto dvě proměnné se mění v průběhu zrání masa.

Tkáň masa je složená z řady vysoce vodivých buněk oddělených od sebe membránou. Buněčná membrána má vlastnosti dielektrického materiálu (Chenoll *et al.*, 2007). Proto jsou buněčné membrány špatnými vodiči elektrického proudu a vykazují značný odpor (Damez *et al.*, 2008).

V bučkách se nachází intracelulární buněčná kapalina - cytoplazma a v prostoru mezi nimi je extracelulární kapalina. Obě tyto kapaliny mohou být popsány jako elektrolytický roztok (Damez *et al.*, 2008). V extracelulární kapalině převládají kationty Na a anionty Cl, zatímco v intracelulární kapalině je hlavní K kationt a fosfát s proteiny, které jsou hlavními anionty. Iontové síly a osmotický tlak se zvyšují během smrti i v průběhu postmortálních změn. Odhaduje se, že nárůst osmotického tlaku způsobeného metabolity se zvýší o 60 až 80 %. Zároveň dochází k uvolnění některých iontů. Tyto ionty jsou po smrti zvýšete soustředěny do organel, jako je sarkoplazmatické retikulum a mitochondrie a v průběhu depolarizace membrány po smrti zvýšete dochází k uvolnění (Nollet a Toldrá, 2008).

Swatland *et al.* (1995) dodává, že uvolnění iontů Na, K, Cl po smrti zvýšete není závislé pouze na pH, ale přímo ovlivněné buněčnou smrtí, zejména prasknutím membrány.

Při poškození membrány dochází ke zvýšené vodivosti tkáně, jelikož elektrický proud prochází skrz porušené buňky. U neporušených tkáňových buněk membrány blokují průchod elektrického proudu, a tak dochází jen k průchodu v mezibuněčném prostoru (Damez *et al.*, 2008).

K narušení buněčných membrán dochází především v důsledku denaturace proteinů. Při pH blízkém se izoelektrickému bodu (5,4) vazby proteinů mají tendenci být zrušeny a jejich schopnost pohlcovat kationty je snížena (Nollet a Toldrá, 2008).

Jedním z nejrozevířenějších výzkumů za pomoci bioimpedance v masné produkci je detekce dvou konkrétních vad masa PSE a DFD. Obě klasifikace jsou považovány za nekvalitní nebo vadné a mají dopad na značné ekonomické ztráty. PSE maso se vyznačuje vysokou vodivostí (G) a nízkým odporem (R) a je snadné ho detekovat již na počátku postmortálního procesu. Naproti tomu vadu DFD není možné odhalit včas (Bandall *et al.*, 1998).

Měření se provádí obvykle 40 - 50 minut a 24 hodin po porážce ve svalu MLLT (*musculus longissimus lumborum et thoracis*) na úrovni 13. - 15. hrudního obrátle (Altmann *et al.*, 2006).

### 3.9 Postmortální změny

Postmortálními procesy mřeme oznaít jako soubor biochemických proměn a dějů, kterými je svalovina porařeného zvířete transformována na maso. Nastávají okamřikem usmrčení jatečného zvířete. Maso zde nabývá pořadovaných sensorických, technologických a kulinárních vlastností (Stainhauser *et al.*, 1995).

Huff-Lonergan *et al.* (2001) dodává, ře samovolný rozklad masa se nazývá autolýza a biokatalyzátory těchto proměn jsou nativní enzymy. Autolýza je řlen na dořty řází, které p řecházejí plynule jedna v druhou.

#### a) p řed ztuhnutí

V první stadiu posmrtných změn vykazuje maso vysokou vaznost a je velice vhodné pro zpracování, jelikoř je řtedořlo k posmrtnému ztuhnutí. Maso je možné zmrazit, a uchovat tak vlastnosti jeřte „teplého masař (Pipek, 1995).

#### b) posmrtné ztuhnutí (*rigor mortis*)

Od okamřiku poraření zvířete probíhají ve svalové tkáni dva procesy - odbourávání hlavních energetických slořek svalu, jeho postupné okyselování změnami v konformaci bílkovin. Maso postupně tuhne a sniřuje se schopnost poutat vodu. Řáze *rigor mortis* se odřvíjí od p řerušení krevního ob řehu, zastavení p řívodu kyslíku do tkáni a změn aerobicních procesů na anaerobní. Okyselení svalové tkáni způsobuje kyselina mléčná vznikající p řáv v anaerobní glykolýze. (Stainhauser *et al.*, 1995).

Nástup *rigoru mortis* je ur řován rychlostí poklesu pH a spot řebou ATP ve svalovině. Hodnota pH závisí na řnkolika faktorech, jako jsou druh zvířete, koncentrace glykogenu ve svalech, okamřik porařky a teplota prost ředí po porařce. B řhem nástupu *rigoru mortis* dochází k p řířnému p řiblíření svalových filamentů k sobě a ke změně prostoru pro imobilizaci vody, a tím se naruří vaznost masa. Maso není vhodné k vyuffití, jelikoř je velmi tuhé, řpatně váře vodu a ztrácí svou

k ehkost a – avnatost. U vep ového masa nastává *rigor mortis* b hem 1 - 6 hodin (Stainhauser *et al.*, 1995).

c) zrání masa

Ve fázi zrání dosahuje maso požadovaných vlastností. Nativní proteolytické enzymy katalyzují fermentaci myofibril, dochází k uvolnění *rigor mortis*, zvýšení hodnoty pH a disociaci aktinomyosinového komplexu na aktin a myosin. Postupně tak maso nabývá k ehkosti, zvyšuje se vaznost a zlepšují se sensorické vlastnosti (Huff-Lonergan, 2001). Stainhauser *et al.* (1995) uvádí, že doba zrání vep ového masa v podmínkách se pohybuje okolo 5 - 7 dnů. Zároveň se může změnit dle teploty uchování, kdy s rostoucí teplotou se zrání urychluje. Dle Pipka (1995) je zrání masa možné urychlit přidáním proteolytických enzymů nebo přidáním fosfátů, toho se využívá u výrobních mas.

d) hluboká autolýza

Pokud uzrálé maso není spotřebováno, přechází do stadia hluboké autolýzy, která je u masa neřídoucí. Bílkoviny, které prošly fází zrání, se dále odbourávají na nízké peptidy a aminokyseliny postupně až na konečné produkty jako je amoniak a sirovodík, které mají za následek nepřijatelné smyslové vlastnosti. Maso se tak kazí a stává se jako potravina nepřijatelná (Stainhauser *et al.*, 1995).

e) proteolýza masa

Proteolýza je negativní postmortální proces, který má za následek rozklad bílkovin, hnilobu a kafeň masa. Probíhá současně s autolýzou. Příčinou jsou mikroorganismy a jejich mikrobiální proteolytické enzymy. Svalovina právě usmrcených zvířat je prakticky sterilní, přestože k mikrobiální kontaminaci dochází zvenčí a postupně. Ve fázi *rigor mortis* s pH hodnotou pod 6,0. V důsledku kyselého prostředí přítomná mikroflóra inhibována. Po překročení hodnoty pH 6,0 v době zrání kyselost klesá, zlepšují se podmínky pro mikroorganismy. Ty se začínají masivně rozmnožovat. Pro maso je potom typické oslizení, hnilobný zápach a změna barvy. Počátek a průběh kafeň masa je velice variabilní a ovlivněn podmínkami uchování masa. Velké mikrobiální kontaminace nastávají především během bourání masa (Stainhauser *et al.*, 1995).

## 3.10 Jakostní odchylky

V souvislosti se slecht ním prasat na vysokou mastnou užitkovost se v pr b hu postmortálních zm n objevují jakostní odchylky masa. Hlavní p í inou vzniku svalových anomálií je p edev-ím -patný pr b h hodnoty pH (obr. . 1). Hodnota pH po smrti zví ete bu velmi rychle klesá a dosahuje níž-ích hodnot neř u normálního masa, nebo nedochází k významnému poklesu (Pipek, 1995).

### 3.10.1 PSE maso

PSE (z angl. pale, soft, exudative, tedy bledé, m kké a vodnaté) je typická odchylka vep ového masa. Souvisí hlavn s intenzivním slecht ním prasat na vy-í zmasilost. V d sledku ostré selekce, nedostate né adaptace zví at na dosažené biologické zm ny v organismu, mají prasata zvý-enou citlivost ke stresu (Ingr, 2003b). Mezi hlavní faktory vedoucí ke vzniku stresu pat í zp sob chovu, nesprávná manipulace se zví aty p ed poráfkou a vlastní poráfka jate ných zví at (Pulkrábek *et al.*, 2004).

Reakce organismu na stres je ozna ována jako PSS a je ízena hormonáln . Jakmile je míra stresu pro zví e neúnosná, dochází ke zvý-enému uvol ování hormon . Ty mají za následek zvý-ený metabolismus, zvý-enou spot ebu kyslíku, vy-í teplotu a výdej vápenatých iont . Svaly zví at, které mají vy-í rychlost metabolismu ihned p ed poráfkou, budou mít rychlejší vyuffití glykogenu a pokles pH neř zví ata s normálním metabolismem (Huff-Lonergan *et al.*, 2001). V d sledku toho je vyvolána glykolýza, kdy je glykogen odbouráván na kyselinu mlé nou (Pipek, 1995).

Krom toho t sn po poráfce, v d sledku vykrvení, kdy ob hový systém není k dispozici, tká ztrácí schopnost regulace teploty. Teplota masa stoupá a u vep ového bývá okolo 33 ó 42 °C (Pipek, 1995). Ingr (2003b) uvádí, ře hlavní podíl na zvy-ování teploty má glykogenolýza, kde je uvol ováno velké množství tepla.

Kombinací vysoké teploty (nad 39 °C 45 min po poráfce) s rychlým poklesem pH (hodnota pH45 men-í neř 5,8) dochází k denuraci mnoha protein zahrnující i myoglobin a pigment v mase. Výsledný produkt se vyzna uje sv tlou

barvou a sníženou vazností vody. Také masa je mkká a uvoluje velké množství vody, což je z hlediska technologického i ekonomického neřádností (Barbet *et al.*, 2008).

Jakostní odchylka PSE se vyskytuje téměř výhradně u vepřového masa. Podobné projevy, jako je PSE byly literárně zmíněny i u vysoce zmasilého skotu (belgické bílo-modré plemeno) a drůbeže (brojlerové krůtí, brojlerová kuřata), ale nejsou dosud považovány a uváděny jako prakticky závažný problém (Ingr, 2003b).

### 3.10.2 DFD maso

DFD maso (z angl. dark, firm, dry, tedy tmavé, tuhé a suché). Dříve se tato vada označovala jako DCB - dark cutting beef, tedy hovzí maso tmavé na řezu, jelikož se vyskytuje především u hovzího masa (Adzitey *et al.*, 2011).

Předporáfkový stres zahrnující fyzické zatížení dopravou, hlad, strach nebo agresivní chování, způsobuje vyčerpání svalového glykogenu. To limituje množství laktátu vzniklého po porážce. Při nízké hladině glykogenu dochází k velmi malému poklesu pH (pH po 24 hodinách 6,20 a vyšší je spolehlivým indikátorem DFD masa). V důsledku toho maso váže více vody, svalová vlákna jsou nabobtnalá a povrch masa méně rozptýluje světlo. Maso se tak jeví jako tmavší. Posmrtné zrání masa je při vyšším pH nedostatečné, a tak se maso stává tuhé a chuť a aroma jsou méně výrazné (Adzitey *et al.*, 2011). Kromě toho nevhodnost DFD masa spočívá především v oblasti bezpečnosti potravin a krátkodobém skladování. Maso postrádá obvyklou vlastní kyselost. V důsledku vyššího pH podléhá mikrobiálnímu kvašení (Dinh Tran Nhat Tu, 2006).

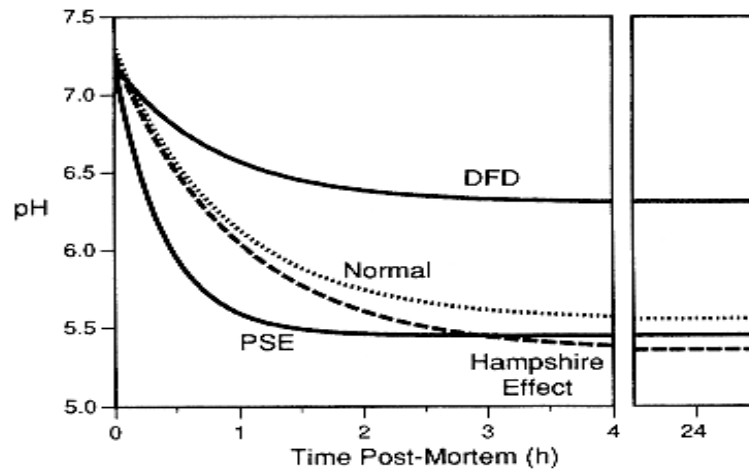
### 3.10.3 Hampshire faktor

Hampshire faktor je velice podobný jakostní odchylce PSE. Souvisí se šlechtěním prasat na vysokou zmasilost. U plemene Hampshire se ve svalech ukládá velké množství glykogenu a v důsledku vysokého glykolytického potenciálu dochází k výraznému okyselení. Maso se dostává až na hodnotu izoelektrického bodu (5,3 - 5,4). Hampshire faktor se projevuje zhoršenou vazností, vyšší ztrátou odkapávání a světlou barvou, a to o dost výrazněji než PSE. Nejnovější výzkumy již odhalily



genetickou podstatu této vady, a tak cílenou selekcí nositel je možné této jakostní odchylce předcházet (Ingr, 2003b)

**Obrázek . 1:** Vliv poklesu pH hodnoty na jakostní odchylky (Gariépy, 1996)



### 3.10.4 Zkrácení svalových vláken

Chlazení masa co nejdříve po vykrvení, je jedním ze způsobů, jak efektivně snížit rychlost teploty a pokles hodnoty pH. Snížením teploty masa se zpomalují metabolické procesy, a tím i míra poklesu pH. Denaturace proteinů a myoglobinu není tak markantní a zlepšuje se barva a vaznost masa. Proto intenzivním a včasným chlazením je možné zabránit lehčím případům PSE. Kromě efektu na vaznost a barvu chlazením může mít vliv i na texturu masa. Je-li maso zchlazeno pod 10 °C před *rigorem mortis*, dochází tak k snížené kvalitě masa a jakostní odchylce. Velmi nízké teploty svalu v pozdější fázi *rigor mortis* destabilizují schopnost hlavního úložiště vápníku a sarkoplazmatického retikula izolovat vápník. Vápník se uvolní, pokud existuje dostatečné množství energie, a tak signalizuje svalu kontrakci. Sval se zkracuje. Zkrácený sval je tužší a méně jemný. Nelze ho změnit dalším průběhem zrání, ani kulinárenskou úpravou (Huff-Lonergan *et al.*, 2001).

## 4 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo porovnat vybrané vlastnosti vepového masa získaného z různých plemen prasat a vypracovat referenci zabývající se složením, kvalitou a posmrtnými změnami masa. Nejdelším úkolem bylo změřit bioimpedanci a hodnotu pH 45 minut po porážce a dále jen hodnoty pH, a tím sledovat průběh postmortálních změn, popřípadě jakostních odchylek. Zjištěné hodnoty byly statisticky vyhodnoceny.

## 5 MATERIÁL A METODIKA

### 5.1.1 Popis materiálu

Praktická část bakalářské práce byla měřena na jatkách v Račicích. Sledovaná zvířata pocházela ze dvou odlišných odchovů, z kterých bylo vybráno 12 kusů od každého plemene. Jednalo se o hybridní křížence Large White a Landrase –lechtěné speciálně na vysokou zmasilost a dále o čistokrevné plemeno české bílé ulechlilé. Prasata byla vyvážená a doba odpočinku na jatkách se pohybovala okolo 9 hodin. Omráčení bylo provedeno pomocí elektrického proudu.

### 5.1.2 Měření hodnoty pH a teploty

Vpichovým pH-metrem (Greisinger G3530) byly v zádovém svalu MLLT (*musculus longissimus lumborum et thoracis*) změněny hodnoty pH<sub>1</sub>, pH<sub>24</sub> a teplota. Měření spočívá v zabodnutí vpichové kombinované skleněné elektrody do svalů jatečně upraveného těla. Aby nedocházelo ke zkreslení hodnot, pH-metr by měl být správně kalibrován.

Pozn. v bakalářské práci je hodnota pH měřená 45 minut po porážce zapisována jako pH<sub>1</sub>, dle novější literatury.

### 5.1.3 Měření bioimpedance

Bioimpedance byla měřena přístrojem ZM-05 v zádovém svalu MLLT, a to 45 minut po porážce. Nejdříve byla provedena kalibrace přístroje stanovením odporu 100 Ohm. Poté mohlo dojít k měření. Naměřené hodnoty jsou ukládány do paměti přístroje.

### 5.1.4 Statistické vyhodnocení dat

K utištění a výpočtu naměřených hodnot byl použit MS Excel 2010 a dále byly hodnoty zpracovány v programu STATISTICA 10. U daného souboru byly vypočteny průměry, výbové směrodatné odchylky a minimální, maximální hodnoty. K zpracování v t-íně dat byl použit Studentův t-test pro nezávislé vzorky dle proměnných. Jestliže je hodnota hladiny pravděpodobnosti  $p > 0,05$ , pak je rozdíl

mezi skupinami neprůkazný, když je  $p < 0,05$ , potom hovoříme o průkazném rozdílu mezi skupinami.

U vybraných kvalitativních ukazatelů byly stanoveny závislosti ukazatelů korelačním koeficientem ( $r$ ) a koeficientem determinace ( $r^2$ ) na hladině významnosti  $p = 0,05$ .

Korelační koeficient značí míru těsnosti síly (vazby) mezi dvěma proměnnými a nabývá hodnot od -1 do 1. Pokud je korelační koeficient  $r = 0$ , hovoříme o zcela nezávislých proměnných. V tab. 2 jsou blíže popsány hodnoty korelačního koeficientu.

Závislost mezi dvěma proměnnými v procentech určuje koeficient determinace ( $r^2$ ) a udává poměr variabilit sledovaných proměnných.

Dále byly zpracovány bodové grafy jednoduché lineární regrese.

V tabulkách byly použity následující zkratky:

$s$  - směrodatná odchylka výběrová

Min - minimální naměřená hodnota

Max - maximální naměřená hodnota

$pH_1$  - hodnota pH 60 min po porážce

$pH_{24}$  - hodnota pH 24 hodin po porážce

**Tabulka 2:** Vysvětlení těsnosti korelační závislosti

<b>Korelační koeficient <math>r</math></b>	<b>Těsnost korelační závislosti</b>
1,00 až 0,90	Velmi vysoká
0,90 až 0,70	Vysoká
0,70 až 0,40	Střední
0,40 až 0,20	Nízká
0,20 až 0,00	Slabá

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 6.1 Měření hodnoty pH a teploty u vepřového masa

Tabulka . 3: Výsledky pH a teploty

Large white (LW) x Landrase (L)			
	pH <sub>1</sub>	Teplota (°C)	pH <sub>24</sub>
1.	6,38	39,9	5,51
2.	6,28	40,2	5,55
3.	6,26	39	5,67
4.	6,19	38,7	5,65
5.	6,03	40,5	5,67
6.	6,48	38,5	5,65
7.	5,95	40,8	5,61
8.	6,83	39,7	5,48
9.	5,86	40,3	5,58
10.	6,69	39,7	5,56
11.	6,17	38,5	5,87
12.	6,43	39,5	5,53
průměr	6,29	39,61	5,61
s	0,29	0,79	0,1
min	5,86	38,5	5,48
max	6,83	40,8	5,87

Tabulka . 4: Výsledky pH a teploty

eskové bílé u-lechtilé (CBU)			
	pH <sub>1</sub>	Teplota (°C)	pH <sub>24</sub>
1.	6,79	39,6	5,49
2.	6,37	40,1	5,6
3.	6,29	39,7	5,63
4.	6,67	39,1	5,65
5.	6,08	40,2	5,73
6.	6,64	38,8	5,7
7.	6,34	39,4	5,62
8.	6,15	41,2	5,54
9.	6,18	40,2	5,51
10.	6,1	39,8	5,46
11.	5,83	40,7	5,61
12.	6,83	40,5	5,72
průměr	6,36	39,94	5,61
s	0,31	0,68	0,09
min	5,83	38,5	5,46
max	6,83	41,2	5,73

Základní hodnoty naměřené v jatečně upraveném tle zvěřat jsou uvedeny v tab. . 3 a tab. . 4.. Ve sledovaném souboru linie hybrid byla naměřena průměrná hodnota pH<sub>1</sub> 6,29. U plemena eskové bílé u-lechtilé byla zjištěna průměrná hodnota pH<sub>1</sub> 6,36. Průměrné teploty naměřené společně s hodnotou pH<sub>1</sub> činily u hybrid 39,61 °C a u BU 39,94 °C.

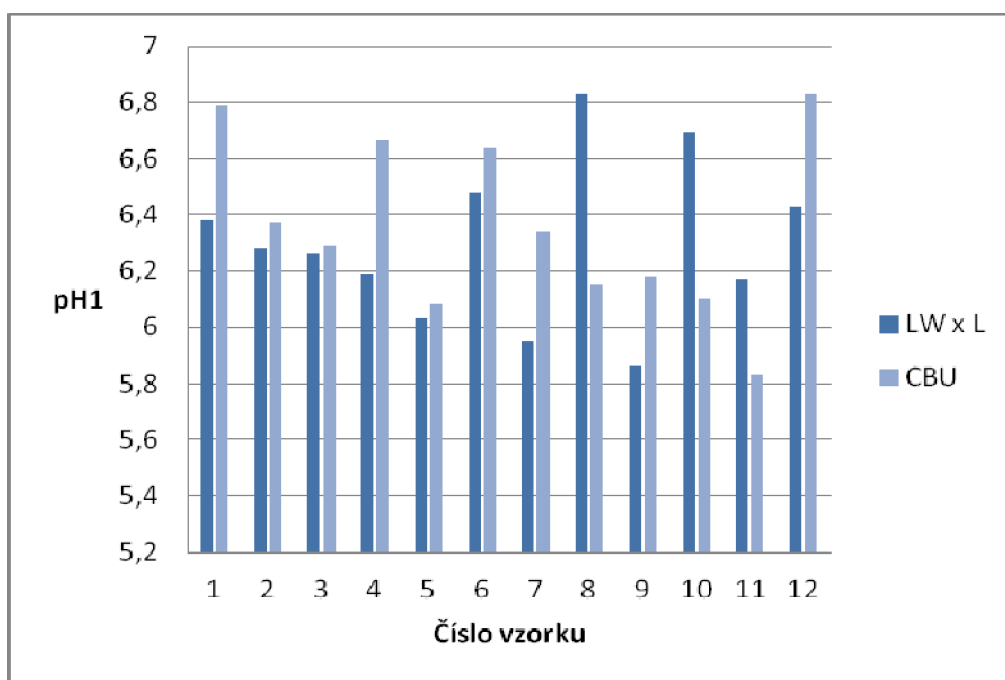
Pipek (1995) uvádí, že se výskyt jakostní odchylky PSE masa projevuje snížením hodnoty pH<sub>1</sub> pod 5,8. Naměřené hodnoty mají hodnotu pH<sub>1</sub> ve všech

p ípadech vy—í nefl 5,8, tudífl odpovídají jakosti normálního masa,cofl potvrzuje graf . 1.

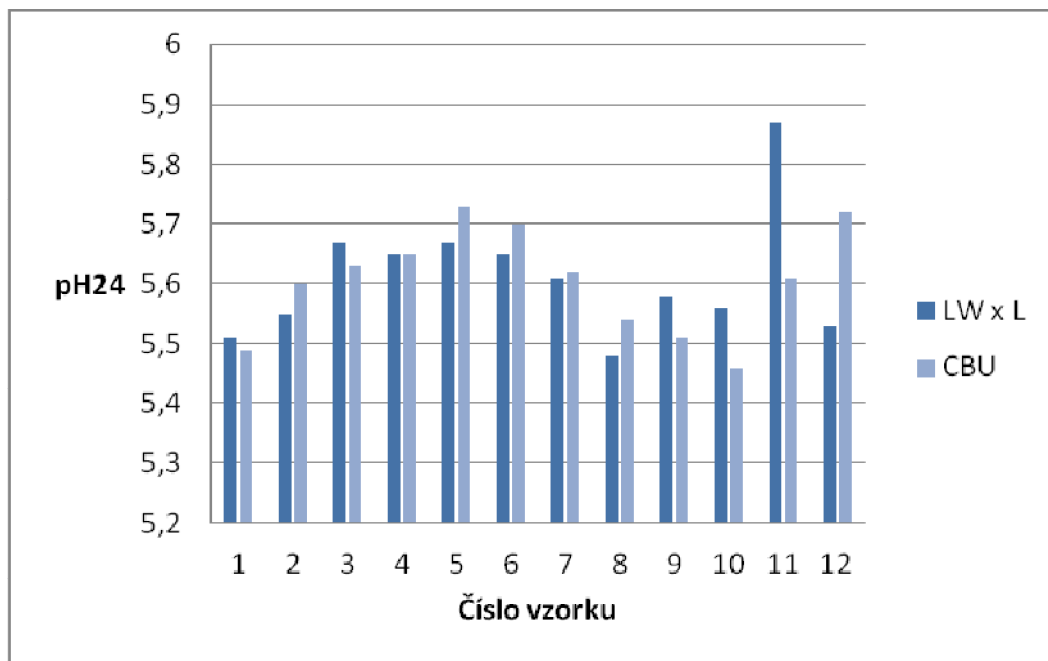
Dále je nezbytné uvést hodnotu pH nam enou 24 hodin po poráfce. Dle hodnoty pH<sub>24</sub> je moílné zjistit dv íjakostní odchylky masa, DFD a Hampshire faktor. Adzytey *et al* (2011) uvádí, íe v d sledku nízké hladiny glykogenu dochází b hem 24 hodin k velmi malému poklesu hodnoty pH, která je v kone né fázi vy—í nefl 6,2, a tak maso vykazuje íjakostní odchylku DFD. Ingr (2003b) dodává, íe hodnota pH<sub>24</sub> men—í nefl 5,4 zna í Hampshire faktor.

V na-em p ípad í se pohybuje hodnota pH<sub>24</sub> u linie hybrid í v rozmezí 5,48 - 5,87 a u CBU v rozmezí 5,46 - 5,73, coífl detekuje normální maso (graf . 2).

**Graf .1:** Porovnání hodnot pH<sub>1</sub> mezi dv íma plemeny



**Graf .2 :** Porovnání hodnot  $pH_{24}$  mezi dvěma plemeny



Výsledné hodnoty pH vypovídají o velmi dobrém průběhu postmortálních změn. Mezi hodnotami různých plemen nebyly prokázány statisticky významné rozdíly, což potvrzuje tab. .5.

**Tabulka .5:** Statistické vyhodnocení ukazatelů kvality t-testem (LW x L vs. CBU)

	p	Výsledek	Vyhodnocení
$pH_1$	0,631	$p > 0,05$	Rozdíl je neprůkazný
$pH_{24}$	0,280	$p > 0,05$	Rozdíl je neprůkazný
Teplota <sub>1</sub> (°C)	0,884	$p > 0,05$	Rozdíl je neprůkazný

## 6.2 Mění bioimpedance a hodnoty pH u vepřového masa

Jak uvádí tab. 6 a tab. 7 při měření bioimpedance bylo dosaženo průměrných hodnot frekvence 25707,78 Hz u hybridní linie a 25497,92 Hz u CBU. Dále byl naměřen modul, který má průměrné hodnoty 38,43 u linie hybrid a 32,31 u CBU.

**Tabulka 6:** Výsledné hodnoty

Large White (LW) x Landrase (L)			
	pH <sub>1</sub>	Frekvence (Hz)	Modul
1.	6,38	25285,71	15,86
2.	6,28	27923,08	116,94
3.	6,26	25500	29,38
4.	6,19	25061,22	15,06
5.	6,03	25500	35,4
6.	6,48	25500	27,94
7.	5,95	25588,24	14,35
8.	6,83	25500	79,22
9.	5,86	26300	26,4
10.	6,69	25500	13,14
11.	6,17	25755,1	58,9
12.	6,43	25080	28,52
průměr	6,29	25707,78	38,43
s	0,29	767,58	31,58
min	5,86	25061,22	13,14
max	6,83	27923,08	116,94

**Tabulka 7:** Výsledné hodnoty

eskové bílé ulechtilé (CBU)			
	pH <sub>1</sub>	Frekvence (Hz)	Modul
1.	6,79	25693,88	50,98
2.	6,37	25500	26,1
3.	6,29	25500	15,16
4.	6,67	25166,67	75,56
5.	6,08	25849,06	24,02
6.	6,64	25125	14,9
7.	6,34	25857,14	27,9
8.	6,15	25500	19,38
9.	6,18	25397,06	47,35
10.	6,1	25040,82	14,02
11.	5,83	25653,06	30,24
12.	6,83	25692,31	42,13
průměr	6,35	25497,92	32,31
s	0,31	273,12	18,52
min	5,83	25040,82	14,02
max	6,83	25857,14	75,56

Při porovnání naměřených výsledků t-testem (tab. 8) bylo zjištěno, že rozdíl hodnot frekvence a modulu je mezi plemeny neprůkazný. Je tedy možné potvrdit stejnou hypotézu, jak tomu bylo u měření pH, při které jsou rozdíly kvalitativních ukazatelů mezi oběma plemeny neprůkazné.



**Tabulka . 8:** Statistické vyhodnocení ukazatel bioimpedance t-testem (LW x L vs. CBU)

	<b>p</b>	<b>Výsledek</b>	<b>Vyhodnocení</b>
Frekvence	0,382	$p > 0,05$	Rozdíl je nepr. kazný
Modul	0,569	$p > 0,05$	Rozdíl je nepr. kazný

### 6.3 Statistické vyhodnocení závislosti ukazatel

Závislosti vybraných ukazatel byly vyhodnoceny dle korela ního koeficientu ( $r$ ) a koeficientu determinace ( $r^2$ ). Dále byly zpracovány do bodového grafu jednoduché lineární regrese. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tab. . 9.

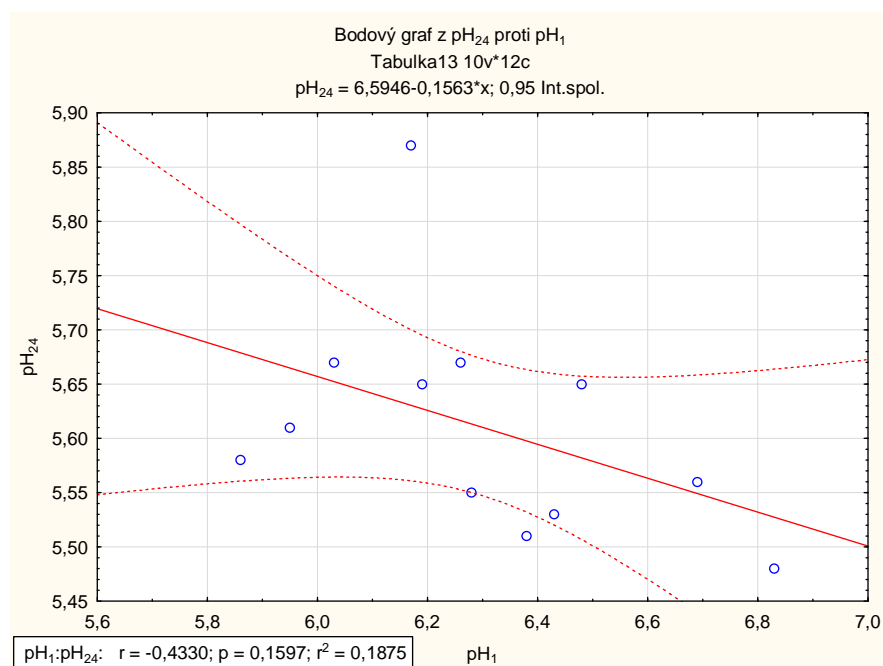
**Tabulka . 9:** Korela ní závislost vybraných kvalitativních ukazatel

	<b>Nezávislý ukazatel</b>	<b>Závislý ukazatel</b>	<b>r</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
LWx L	Teplota <sub>1</sub>	pH <sub>1</sub>	-0,33	0,1065
	pH <sub>1</sub>	pH <sub>24</sub>	-0,43	0,1875
CBU	Teplota <sub>1</sub>	pH <sub>1</sub>	-0,50	0,2510
	pH <sub>1</sub>	pH <sub>24</sub>	0,24	0,0567

#### 6.3.1 Large White x Landrase

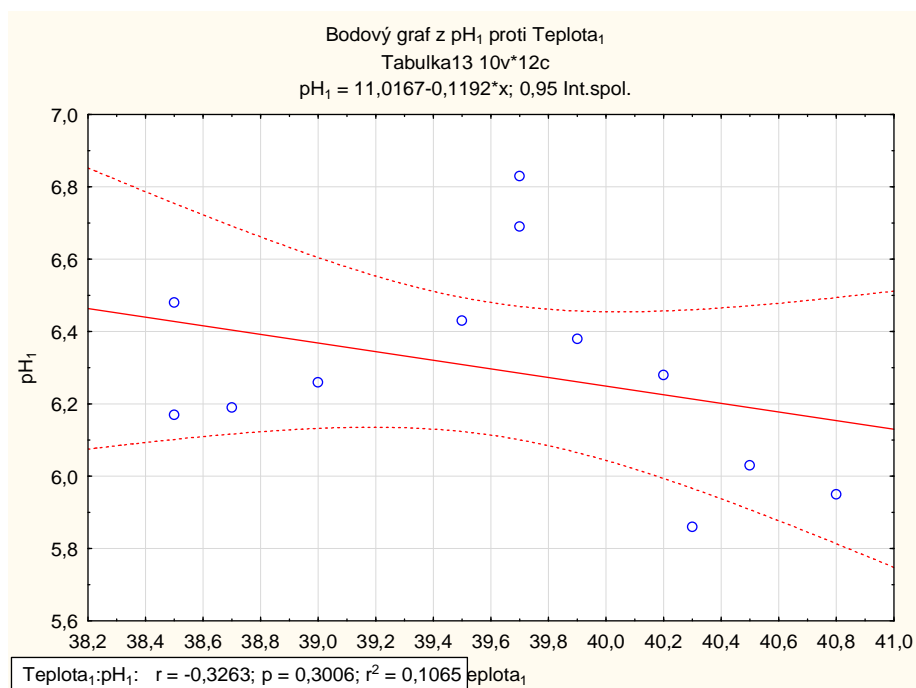
Graf . 3 znázor uje, že u linie hybrid vykazuje korela ní koeficient ( $r = -0,43$ ) st ední t snost korela ní závislosti a variabilita hodnoty pH<sub>24</sub> na hodnot pH<sub>1</sub> je z 10,65 % závislá.

**Graf . 3:** Závislost hodnoty pH<sub>24</sub> na hodnot pH<sub>1</sub>



Graf . 4 znázorňuje korelační závislost ( $r = -0,33$ ) udávající nízkou těsnost korelační závislosti mezi hodnotou pH<sub>1</sub> a teplotou. Variabilita hodnoty pH<sub>1</sub> je na teplotu závislá z 10,65 %.

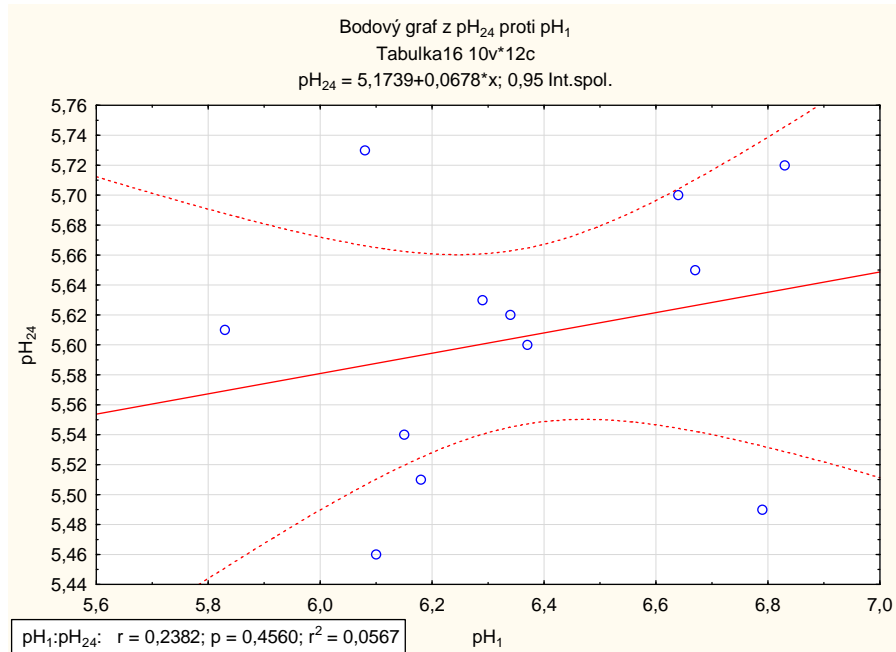
**Graf . 4:** Závislost hodnoty pH<sub>1</sub> na teplotu



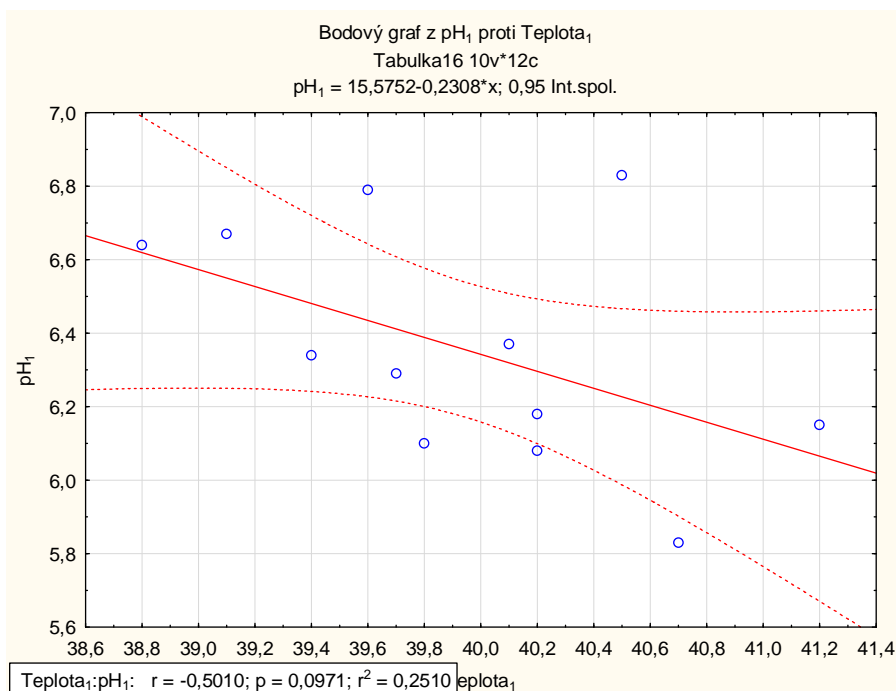
### 6.3.2 eské bílé u-lechtilé

Z grafu . 5 vyplývá, že korela ní koeficient ( $r = 0,24$ ) poukazuje na nízkou t snost korela ní závislosti. Pouze z 5,67 % je hodnota  $pH_{24}$  závislá na hodnot  $pH_1$ .

**Graf . 5:** Závislost hodnoty  $pH_{24}$  na hodnot  $pH_1$



**Graf . 6:** Závislost hodnoty  $pH_1$  na teplot



Korelační koeficient ( $r = -0,50$ ) grafu 6 vykazuje střední závislost korelační závislosti hodnot, proto je možné tvrdit, že z 25 % je hodnota  $pH_1$  závislá na teplotě.

Dle výzkumu autorů (Barbuta *et al.*, 2008; Steinhausera *et al.*, 2000 a Pipka, 1995) existuje regresivní vztah mezi vysokou teplotou a hodnotou  $pH_1$  v *post mortu*. Vyhodnocením korelačních závislostí u těchto kvalitativních ukazatelů bylo zjištěno, že nejsou tak vysoké, jak bylo očekáváno. Je možné konstatovat, že podobné závěry lze usuzovat i u závislosti  $pH_{24}$  na  $pH_1$ . Tyto výsledky lze odvodit méně přímo z testovaných zvířat.

## 7 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo posoudit a porovnat vybrané kvalitativní ukazatele vepového masa. Sledovaná zvířata pocházela z odlišných podmínek odchovu a byla porážena v podobně stejné porážkové hmotnosti elektrickým proudem.

Při statistickém vyhodnocení t-testem se výsledné hodnoty hladiny významnosti ( $p$ ) pochybovali od 0,28 do 0,884 ( $p > 0.05$ ). Nebyl tedy prokázán statisticky významný rozdíl mezi kvalitativními ukazateli dvou odlišných plemen. Dále byly hodnoceny korelační závislosti mezi vybranými kvalitativními ukazateli zvířat, jejichž výsledky byly poměrně nízké. Na základě odborné literatury byly očekávány silnější závislosti mezi těmito ukazateli. Nejvýšší výsledek vykazovala závislost hodnoty  $\text{pH}_1$  na teplotě ( $r = -0,50$ ) u českého bílého ušlechtilého prasete.

Z hlediska výskytu jakostních odchylek nevykazovala zvířata ani v jednom případě jakostní odchylku PSE, DFD nebo Hampshire faktor. Z toho vyplývá, že všechny náležitosti, zahrnující podobně porážkové zacházení se zvířaty a technologii porážení, byly provedeny správně.

Je třeba zmínit, že s ohledem na relativně nízký počet hodnocených zvířat, jsou hodnoty pouze orientační. Pro lepší posouzení rozdílů, mezi různými plemeny, je výhodnější ověřit v této podobě prasata z různých podmínek výkrmu a technik porážení.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### 8.1 ODBORNÁ LITERATURA

**Adzitey, F.,** Nurul, H.: Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences - a mini review. *International Food Research Journal*, 2011, 18: 11-20

**Altmann, M.,** Pliquett, U.: Prediction of intramuscular fat by impedance spectroscopy. *Meat Science*, 2006, 72: 666

**Asghar, P.,** Pearson, A.: Influence of ante- and post-mortem treatments on muscle composition and meat quality. *Advances in Food Research*, 1980, 26 : 53-61

**Bandall, J.R.,** Stwatland, H.j.: A review of the relationships of pH with physical aspekt of pork quality. *Meat Science*, 1988, 24: 85

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

**Boler, D.D.,** Gabriela, S.R., Yangb, H., Balsbaughb, R., Mahanc, D.C., Brewerd, M.S., McKeitha, F.K., Killefera, J.: Effect of different dietary levels of natural-source vitamin E in grow-finish pigs on pork quality and shelf life. *Meat Science*, 2009, 83 (4): 723-730

**Damez, J.L.,** Clerjon, S.: Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure .*Meat Science*, 2008, 80: 1326149

**Dinh Tran Nhat Thu** : Meat quality: Understanding of meat tenderness and influence of fat content on meat. *Science & Technology Development*, 2006, 9 : 65-70

**Fernandez, X.,** Neyraud, E., Astruc, T., Sante, V.: Effects of halothane genotype and pre-slaughter treatment on pig meat quality. Part 1. Post mortem metabolism, meat quality indicators and sensory traits of m. Longissimus lumborum. *Meat Science*, 2002, 62 (4) : 429-437

**Hovorka, F. et al.:** *Chov prasat*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1983. 536 s.

**Huff-Lonergan, E., Page, J.:** The Role of Carcass Chilling in the Development of Pork Quality. *National Pork Producers Council*, 2001, 2 : 1-8

**Huff-Lonergan, E., Lonergan S.M.:** Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes, *Meat Science*, 2005, 71: 1946204

**Chenoll, C., Betoret, N., Fito, P. J., & Fito, P.:** Application of the SAFES (systematic approach to food engineering systems) methodology to the sorption of water by salted proteins. *Journal of Food Engineering*, 2007, 83 (2): 250-257

**Ingr, I.:** *Produkce a zpracování masa*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003a. 202s. ISBN 80-7157-719-7

**Kameník, J., Jančová, B., Saláková, A.:** *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. 199s. ISBN 978-80-7305-723-7

**Katina, J., Káňa, F.:** *Hovězí a vepřové maso*. 1. vyd. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2012. 24 s. ISBN 978-80-904633-6-3

**Kristensen, L., Therkildsen, M., Aaslyng, M.D., Oksbjerg, N., Ertbjerg, P.:** Compensatory growth improves meat tenderness in gilts but not in barrows. *Journal of Animal Science*, 2004, 82: 3617-3624

**Leach, L., Ellis, M., Sutton, D., McKeith, F., Wilson, E.:** The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of Halothane Carrar and negative pigs. *Journal of Animal Science*, 1998, 74 : 934-943

**Lonergan, S.M.:** Pork Quality: pH Decline and Pork Quality. *Pork Information Gateway*, 2008: 1-3

**Nollet, L., Toldra, F.:** *Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis*. 1. vyd. USA: CRC Press, 2008. 760 s. ISBN 978-1420045314

**Offer, G.** :Modeling of the formation of pale, soft and exudativemeat ó effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science*, 1991, 30: 1576184

**Offer, G., & Knight, P.:** The structural basis of water-holding capacity in meat. Part 1: general principles and water uptake in meat processing. *Developments in meat science*, 1988a , 4: 61-171

**Offer, G., & Knight, P.:** The structural basis of water-holding capacity in meat. Part 2: drip losos.*Developments in meat science*, 1988b , 4: 1736243

**Onibi, G.E.,** Scaife, J.R., Murray, I., Fowler, V.R.: Supplementary -tocopherol acetate in full-fat rapeseed-based diets for pigs: effect on performance, plasma enzymes and meat drip loss. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2000, 80 (11): 1617-1624

**Pipek, P.:** *Technologie masa (I)*. 4. vyd. Praha:1995. 334s. ISBN 80-708-0174-3

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

**Pulkrábek, J.,** Pavlík J., Vali-, L.: Pig carcass quality and pH1 values of meat. *Czech Journal Animal Science*, 49, 2004 (1): 38642

**Rentfrow, G.,** Brewer, M.S., Car, T.R., Berger L.A., McKeith ,F.K.: The effect of feeding elevated levels of vitamin D3 and E on beef quality. *Journal of Muscle Food*, 2004, 15 (3): 205-223

**Steinhauser, L. et al.:** *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995. 664s. ISBN 80-900260-4-4

**Steinhauser, L. et al.:** *Produkce masa*. 1. vyd. Ti-nov: LAST, 2000. 464 s. ISBN 80-900260-7-9.

**Stetzer, A.,** Cadwallader, K., Singh, T.K., McKeith, F, Brawer, S.: Effect of enhancement and aging on flavor and volatile compounds in variol beef muscle, *Meat Science*, 2008, 79: 13-19

**Stupka, R.,** Týřysl, M., ítek, J.: *Základy chovu prasat*. 1. vyd. Praha: Powerprint, 2009. 180s. ISBN 978-80-904011-2-9



**Swatland, H.J.:** Optical and Electronic Methods of Measuring pH and Other Predictors of Meat Quality in Pork Carcasses. *Journal of Animal Science*, 1985, 61: 887

**Toldrá, F.:** *Handbook of meat processing*. 1. vyd. USA: Blackwell Publishing, 2010. 566s. ISBN 978-0-8138-2182-5

**Václavková, E., Rozkot, M., Dostálová, A.:** *P e-tické erostrakaté prase*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2012. 66 s. ISBN 978-80-7403-106-9

**Westphalen, A. D., Briggs, J.L., Lonergan, S.M.:** Influence of pH on rheological properties of porcine myofibrillar protein during heat induced gelation. *Meat Science*, 2005, 70: 293-299

**Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, Whittington, F.M.:** Fat deposition, fatty acid composition and meat quality. *Meat Science*, 2008, 78 (4): 343-358

## **8.2 INTERNETOVÉ ZDROJE**

**Bečková, R., Václavková, E.:** *Vepové maso je zdravé*, [online], 2002 [cit. 2015-04-20]. Dostupné na: <http://www.vepaspol.cz/soubory/vepmas.pdf>

**Gariépy C., Riendeau, L., Pettigrew, D.:** *Assessment of ham quality*, [online ], 1996 [cit. 2015-04-20]. Dostupné na: <http://www.nsif.com/conferences/1996/gariepy.htm>

**Ingr, I.:** *Atypické zrání a kafeňování masa*, [online], 2003b. [cit. 2015-04-20]. Dostupné na: <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=895>