

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality zemědělských produktů**



# **Hodnocení suroviny pro tepelně opracované masné výrobky**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Michaela Zoulová**

**Vedoucí práce: Ing. Ludmila Prokúpková, Ph.D.**

© 2013 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hodnocení suroviny pro tepelně opracované masné výrobky" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2013

---

## **Poděkování**

Ráda bych na tomto místě poděkovala své vedoucí diplomové práce, paní Ing. Ludmile Prokúpkové, Ph.D., za možnost zpracovat toto téma, za cenné rady v části teoretické a pomoc při analýzách v části experimentální. Dále patří mé poděkování panu Ing. Danielovi Waage a firmě Natura Food Additives za dodání vzorků pro má měření a pomoc při stanovování některých sledovaných parametrů, na něž nejsou školní laboratoře vybaveny. V neposlední řadě děkuji i paní Blance Dvořákové, díky jejíž asistenci jsem mohla provést stanovení obsahu dusíkatých látek.

# Hodnocení suroviny pro tepelně opracované masné výrobky

---

## Evaluation of raw material for cooked meat products

### Souhrn

Cílem práce bylo sledovat vlastnosti masa s odlišným průběhem zrání a hledání metod, jak tyto negativní vlastnosti masa odhalit a za použití vhodných aditiv, popř. technologie minimalizovat jejich dopad na kvalitu masných výrobků.

Experimentální část je založená na analýze vzorků vepřových šunek, na jejichž výrobu byla použita kromě normální i PSE svalovina a to bez i s přidavkem aditiv. Úkolem bylo zjistit, zda přidavek aditiv podporujících vaznost pozitivně ovlivňuje i ostatní vlastnosti masných výrobků, při jejichž produkci byla použita surovina s myopatií.

Laboratorní analýza ukázala, že aditivní přípravky sice zlepšují vlastnosti šunkových výrobků, ale pro spotřebitele to není dostačující.

**Klíčová slova:** tepelně opracované masné výrobky, vepřové maso, myopatie, PSE, aditiva

### Summary

The thesis is focused to observe the properties of meat with different course of ripening and search methods to detect these negative characteristics of meat and use of appropriate additives, respectively technology to minimize their impact on the quality of meat products.

The experimental part is based on the analysis samples of pork hams. For their preparation was used both normal and PSE muscle, PSE muscle without and with addition of additives. The task was to determine whether the addition of additives to support binding capacity positively affects other properties of meat products prepared from PSE meat.

Laboratory analysis showed that additive products while improving the properties of ham products but for consumers it is not sufficient.

**Keywords:** cooked meat products, pork, myopathies, PSE, additives

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Maso jako surovina .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>Význam masa ve výživě .....</b>	<b>8</b>
3.1.1	Produkce vepřového masa .....	9
3.1.2	Tržní požadavky.....	10
<b>3.2</b>	<b>Postmortální procesy .....</b>	<b>10</b>
3.2.1	Autolýza masa.....	11
3.2.2	Proteolýza masa .....	13
3.2.3	Abnormální průběh postmortálních změn masa .....	13
<b>3.3</b>	<b>Jakost masa.....</b>	<b>14</b>
3.3.1	Legislativa.....	14
3.3.2	Intravitální vlivy na jakost masa .....	17
<b>3.4</b>	<b>Jakostní vady masa .....</b>	<b>20</b>
3.4.1	Odchyšky v jakosti masa.....	20
3.4.2	Příčiny vzniku myopatií u prasat .....	24
3.4.3	Metody stanovení jakostních odchylek vepřového masa, případně náchylnosti k jejich výskytu .....	26
3.4.4	Prevence vzniku a snížení výskytu myopatií.....	34
<b>4</b>	<b>Metodika práce.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Analyzované vzorky .....</b>	<b>43</b>
4.1.1	Použité přípravky .....	43
<b>4.2</b>	<b>Použité přístroje a zařízení.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3</b>	<b>Použité chemikálie a roztoky.....</b>	<b>44</b>
<b>4.4</b>	<b>Metodika stanovení .....</b>	<b>45</b>
4.4.1	Stanovení obsahu vody pomocí vah s infračerveným zářičem .....	45
4.4.2	Stanovení obsahu vody sušením s pískem .....	45
4.4.3	Stanovení obsahu dusíkatých látek .....	46
4.4.4	Stanovení pH.....	46
4.4.5	Stanovení stupně vybarvení .....	47
4.4.6	Stanovení synereze.....	48
4.4.7	Měření textury.....	49
4.4.8	Senzorická analýza.....	50
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>51</b>
<b>5.1</b>	<b>Výsledky stanovení základních charakteristik.....</b>	<b>51</b>
<b>5.2</b>	<b>Výsledky hodnocení textury .....</b>	<b>53</b>
<b>5.3</b>	<b>Výsledky senzorické analýzy .....</b>	<b>53</b>

<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>59</b>
	<b>Internetové zdroje .....</b>	<b>64</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>65</b>
	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>66</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>67</b>

# 1 Úvod

Maso bylo součástí lidské výživy již v dobách dávno minulých. Předchůdci dnešního člověka brzy pochopili, že obsahuje látky, které se nikde jinde v přírodě nevyskytují, a stalo se rázem velice oblíbenou součástí jejich stravy. Dnes je spotřebiteli žádáno především pro svou nezaměnitelnou chuť, díky své výživové hodnotě je navíc řazeno mezi potraviny důležité pro zdravý růst a vývoj člověka.

Vysoký zájem o masné výrobky však přináší do tohoto průmyslu značné problémy. Neustálý tlak na výrobu většího množství suroviny, vede např. ke šlechtění na vyšší zmasilost, což pak negativně působí na kvalitu masa, neboť u těchto jedinců snadno dochází ke stresové zátěži, nestandardnímu způsobu zrání po porážce a následnému vzniku masa s myopatií.

Vlivem rostoucí poptávky po mase a masných výrobcích, budou zvířata šlechtitelskými metodami i nadále přizpůsobována požadavkům trhu a lze tak očekávat další nárůst faktorů negativně ovlivňujících kvalitu.

Vzhledem k množství masa, které je zatíženo vadami, není možné takovou surovinu vyřadit, ale je nutné ji zpracovat. Proto je třeba hledat možnosti eliminování negativních dopadů myopatií na kvalitu finálních výrobků.

## 2 Cíl práce

Diplomová práce je zaměřena na masné výrobky tepelně opracované, především šunky z vepřového masa, při jejichž produkci byla použita surovina s myopatií a jejím cílem je sledovat vlastnosti masa s odlišným průběhem zrání a hledání způsobů a technologií, jak negativní vlastnosti takového masa eliminovat a umožnit tím jeho použití v masné výrobě.

### Hypotéza:

Přídavek aditiv podporujících vaznost pozitivně ovlivňuje vlastnosti tepelně opracovaných masných výrobků při jejichž produkci byla použita surovina s myopatií.

## 3 Maso jako surovina

### 3.1 Význam masa ve výživě

Množství důkazů od mnoha civilizací potvrzuje, že maso divokých a domestikovaných zvířat mělo v lidské výživě významnou roli již od starověku (Belitz et al., 2009).

Člověk získával maso nejdříve jako lovec a později i jako chovatel zvířat. Možnost konzumovat maso znamenala přežívání a přežití člověka v jeho dlouhodobém vývoji, později a ještě do nepříliš vzdálené minulosti byla konzumace masa mírou zdraví a prosperity. Od 80. let minulého století je maso velmi diskutovanou potravinou ve vztahu k lidskému zdraví a to z několika aspektů. Často byl a dosud je význam masa ve výživě člověka degradován neoprávněně. Ruprich (2003) zdůrazňuje nutnost holistického přístupu k řešení problémů zdraví, výživy a životního stylu a následně znovuobjevení významu masa v evoluci výživy člověka. Libové maso, konzumované v množství odpovídajícím životnímu stylu a zdravotnímu stavu, přináší spotřebitelům i určité zdravotní výhody.

Spotřeba masa ve světě stále stoupá, ovšem velmi rozdílně v závislosti na koupěschopnosti obyvatel a na mnoha dalších faktorech. V ČR je průměrná roční spotřeba masa na jednoho obyvatele přibližně 80 kg (v hodnotě „na kosti“) a v průběhu doby se mění poměrné zastoupení druhů masa (Ingr, 2003b).



### 3.1.1 Produkce vepřového masa

Díky chuti a nutriční hodnotě představuje vepřové maso jednu z nejoblíbenějších potravin. Je důležitou součástí lidské stravy. Z hlediska výživy je považováno za velmi bohatý zdroj bílkovin, vitaminů, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek (Stupka a kol., 2008).

Jednoznačně největším producentem prasat i vepřového masa je Čína. Jak uvádí Windhorst (2012), stavy prasat zde vzrostly mezi lety 1980 a 2010 ze zhruba 300 mil. na 521 mil. jedinců., počet poražených zvířat ze 140 mil. na 677 mil. a celková produkce vepřového masa z 10 mil. tun na více než 51 mil. tun. Čína se tak díky 49,3 % produkci prasat, 49,6 % produkci a 49,8 % konzumaci vepřového masa dostala na první pozici světového vepřového průmyslu. I přesto dovoz této suroviny stále dominuje nad vývozem.

V ČR se naopak situace v početních stavech prasat a ve výrobě vepřového masa nevyvíjí v posledních letech příznivě. Zatímco v letech 1995 až 2010 se zvýšily stavy prasat ve světě o cca 7 % a ve státech EU se snížily o 6 %, v ČR byl pokles dokonce o 51%. Produkce vepřového masa se ve stejném období zvýšila v celosvětovém měřítku a v EU o 38 % a 10 %, v ČR se o 42% snížila.

Podle údajů ČSÚ se v rozmezí let 1990 až 2011 v ČR snížily stavy prasat ze 4790 na 1749 tis. (na 37 %) a výroba vepřového masa ze 740 na 341 tis. tun (na 46 %). Spotřeba vepřového masa na obyvatele se do roku 2000 snížila z cca 50 na 41 kg a na této úrovni se s malou roční variabilitou bez zřetele na snižování stavů prasat a masa udržuje doposud

(Kvapilík, 2012).

Z celkové roční spotřeby masa na osobu v ČR (81 kg), v ES (92 kg) a celosvětově (42 kg), představuje vepřové maso 54% (43,5 kg), 47% (42,7, kg) a 39% (16,4 kg). Dlouhodobé předpovědi naznačují, že produkce a konzumace vepřového masa v ES bude do roku 2013 pomalu narůstat, přibližně o 3 – 4%. V souladu s reformou společné zemědělské politiky, která je v procesu realizace, bude věnována zvýšená pozornost produkci potravin. V důsledku toho budou také narůstat na významu otázky spojené s identifikací, klasifikací a kvalitou jatečně upravených těl prasat (Kvapilík a kol., 2009).

Tabulka 1: Srovnání produkce vepřového masa v ČR a ve světě (Faostat, ČSÚ)

	2010			2012
	Svět	Čína	ČR	ČR
<b>Produkce prasat (mil.)</b>	1 375,20	677,3	1,846	1,534
<b>Produkce vepřového masa (mil. t)</b>	102,9	51,1	0,276	0,240
<b>Dovoz vepřového masa (tis. t)</b>	5 863	415	195,087	225,444
<b>Vývoz vepřového masa (tis. t)</b>	6 077	278	35,111	37,856

### 3.1.2 Tržní požadavky

Maso jako symbol prosperity či životní úrovně je spotřebiteli nazíráno z několika hledisek. Základní podmínkou uvedení masa na trh je jeho zdravotní nezávadnost. Tržní úspěšnost masa a masných výrobků je ovlivňována mnoha faktory, zejména jeho kvalitou a cenou. Významnými složkami kvality masa jsou jeho senzorycké, kulinární a technologické vlastnosti. Ty se poměrně dynamicky vyvíjejí v průběhu postmortálních biochemických změn svaloviny a její přeměny v maso (Ingr, 2003).

## 3.2 Postmortální procesy

Maso jatečných zvířat je složitým a dynamickým biologickým systémem, ve kterém probíhá řada postmortálních biochemických procesů. Souhrnně je označujeme jako zrání masa, při němž maso nabývá požadovaných senzoryckých, technologických a kulinárních vlastností. Postmortální procesy jsou zahájeny okamžikem usmrcení jatečného zvířete a zahrnují soubor biochemických proměn a dějů, kterými se svalovina poraženého zvířete transformuje v maso (Steinhauser, 1995).

Po usmrcení zvířete nastane přerušování krevního oběhu a přívodu kyslíku. V důsledku toho začínají ve svalech převládat anaerobní pochody, vzniká kyselina mléčná (Pipek a Pour, 1998).

Vzhledem k tomu, že po přerušování krevního oběhu chybí transport kyseliny mléčné do jater k resyntéze, ubývá rychle zásob glykogenu, zároveň se hromadí kyselina mléčná ve svalu a způsobuje okyselování. Tento proces pokračuje až do dosažení pH, při němž jsou

inaktivovány příslušné glykolytické enzymy. U normálního svalu je však obsah glykogenu zcela vyčerpán (Pipek, 1995).

### 3.2.1 Autolýza masa

Steinhauser (1995) popisuje autolýzu, tedy samovolný rozklad, jako biologické děje, které jsou katalyzované enzymy přirozeně obsaženými ve svalových tkáních.

Uvedené změny probíhají ve čtyřech stádiích, přičemž první dvě, *pre-rigor* a *rigor mortis*, lze shrnout pod pojem posmrtné ztuhnutí.

Tento název vystihuje výsledný sensorický projev, kdy svalová tkáň poraženého zvířete ztuhne. Od okamžiku porážky až do dosažení posmrtné ztuhlosti svalové tkáně v ní probíhají dva základní pochody – odbourávání hlavních energetických složek svalu za jeho postupného okyselování a změny v konformaci bílkovin, projevujících se postupným ztuhnutím masa a snížením jeho schopnosti poutat vodu (Ingr, 2004).

#### 3.2.1.1 Prae rigor

Období před rigorem mortis. V okamžiku smrti je ve svalovině maximální obsah glykogenu a ATP, hodnota pH leží v neutrální oblasti (6,9 až 7,2). V této době je i nejvyšší vaznost. Usmrcením zvířete je zastaven přísun kyslíku do svalu, zároveň vzhledem k chybějícímu krevnímu oběhu nemůže být obsah glykogenu doplňován resyntézou v játrech, dosavadní aerobní pochody, zejména získávání makroenergetických vazeb adenosintrifosfátu v cyklu kyseliny citrónové, jsou omezeny. Místo toho nastupují pochody anaerobní glykolýzy, které neposkytují tak bohatý přísun energie ve formě ATP, který je postupně odbouráván ATPázou vázanou na myosinu. Současně dochází ke kontrakci svaloviny (teleskopickému zasouvání vláken aktinu a myosinu do sebe). Velmi rychle se vyčerpají zásoby glykogenu, který se přeměňuje na kyselinu mléčnou, čímž se maso postupně okyseluje, pH klesá z neutrální oblasti blízko izoelektrického bodu, kolem 5,5. Maso se v tomto období označuje jako “teplé“, což však nesouvisí s jeho teplotou, nýbrž biochemickým stavem s uchovaným vysokým obsahem ATP (Čepička a kol., 1995).

#### 3.2.1.2 Rigor mortis

Poklesne-li koncentrace ATP pod určitou hladinu (20%), nestačí se již udržovat aktin a myosin v disociovaném stavu a irreverzibilně se spojí. Vzniká tzv. aktinomyosinový komplex a nastává posmrtná ztuhlost (Pipek, 1993).

Maso v tomto stádiu má nízké pH v důsledku vytvoření kyseliny mléčné, oxidu uhličitého (doběh Krebsova cyklu) a kyseliny fosforečné z ATP. Vzájemnou vazbou aktinu a myosinu jsou zablokovány funkční hydrofilní skupiny a navíc poklesem pH dochází ke snížení disociace těchto funkčních skupin. Prakticky se to projevuje sníženou schopností masa vázat vodu. Maso je tedy ve stádiu rigor mortis zcela nevhodné jak pro kulinářskou úpravu (je neobyčejně tuhé), tak i pro masnou výrobu (špatně váže vodu a dochází ke značným hmotnostním ztrátám). V tomto stavu se maso špatně zpracovává, klade velký odpor nožům mēlnících zařízení, což vede k ohřevu, denaturaci bílkovin a dalšímu snížení vaznosti (Čepička a kol., 1995).

### 3.2.1.3 Zrání masa

Třetí fází posmrtných změn je zrání masa, kdy se postupně uvolňuje ztuhlost svalu, zlepšuje se vaznost, mírně roste pH a výrazně se zlepšují organoleptické vlastnosti.

Uvolnění rigor mortis a tím zvýšení křehkosti masa, souvisí fragmentací myofibril zejména proteolýzou myofibrilárních bílkovin. Uplatňují se přitom vlastní proteázy svalové tkáně i proteázy mikrobiální. K uvolňování ztuhlosti však přispívá i skutečnost, že nahromaděné anorganické fosfáty (vzniklé štěpením ATP) způsobují disociaci aktinu a myosinu podobně jako ATP. Dochází i ke štěpení kolagenu.

Změny, k nimž dochází během zrání, lze shrnout takto:

- zvyšuje se pH, nedosahuje však již původní hodnoty;
- vaznost opět roste, nedosahuje však již úrovně teplého masa;
- křehkost masa stoupá;
- zvyšuje se rozpustnost bílkovin;
- vytváří se žádoucí chutnost (vliv rozpadu nukleotidů)

(Pipek a Pour, 1998)

U hovězí svalové tkáně dochází k uvolnění posmrtné ztuhlosti obvykle 2- 3 dny po porážce. Od této chvíle se maso opět stává měkké a křehké. Další zrání masa pro zlepšení křehkosti a vytvoření příslušného aroma vyžaduje různě dlouhou dobu závislou především na teplotě. Při teplotě kolem 3 °C (-1 °C až +7 °C) by mělo zrát drůbeží maso alespoň 36 hod., vepřové 60 hod., telecí 7 a hovězí 14 dní.

Kromě druhu ovlivňuje dobu zrání i stáří zvířat a uvolňování enzymů. S narůstajícím věkem je pozorován mírný nárůst pH, zvyšuje se vodní jímavost a snižují se ztráty tekutin při tepelné úpravě masa (Belitz et al., 2009).

#### 3.2.1.4 Hluboká autolýza

Zrání masa přechází při delším skladování v hlubokou autolýzu, což je děj již vysloveně nežádoucí. Dochází k hlubokému rozkladu bílkovin až na oligopeptidy a aminokyseliny, maso získává nepříjemnou chuť a aroma, nastává hydrolyza tuků. K tomu často přistupuje i mikrobiální napadení a zkáza (Kadlec a kol., 2009).

#### 3.2.2 Proteolýza masa

Proteolýza masa je postmortálním procesem, který probíhá souběžně s autolýzou od okamžiku porážení zvířete, má však opačnou dynamiku. Zatímco autolytický proces se ubývá aktivita nativních enzymů zpomaluje, proteolýza postupně nabývá na intenzitě.

Příčinou proteolýzy jsou mikroorganismy a jimi produkované mikrobiální proteolytické enzymy (Steinhauser, 1995).

#### 3.2.3 Abnormální průběh postmortálních změn masa

Vlivem vnitřních i vnějších faktorů mohou probíhat autolytické procesy ve svalovině a v mase abnormálně (odlišně, atypicky) a výsledný produkt má odlišné vlastnosti od normálního masa. Změněná jakost masa se projevuje v různé intenzitě a postihuje zejména sensorické, technologické a kulinární vlastnosti masa. Zdravotní nezávadnost masa je zachována resp. není dotčena. Podle Ingra (2003a) jsou hlavní jakostní vady masa vzniklé abnormálním průběhem autolýzy tyto:

- **PSE maso** (z angl. pale, soft, exudative, tedy bledé, měkké a vodnaté)
- **DFD maso** (z angl. dark, firm, dry, tedy tmavé, tuhé a suché; dříve byla tato vada označována jako DCB - dark cutting beef, tedy hovězí maso tmavé na řezu)
- **Cold shortening** (chladové zkrácení)
- **Hampshire faktor** (zvláštní obdoba PSE)

### 3.3 Jakost masa

#### 3.3.1 Legislativa

Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR č. 169/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 326/2001 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), g), h), i) a j) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, ve znění vyhlášky č. 264/2003 Sb.

##### 3.3.1.1 Masné výrobky

Masem pro výrobu masných výrobků se rozumí kosterní svalovina jednotlivých živočišných druhů savců a ptáků určených k výživě lidí, která nebyla prohlášena za nevhodnou k lidské spotřebě podle přímo použitelného předpisu Evropských společenství.

Tabulka 2: Členění masných výrobků (Příloha k vyhlášce č. 326/2001 Sb.)

Druh	Skupina
masný výrobek	tepelně opracovaný
	tepelně neopracovaný
	trvanlivý tepelně opracovaný
	trvanlivý fermentovaný
	masný polotovar
	kuchyňský masný polotovar
	konzerva
	polokonzerva

##### 3.3.1.2 Požadavky na jakost

- Maso pro výrobu masných výrobků je maso s přirozeně obsaženou nebo přilehlou tkání, u kterého celkový obsah tuku a pojivové tkáně nepřekračuje hodnoty

stanovené v tabulce 3. Za součást kosterní svaloviny se považují rovněž bránice a žvýkácí svaly. Použití této definice se vztahuje pouze na označování masa jako složky obsažené v masném výrobku a nevztahuje se na označování masa podle přímo použitelných předpisů Evropských společenství.

- Při nakrojení masných výrobků nesmí u nich docházet k uvolňování vody nebo tuku. Vložka masného výrobku nesmí vypadávat z nákroje. V nákroji nesmí být cizí části, které netvoří součást složení masného výrobku, a otisky razítek. V nákroji nesmí být nezpracované části, tuhé kůže a kolagenní části, shluky koření nebo jiných složek, pokud nejsou charakteristickým znakem výrobku.
- Povrch masných výrobků nesmí být oslzlý, lepkavý, netypicky svraštělý nebo porostlý plísní, pokud se nejedná o ušlechtilé druhy plísní charakteristické pro daný výrobek, ani jinak narušený. Chuť masného výrobku musí být typická pro daný výrobek, nesmí vykazovat cizí příchutě nebo příchut' po narušené surovině.

Tabulka 3: Nejvyšší obsah tuku a pojivové tkáně v mase určeném jako složka při výrobě masných výrobků (Příloha k vyhlášce č. 326/2001 Sb.)

<b>Druh</b>	<b>Obsah tuku (% hmot.)</b>	<b>Obsah pojivových tkání (% hmot.)</b>
maso savců s výjimkou králičího a vepřového a směsi druhů mas s převahou masa savců	25	25
<b>maso vepřové</b>	<b>30</b>	<b>25</b>
maso drůbeží a králičí	15	10

### 3.3.1.2.1 Požadavky na jakost a složení vybraných masných výrobků

Tabulka 4: Požadavky na složení a smyslové požadavky na šunky (Příloha k vyhlášce č. 326/2001 Sb.)

<b>Třída jakosti</b>	<b>Charakteristika</b>	<b>Smyslové požadavky</b>
nejvyšší jakosti	obsah čistých svalových bílkovin – nejméně 16,0 % hmotnostních použití barviv, vlákniny, škrobu, rostlinných a jiných živočišných bílkovin se nepřipouští	a) konzistence – v uceleném kusu pevná, soudržná; plátky se nesmějí oddělovat na jednotlivé svaly, u sterilovaného výrobku v konzervě povoleno proměnlivé množství aspiku b) vzhled v nákreji – výrobek na řezu barvy odpovídající druhu použitého masa, jednotlivé svaly patrné a spojeny drobně rozpracovanou svalovinou;
výběrová	obsah čistých svalových bílkovin – nejméně 13,0 % hmotnostních použití barviv, vlákniny, škrobu, rostlinných a jiných živočišných bílkovin se nepřipouští	ojedinelá menší ložiska tuku na řezu přípustná, rovněž přípustné menší dutinky, vyplněné např. aspikem c) vůně a chuť – typická pro šunku, přiměřeně slaná, lahodná, výrobek na skusu v tenkých plátcích křehký
standardní	obsah čistých svalových bílkovin – nejméně 10,0 % hmotnostních	

### 3.3.1.3 Technologické požadavky

- U tepelně opracovaných masných výrobků musí být tepelně opracován celý výrobek tak, aby bylo zajištěno dostatečné tepelné opracování všech složek výrobku.



- Šunka z vepřového masa musí být vyrobena z vepřové kýty, u třídy nejvyšší jakosti a třídy výběrové z vepřové kýty celosvalové, u třídy standardní lze použít vepřovou kýtu zrněnou.

Tabulka 5: Technologické požadavky na tepelně opracované masné výrobky (Příloha k vyhlášce č. 326/2001 Sb.)

Druh	Skupina	Charakteristika a technologické požadavky
masný výrobek	tepelně opracovaný	výrobek, u kterého bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícímu působení teploty plus 70 °C po dobu 10 minut

### 3.3.2 Intravitální vlivy na jakost masa

Všechny vlivy uplatňující se při produkci masa u jatečných zvířat za jejich života – *intra vitam* – jsou označovány jako intravitální. Z hlediska hodnocení a posuzování masa jsou nejvýznamnější především vlivy ovlivňující jakost masa, měnící jeho vlastnosti a působící na jeho zdravotní a hygienickou nezávadnost a biologickou hodnotu (Steinhauser, 1995).

#### 3.3.2.1 Vliv genetické predispozice

Z hlediska produkce masa je cílem genetického šlechtění především zvyšování jatečné výtěžnosti a jatečné hodnoty hospodářských zvířat. Ideálem je takové složení těla jatečného zvířete, které poskytuje maximální podíl svalstva, optimální podíl tuku, minimum kostí a jatečného odpadu.

Poměr masa, tuku a kostí u jatečných zvířat do značné míry závisí na genetických vlivech. Genotyp jedince spolu s faktory prostředí kontroluje růst a posloupnost vývoje jednotlivých tkání a určuje tak jejich vzájemný poměr, období jejich maximálního růstu a ranost (Steinhauser, 1995).

#### 3.3.2.2 Vliv živočišného původu

Jednotlivé živočišné druhy mají rozdílné chemické složení a poměrné zastoupení tkání v jatečném těle. V důsledku toho se liší i vlastnosti masa různých živočichů. Rozdílný je

zejména obsah tuku (resp. tukové tkáně), poměr svaloviny a pojivových tkání, křehkost masa, barva (obsah hemových barviv) a vaznost, rozdílná je i specifická chuť a aroma.

#### 3.3.2.2.1 Charakteristika vepřového masa

Vepřové maso mladých, dobře protučnělých zvířat je jemně vláknité, bledě červené až růžově červené nebo bělavě šedé, konzistence přiměřeně měkká. Maso je tukem silně prorostlé a obrostlé. Starší zvířata mají maso tmavě červené, hruběji vláknité, pevné, chudé tukem. Vařené vepřové maso je bledě šedé, kdežto u všech ostatních jatečných zvířat je tmavě šedohnědé. Pach je označován jako specifický se slabě nasládlou složkou (Steinhauser, 1995).

#### 3.3.2.3 **Vliv plemenné příslušnosti**

Plemenná příslušnost ovlivňuje jakost masa především prostřednictvím užítkovosti a dalších genetických dispozic plemene. U prasat rozlišujeme plemena s užítkovostí masnou, masosádelnou, sádelnomasnou a sádelnou.

#### 3.3.2.4 **Vliv pohlaví zvířat**

Vliv pohlaví na jakost je dán zejména rozdílným temperamentem a rozdílnou intenzitou metabolických procesů u samců a samic. Maso samic obsahuje obecně více tuku než maso samců. Zvláštní kategorií jsou kastráti. Kastrace se praktikuje zejména u kanců pro omezení kančího pachu. Kastrace býků má význam z hlediska křehkosti masa (Kadlec a kol., 2009).

#### 3.3.2.5 **Vliv růstu a věku zvířat**

S věkem zvířete se mění chemické složení masa, zvyšuje se obsah barviv a extraktivních látek, které pozitivně působí na barvu i chuť, stoupá také obsah bílkovin a minerálních látek. Obsah vody naopak klesá.

Různá je i dynamika růstu jednotlivých tkání. Svalovina roste nejintenzivněji v období dospívání. Nejvhodnější doba porážky nastává v okamžiku tzv. jatečné zralosti, kdy dochází k ukončení jejího vývoje a nárůstu produkce a ukládání depotního tuku, který jakost masa zhoršuje.

### 3.3.2.6 Vliv způsobu chovu

Z hlediska způsobu chovu můžeme zvířata dělit na pasená a ustájená. Možnost ustájení zlepšuje intenzitu výkrmu, produktivitu práce i celkovou péči o zvířata, ale omezuje jejich biologické potřeby, což vyvolává u zvířat stres, který se může podepsat na zdravotním stavu, užitkovosti i jakosti jatečných produktů. Pasená zvířata žijí blíže svým přírodním podmínkám, mají více pohybu, díky čemuž jsou odolnější vůči fyzické únavě i stresu a tím pádem i výskytu vad masa jako jsou PSE a DFD.

### 3.3.2.7 Vliv výživy

Při sestavování krmné dávky se musí vycházet i z rozdílného trávení jednotlivých zvířat. Velký podíl krmiv tvoří krmné směsi sestavované z jednotlivých složek. Při jejich výrobě se vychází z nároku na výživu v jednotlivých fázích výkrmu. Jednostranné krmení vede vždy ke zhoršení jakosti masa nebo tuku (Kadlec a kol., 2009).

### 3.3.2.8 Vliv zdravotního stavu

Hmotnostní přírůstky jatečných zvířat i jakost masa jsou významně ovlivňovány zdravotním stavem zvířat během výkrmu i v okamžiku příhonu na jatka. Horečnatá onemocnění zvířat znamenají urychlení metabolismu, snížení obsahu nutričně cenných látek a rovněž zhoršení organoleptických vlastností masa (maso je hydremické). Cévy mají vyšší lomivost, takže dochází k častějším krevním výronům do svaloviny. Nemocná zvířata se hůře vykrvují, což vede ke snížení tržnosti, navíc u nich dochází k průniku mikroflóry trávicího traktu do svaloviny, takže maso může být zdravotně závadné (Pipek, 1995).

### 3.3.2.9 Vliv předporážkové manipulace

Zvířata určená k porážení by měla být ve velmi dobrém fyzickém i psychickém stavu. Měla by být správně krmena, mít dostatek pitné vody, přiměřenou teplotu ve stájích a dostatek čerstvého vzduchu (Steinhauser a kol., 2000).

Bečková (1997) uvádí, že velký vliv na kvalitu masa mají také délka transportu a klimatické podmínky během přepravy. 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 produkcí energie. Vozidla musí

mít proto důkladné větrání a musí být dodržována ložná plocha na jedno zvíře 0,5 m<sup>2</sup>. Výskyt PSE masa se zvyšuje zvláště po krátkých transportech, protože při delším se část zvířat adaptuje k podmínkám, popřípadě zregeneruje.

### 3.4 Jakostní vady masa

Průběh autolýzy a proteolýzy svaloviny či masa jatečných zvířat popsany v kapitole 3 je považován za normální. Počítá se s ním při získávání, ošetřování, skladování a zpracování masa. Dobrou znalostí a řízením postmortálních změn masa lze dosáhnout výrobní jistoty a tím požadované ekonomiky a kvality výroby.

Někdy se však průběh postmortálních procesů odchýlí od normálu a to z různých příčin, v různém rozsahu a v rozličné intenzitě. Výsledkem abnormálního průběhu postmortálních změn ve svalovině poražených zvířat jsou odchylky v jakosti masa (Steinhauser, 1995).

#### 3.4.1 Odchylky v jakosti masa

Rozdíly oproti normálnímu masu jsou především v průběhu změn hodnoty pH, které buď prudce klesá hned po smrti zvířete a dosahuje nižších hodnot než u normálního masa (PSE maso), nebo naopak k tomuto poklesu téměř vůbec nedojde (DFD maso).

Nejčastějšími faktory způsobujícími stres a vznik myopatií je genetická dispozice zvířat, způsob chovu, přeprava, hladovění, předporážkové ustájení a vylučnění, doba pobytu na jatkách a jatečná technologie (Pipek, 2003).

##### 3.4.1.1 PSE

PSE maso se vyznačuje tím, že u něj došlo k prudkému poklesu pH (viz. Obrázek 1) a tento pokles je hluboký. Důležité je, že pokles pH nastává v době, kdy je v mase ještě vysoká teplota, takže dochází k částečné denaturaci bílkovin (Pipek a Pour, 1998).

Důvodem vzniku anomálie je zúžení krevních cest během porážky, rychle se tvořící kyselina mléčná neodtéká krví, ale hromadí se ve svalech. Celý proces je tak rychlý, že během 2 hodin se pH masa snižuje na hodnotu až 5,4. To se děje v době, kdy je teplota svalů maximální, tj. asi 40 - 42 °C (Dvořák, 1987).

Oba jevy, hluboký pokles pH i denaturace, vedou k tomu, že maso má výrazně nižší vaznost vody, tkáň je měkká, uvolňuje velké množství vody, což je nežádoucí z hlediska technologického i ekonomického (Pipek a Jirotková, 2001).

Negativně je hodnocena i jeho bledá barva, což je dáno jednak nižším obsahem myoglobinu následkem většího zastoupení bílých svalových vláken, jednak změněnou hydratací svalových vláken. Barva PSE masa je nejen světlejší, ale má i šedozelený odstín (Steinhauser, 1995).

PSE maso je pro kulinární úpravu nevhodné, protože se spéká. V masné výrobě způsobuje obtíže zejména vzhledem k nízké vaznosti a vysokým ztrátám při tepelném opracování. O jeho použití lze uvažovat při výrobě fermentovaných salámů, kde snížená vaznost a nízké pH jsou vhodné pro sušení a pro zajištění údržnosti. I zde však lze používat jen v omezené míře (Pipek a Jirotková, 2001).

Jakostní odchylka se týká především masa vepřového.

Lze odhadnout, že 10 až 20 % u nás produkovaného vepřového masa vykazuje vadu PSE v různé intenzitě projevu.

Souvisí to s intenzivním šlechtěním prasat na vyšší zmasilost, v němž bylo v relativně krátké době dosaženo vynikajících výsledků (jatečně upravená těla prasat třídy S systému SEUROP obsahují více než 60 % libové svaloviny). Ostrou selekcí prasat na vysokou zmasilost a nedostatečnou adaptací zvířat na dosažené změny došlo k biologickým změnám v organismu prasat, které měly za následek zvýšení citlivosti vyšlechtěných prasat na stres.

Analogie PSE byly literárně zmíněny i u vysoce zmasilého skotu (belgické bílo-modré plemeno) a drůbeže (brojlerové krůty, brojlerová kuřata), ale nejsou dosud pocíťovány a uváděny jako prakticky závažný problém (Ingr, 2003a).

#### 3.4.1.2 DFD

DFD maso má vlastnosti opačné než PSE a bývá častější u masa hovězího, zejména z býků (Pipek a Pour, 1998).

U tohoto masa dochází k velmi malému poklesu pH (24 hod po porážce je pH vyšší než 6,2), v důsledku toho má maso vysokou vaznost, tkáň je tuhá a vzhledem k dobré vaznosti působí maso suchým dojmem. Barva masa je ve srovnání s normálním masem tmavší. DFD maso má vzhledem k vysoké hodnotě pH omezenou údržnost (Pipek, 1993).

Názory na použitelnost DFD masa pro kulinární účely jsou rozdílné. Při tepelném opracování se uvolní málo šťávy, proto bývá po krátkodobém záhřevu šťavnaté a křehké. Negativně však bývá hodnocena nevýrazná chuť a aroma. Problémem je také již zmíněná nižší (téměř poloviční) údržnost, která omezuje distribuci masa.

Vzhledem k vysoké vaznosti je DFD maso vhodné k výrobě měkkých salámů. Do uvedených výrobků může být použito i ve směsi s PSE masem, kompenzují se tak negativní. Pro výrobu fermentovaných salámů je DFD nevhodné vzhledem k vysoké hodnotě pH i vysoké vaznosti, což znesnadňuje sušení i průběh zrání (Pipek a Jirotková, 2001).

Základní příčinou této vady je přílišné fyzické zatížení a vyčerpání zvířete těsně před porážkou. Typickým příkladem je společné předporážkové ustájení býků z vazného, tedy individuálního, výkrmu. V takovém případě dojde k intenzivním soubojům zvířat o vedoucí pozici ve skupině. U vyčerpaných zvířat se glykogen ve svalech snížil k nulové hladině a vzniklá kyselina mléčná byla ze svaloviny odvedena krevní cestou (Straka a Malota, 2006).

Tabulka 6: Shrnutí událostí vedoucích ke vzniku PSE a DFD masa (Warriss, 2010).

<b>PSE</b>	<b>DFD</b>
Akutní stres	Chronický stres
Rychlé počáteční okyselení	Pokles glykogenu
Nízká počáteční hodnota pH	Vysoké konečné pH
Denaturace bílkovin	Bílkoviny nejsou denaturovány
Nízká vododržná kapacita	Vysoká vododržná kapacita
Ztráta vázané vody	Vody držena proteiny
Svalová vlákna oddělena	Vlákna pevně spojena
Velký extracelulární prostor	Malý extracelulární prostor
Vysoký rozptyl světla	Nízký rozptyl světla
Povrch působí bledě	Povrch tmavý
Nízké pH podporuje oxidaci Mb	Difuze O <sub>2</sub> inhibována uzavřenou strukturou
Maso vypadá méně červené	O <sub>2</sub> spotřebováván vysokou aktivitou cytochromu

### 3.4.1.3 RSE

RSE maso způsobuje hospodářské škody na základě nižší vaznosti masa. Tuto odchylku jde objektivně zachytit až v pozdní postmortální době použitím metod jako je měření ztráta masové šťávy okapem. 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 a kol., 2009)

#### 3.4.1.4 PNF

Jako přechodnou formu k PSE lze interpretovat odchylku PFN. U této vady bylo zjištěno nižší  $\text{pH}_{45}$  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 a kol., 2009)

#### 3.4.1.5 Cold shortening – zkrácení svalových vláken chladem

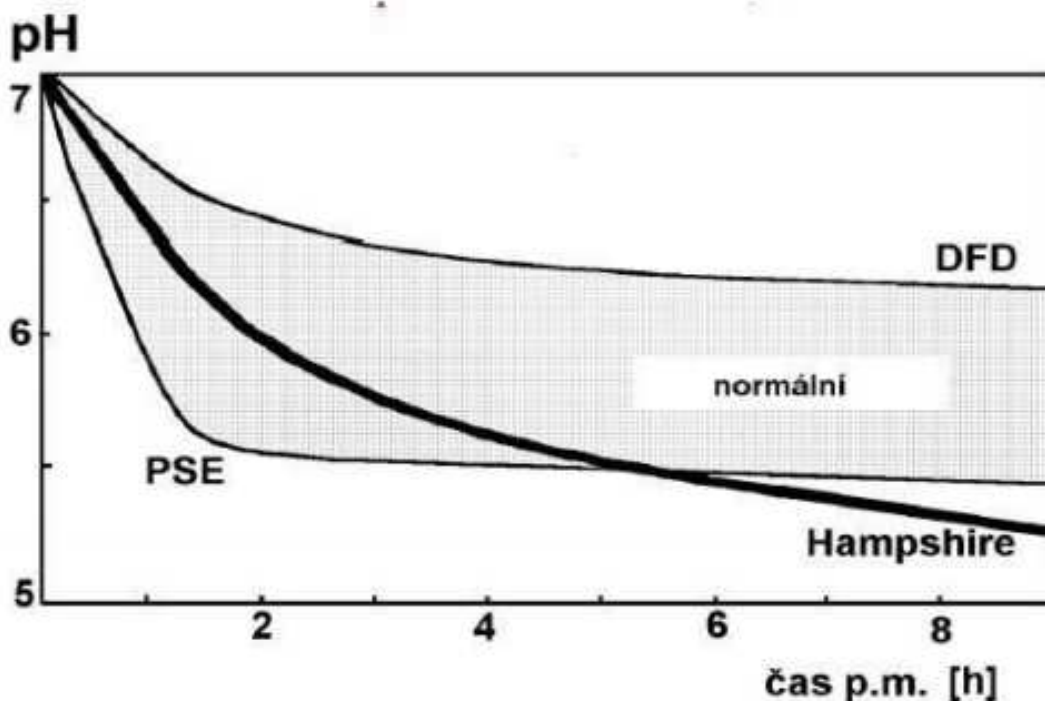
Problém vznikl se zaváděním ultrarychlého nebo šokového chlazení jatečně zpracovaných zvířat ve snaze snížit hmotnostní ztráty i ve snaze zlepšit hygienu chladírenského skladování. Tyto způsoby chlazení byly příliš rychlé, zchladily maso před nástupem rigor mortis a tak došlo k silné a nevratné svalové kontrakci. Maso je pak příliš tuhé, což nelze změnit ani dalším průběhem zrání ani tepelnou kulinární úpravou. K jakostní vadě masa tedy dochází, je-li zchlazeno pod  $10^{\circ}\text{C}$  před rigorem mortis. Prevence spočívá v regulaci rychlosti chlazení, tzv. kondicionáním. Další možností prevence je tzv. elektrostimulace poražených zvířat. Elektrostimulace střídavým nebo stejnosměrným proudem vyvolá velmi rychlou degradaci glykogenu a ATP, *rigor mortis* nastoupí velmi rychle a umožní intenzivní další chlazení. Tato vada masa je vyřešena a nezpůsobuje v praxi větší problémy (Ingr, 1996).

#### 3.4.1.6 Hampshire faktor

Jedná se o zvláštní případ vady masa, kdy průběh posmrtných změn je sice normální, avšak v důsledku vysoké počáteční hodnoty glykolytického potenciálu dojde k hlubokému okyselení, takže se maso svými vlastnostmi podobá PSE masu (Pipek a Jirotková, 2001).

Projev Hampshire faktoru se odvozuje z hodnoty  $\text{pH}_{24}$  menší než 5,4, což je provázeno zhoršenou vazností a světlejší barvou masa, ještě výraznější než u vady PSE (Ingr, 1996).

Obrázek 1: Průběh pH u normálního, PSE, DFD a „Hampshire“ masa (Pipek a Jirotková, 2001)



### 3.4.2 Příčiny vzniku myopatií u prasat

Faktory, které v současné době ovlivňují kvalitu masa spadají do tří časových období: na farmě, před porážkou a po smrti. Vrozené faktory nebo způsob chovu byly považovány za nejdůležitější, ale moderní výrobní systémy ukazují, že větší význam a důležitost má zacházení se zvířaty před a po smrti (Warriss, 2010).

#### 3.4.2.1 Genetický vliv

Extrémní a jednostranné šlechtění prasat na vysoký podíl libového masa v jatečném těle vedlo ke zvýšení jejich citlivosti vůči stresu a současně k vysokému výskytu nežádoucích vad masa, především PSE.

U prasat s vyšší citlivostí vůči stresům se mohou projevit dva syndromy, a sice MH (syndrom maligní hypertermie) nebo PSS (prasečí stresový syndrom), které jsou geneticky podmíněné a manifestují se při stresové zátěži. (Schneiderová, 1993).

Zatímco syndrom PSS je charakterizován akutní smrtí v důsledku přirozených stresorů, jako jsou manipulace se zvířaty, jejich přeprava, vysoká okolní teplota, vzájemné



souboje nebo např. porod, syndrom MH je naopak onemocněním farmakogenetickým vyvolaným reakcí na působení látky chemické povahy (Mitchell et. Heffron, 1982).

Mutace PSS je první genetické onemocnění se značným molekulárním základem a identifikovanou mutací. Byla poprvé zjištěna u prasat plemene pietrain v Belgii. Selekcí na extrémní osvalení se začala šířit celosvětově v intenzivních chovech prasat, dokud nedosáhla téměř epidemického charakteru (Straw et al., 2003).

#### 3.4.2.1.1 Gen podmiňující stresovou citlivost

Stresová citlivost prasat je řízena recesivním genem umístěným v autosomálním loku HAL s alelami N a n, vykazujícím neúplnou penetraci. Někdy se také uvádí jako zodpovědný za stres mutantní gen ryanodin receptoru nebo také MH gen, gen maligní hypertermie.

Ve vztahu ke stresové citlivosti existují tři genotypy:

- $H^{nn}$  – prasata vůči stresu citlivá
- $H^{Nn}$  – nositelé genu stresové citlivosti
- $H^{NN}$  - prasata odolná vůči stresu

Rozsáhlý společný výzkum uskutečněný v Lacombe a v Dánsku ukázal, že prasata s genotypem  $H^{nn}$  produkují 86%, s genotypem  $H^{Nn}$  60% masa PSE a  $H^{NN}$  PSE maso neprodukuje (Schneiderová, 1993).

#### 3.4.2.2 **Stresové faktory**

Stresové faktory jsou faktory vyvolávající stresovou citlivost na nejrůznější podněty a dají se do značné míry ovlivnit a eliminovat vytvořením vhodných životních podmínek, nebo-li zajištěním welfare zvířat.

Pojem welfare je poměrně těžké definovat přesně. Jedná se o fyzickou i psychickou pohodu zvířat, kde fyzická znamená zdraví zvířete, ale u psychické je mnohem složitější určit, zda je zvíře se svým prostředím spokojené či nikoliv (Warriss, 2010).

Zvládnout fyzické welfare je tedy jednodušší. Většinu aspektů je možné lehce kvantifikovat a je zřetelnější pro chovatele i veterináře. Velké množství požadavků na dobré fyzické welfare úzce souvisí s dobrými biologickými a ekonomickými podmínkami prasat. Paří mezi ně kromě zdraví také adekvátní krmění a vhodné ustájení. Tyto faktory nezajišťují prasatům jen pohodu v prostředí, které nezpůsobuje viditelná traumata, ale představují také

příslušný fyzický komfort, otázku podestýlky, teplotu ustájovacích prostor a cirkulaci vzduchu. Do psychologického welfare patří problematika strachu (z prostředí, z lidí, z ostatních prasat), kontrola potřeby anebo volby životního prostředí a behaviorální požadavky (Straw et al., 2003).

Světová organizace na ochranu zvířat (WSPA) slaví historicky poprvé zahrnutí welfare zvířat do nově zavedeného ISO Standardu 26000. Nové pokyny Mezinárodní organizace pro standardizaci (ISO), ISO 26000, jsou mezinárodně uznávané standardy sociální odpovědnosti pro všechny organizace, veřejný, soukromý nebo třetí sektor (Fleischwirtschaft. 27 (6), 7.).

Kromě způsobu chovu je důležité také zacházení se zvířaty před a během porážky.

Již při přepravě jsou zvířata vystavena silnému psychickému i fyzickému zatížení, při němž může dojít k vyčerpání zásob energie a vzniku DFD masa i u jinak odolných zvířat. Kromě šetrné manipulace je možné přepravní stres omezit také vyláčením, ideálně 12 hodin před porážkou. Důležitá je i následná doba předporážkového ustájení (1- 3 hodiny), kdy dochází k uklidnění zvířat a regeneraci sil po převozu.

Ke stresu samozřejmě vede i nevhodné zacházení se zvířaty na jatkách.

Vlastní jatečná technologie se podílí na vzniku PSE a DFD masa zejména nevhodnými způsoby omračování a opožděným vykrvováním. K výskytu PSE masa přispívá i zvýšení teploty zvířecích těl při paření (Pipek a Pour, 1998).

### **3.4.3 Metody stanovení jakostních odchylek vepřového masa, případně náchylnosti k jejich výskytu**

#### **3.4.3.1 *Ante mortem* – na živých zvířatech**

##### **3.4.3.1.1 Halotanový test**

Princip metody testace vnímavosti prasat k zátěžím halotanovou anestésií spočívá ve fenoménu maligní hypertermie zjišťované z hospodářských zvířat nejčastěji u prasat při působení halotanu a jiných inhalačních anestetik v důsledku poruchy energetického metabolismu svalů. Zjistilo se, že symptomy vznikající u predisponovaných jedinců v průběhu působení halotanové narkózy mají společné rysy a projevy, které se u těchto zvířat mohou vyskytovat při spontánních zátěžích (Kursa, 1984).

Mezi klinické příznaky (symptomy) patří dle Kursy (1984):

- nástup svalových kontrakcí až rigidita svalů končetin a trupu

- tachykardie, arytmie
- tachypnoe
- zvýšení tělesné teploty
- cyanóza kůže

Test slouží k určení homozygotních nositelů jednoduchého recesivního halotanového genu a k jejich vyloučení z populace. Heterozygotní nositelé genu však na halotan nereagují, ale při stresové zátěži PSE maso produkují (Schneiderová, 1993).

Vzhledem k nedostatkům halotanového testu, kdy nejsme schopni vyčlenit heterozygotní jedince z populace negativně reagující na halotan, došlo k vývoji dalších metod, které využívají různé fyziologické a biochemické reakce probíhající také při stresu, které jsou však řízené snadněji identifikovatelnými geny.

#### 3.4.3.1.2 CK- test

CK-test je jedním z dalších způsobů selekce halotan pozitivních prasat. Spočívá ve zjišťování koncentrace kreatinkinázy v krevním séru.

Kreatinkináza je převážně cytoplazmatický enzym, který se vyskytuje především v kosterním svalstvu, v srdci a v mozkové tkáni, kde plní důležitou funkci při metabolismu energie. V krevním oběhu zdravého jedince se vyskytuje jen v malém množství, naopak u halotan pozitivních prasat je koncentrace zvýšená již v klidovém stavu a při stresové zátěži dále prudce vzrůstá.

Díky těmto poznatkům je tedy možné identifikovat a vyřadit halotan pozitivní jedince a zlepšit tak stresovou rezistenci v chovech prasat.

#### 3.4.3.1.3 DNA test

DNA test je dnes běžně používanou cestou vedoucí k zjišťování prasat náchylných ke stresu metodami molekulární genetiky. Využívá se obecně platných poznatků o fragmentaci DNA restrikcčními enzymy a možnosti namnožení krátkého specifického úseku DNA, tzv. polymerázovou řetězovou reakcí k vypracování přímého DNA testu pro určení RYR genotypů prasat (Stupka a kol., 2009).

Metodou PCR – RFLP lze v genu RYR 1 stanovit obě známé alely – N,n, což v praxi znamená, že pro přesné zjištění genotypu prasete nám stačí vzorek krve nebo malý kousek tkáně. Na základě výsledků pak snadno zařadíme testovaného jedince do jedné ze tří sledovaných skupin, dominantní/ recesivní homozygot nebo heterozygot.

Princip testu spočívá v izolaci DNA z jader buněk testovaného vzorku, následnému přidání primerů, uměle vytvořených krátkých úseků DNA, a změnami teplot vyvolané polymerázové řetězové reakci. Při ní dochází ke zmnožení úseku HAL genu, jehož alely jsou odlišeny bázemi (cytosin pro N, thymin pro n), díky čemuž dochází po přidání restrikčního enzymu ke vzniku dvou (u alely N) nebo tří (u alely n) fragmentů.

Fragmenty se elektroforézou rozdělí podle velikosti a po obarvení jsou viditelné v UV světle, u genotypu NN vznikají velké fragmenty, proto vytvářejí světlý pruh nejméně vzdálený od míst vložení vzorku DNA, u genotypu nn vznikají při štěpení menší fragmenty vytvářející světlé pruhy dále od startu, heterozygotní genotyp Nn je charakteristický přítomností všech tří pruhů (Stupka a kol., 2009).

Velkou výhodou této metody je kromě přesné identifikace i skutečnost, že stanovení genotypu není závislé na pohlaví nebo věku zvířete. Se selekcí prasat v chovech se tedy může začít velmi brzy, čímž lze minimalizovat výskyt jakostních odchylek u poražených zvířat.

### 3.4.3.2 *Post mortem* – na poražených zvířatech

#### 3.4.3.2.1 Senzorické zkoušky

Při senzorickém hodnocení se posuzují především organoleptické vlastnosti vepřového masa, jako jsou vůně, chuť, šťavnatost nebo jemnost a křehkost. Toto hodnocení je považováno za orientační, protože je z velké části metodou subjektivní a závisí na citlivosti smyslových orgánů jednotlivých hodnotitelů. Při využití senzorické analýzy je tedy vhodné získat pro zpracování co největší soubor dat a výsledky tak maximálně zpřesnit.

Texturu, neboli křehkost masa, je však např. možné změřit i přístrojově – pomocí texturometru.

#### 3.4.3.2.2 Fyzikální zkoušky

Fyzikální zkoušky patří mezi metody objektivní. Měření je prováděno pomocí přístrojů a výsledky jsou tak vysoce průkazné.

V naší republice se objektivní identifikace jakostních odchylek vepřového masa (PSE a DFD) provádí na základě měření hodnot pH<sub>45</sub> (za 45 minut po porážce) a pH<sub>24</sub> (za 24 hodin po porážce) a dále na základě měření světlosti vepřového masa za 24 hodin po porážce. Na základě našich i zahraničních zkušeností je nutné pro přesnou identifikaci masa PSE a DFD stanovení alespoň dvou kvalitativních ukazatelů, tj. pH a světlosti barvy, popř. pH a ztráty masové šťávy odkapáním (Pulkrábek a kol., 2005).

#### 3.4.3.2.2.1 Barva masa

Rozhodování při nákupu masa je ovlivněno barvou více, než kterýmkoliv jiným faktorem kvality, protože spotřebitelé vnímají zbarvení jako indikátor čerstvosti a nezávadnosti. Ekonomické zhodnocení spojené s produktem, jehož životní potenciál je založen na jeho barvě, závisí proto na našich znalostech chemie myoglobinu před a po smrti zvířete (Mancini et Hunt, 2005).

Stanovování barvy masa je jednou z nejvíce využívaných metod, protože oproti ostatním je v běžné praxi její použití technicky nejjednodušší a není tolik závislé na časovém úseku po porážce, jako je tomu např. u měření pH (Schulman, 1981).

Ke sledování barvy masa se používají principy světelného odrazu, světelného rozptylu nebo infračerveného záření. Využívá se metod jako počítačové vidění (analýza snímků z digitálního fotoaparátu), instrumentální analýzy (kolorimetrie, spektrofotometrie) nebo vizuální posouzení barvy (odhad vnímání spotřebitele dle jeho preferencí).

Stupka et al. (2009) uvádí, že v České republice se barva stanovuje 24 hodin *post mortem* na příčném řezu svalu MLLT v místě posledního hrudního obratle pomocí speciálních fotometrických přístrojů GÖFO a Spekol. Světlost masa je vyjádřena ve stupních remise (%) příslušného přístroje. Naměřené hodnoty u přístroje Spekol jsou hodnotově opačně než je tomu u přístroje GÖFO viz. tabulka č. 7.

Tabulka 7: Mezní hodnoty pro stanovení jakostních odchylek vepřového masa (Stupka akol., 2009)

Maso	Remise GÖFO (%)	Remise Spekol (%)
Normální	55 - 79	14 - 24
PSE	< 55	≥ 25
DFD	> 79	≤ 13

#### 3.4.3.2.2.2 Hodnota pH

Posmrtné okyselování svalů je jednou ze základních změn při jejich přeměně v maso. Kolísání rychlosti a rozsahu tohoto procesu značně ovlivňuje barvu a vaznost výsledného produktu. Míra okyselení je vyjádřena hodnotou pH, která nám poskytuje cenné informace o potenciální kvalitě masa a to zejména v situacích, kdy podrobnější či sofistikovanější měření

je nemožné nebo nevhodné. Nejvíce používaná definice pro PSE a DFD maso vychází právě z hodnot pH naměřených 45 min. a 24 hod. po porážce (Warriss, 2010).

Hodnota pH<sub>45</sub> se stanovuje ve svalu *musculus longissimus lumborum et thoracis* (MLLT) na úrovni posledního hrudního obratle nebo ve středu svalu *musculus semimebranosus*. Dále se na jatkách stanovuje za 24 hodin *post mortem* pH<sub>24</sub> pro zjištění výskytu DFD masa ve shodných místech měření jako v případě pH<sub>45</sub> (Stupka a kol., 2009).

Měření pH hodnoty roztoků se provádí pomocí indikátorů barviva nebo skleněné pH elektrody. Indikátory však nejsou příliš přesné pro sledování nepatrných změn pH, které probíhají v mase, zde se tedy více uplatňuje druhý způsob měření. Používané pH elektrody jsou vyrobené ze speciálního skla citlivého na vodíkové ionty. V současné době se obvykle vyrábějí v kombinaci s referenční elektrodou. Součástí je přenosný pH- metr (Warriss, 2010).

Vztahy mezi kvalitou vepřového masa a některými biochemickými parametry týkající se svalové pH zkoumali Huff – Lonergan et al. (2002), kteří dospěli k závěrům, že nižší konečné pH masa je spojeno s produktem světlejší barvy, vyšší ztráty vody okapem, sníženou křehkostí i omezenou vepřovou chutí.

Tabulka 8 : Mezní hodnoty pH jakostních odchylek vepřového masa (Stupka a kol.,2009)

Maso	pH <sub>45</sub>	pH <sub>24</sub>
Normální	> 5,8	≤ 5,7
Inklinující k PSE	5,6 - 5,8	nelze stanovit
PSE	< 5,6	nelze stanovit
DFD	nestanovuje se	≥ 6,2

#### 3.4.3.2.3 Elektrická vodivost masa

Podstatou této metody jsou změny během biochemického zrání masa, kdy dochází vlivem intenzivní glykolýzy k narušování buněčných stěn a tedy i jejich izolační schopnosti. Díky tomuto narušení stoupá elektrická vodivost nepřímo úměrně v závislosti na odporu prostředí, tedy čím nižší je odpor, tím vyšší je vodivost (PSE maso).

K měření se využívá elektroanalytické metody - konduktometrie.

Jukna et al. (2012) vyšetřovali elektrickou vodivost svalů v intervalu 45, 60, 90, 120, 150 min., 24 a 48 hod. po porážce u skupiny 70 prasat o hmotnosti 90 – 110 kg. Cílem bylo zjistit vztah vodivosti ke kvalitě masa. Výpočty ukázaly, že nejvyšší korelační koeficienty

jsou mezi elektrickou vodivostí 45 minut po porážce a hodnotami pH, vazností a tuhostí masa. S rostoucím časem po porážce korelační koeficienty klesaly, což vedlo k závěru, že stanovení elektrické vodivosti masa, jako metoda pro separaci těl prasat s PSE a DFD vadami, může být použito pouze v průběhu prvních 45 až 50 minut po smrti zvířete.

Také Lee et al. (2000) prováděli studii, jejímž cílem bylo přezkoumat vzájemné vztahy mezi konečným pH, elektrickou vodivostí a vazností. Testovali, zda vodivost a hodnota pH mohou sloužit k predikci vaznosti masa, což bylo výsledky také potvrzeno.

Tabulka 9: Mezní hodnoty elektrické vodivosti měřené 50 min. *post portem* pro stanovení jakostních odchylek vepřového masa (Stupka a kol.,2009)

<b>Maso</b>	<b>EV<sub>50</sub> (mS . cm<sup>-1</sup>)</b>
Normální maso	< 4,0
Inklinující k PSE	4,0 - 7,0
PSE maso	> 7,0

#### **3.4.3.2.2.4 Vaznost masa**

Vodnatost je charakteristická vlastnost PSE masa. Tento stav není způsoben velkým množstvím vody, ale spíše snížením schopnosti vodu v mase udržet (Schulman, 1981).

Během výzkumů bylo dosaženo jistého pokroku v pochopení mechanismů, které jsou základem pro rozvoj ztrát vody okapem, případně únikem většího množství tekutiny. Je zřejmé, že první posmrtné změny, včetně rychlosti a míry poklesu pH, proteolýzy a dokonce oxidace proteinů jsou klíčové při ovlivňování schopnosti masa vodu udržet (Huff – Lonergan et. Lonergan, 2005).

Svaly živých zvířat obsahují 70 – 75 % vody, která je vázaná primárně ve svalových bílkovinách v rámci svalových buněk. Hodnota pH svalové buňky kolem 7.0 a její fyziologická koncentrace soli umožňuje svalovým bílkovinám vázat kolem 90 % vody intracelulárně. Tuto schopnost svalů nazýváme vododržná kapacita, neboli vaznost masa. Po smrti zvířete začne pH normálního vepřového masa klesat na konečnou hodnotu okolo 5.5. Tento pokles pH omezuje schopnost svalových bílkovin držet vodu a vaznost klesá.

Vaznost navíc ovlivňuje i teplota svalů během poklesu pH. Pomalý pokles pH a rychlé snížení teploty způsobuje chladové zkrácení doprovázené nárůstem ztráty vody okapem, zatímco během pomalého poklesu pH při velmi pomalém tempu zchlazení dochází ke

zkrácení období posmrtné ztuhlosti, což se opět projevuje nárůstem ztrát vody okapem. Rychlá glykolýza svalů při převažujících vysokých teplotách má za následek vznik PSE svaloviny s rychle se uvolňujícími exsudáty z masa.

Tedy kromě pH samotného ovlivňuje vaznost masa i jeho spojení s teplotou a časem v prvních hodinách po porážce. Ztráta vody okapem souvisí se všemi faktory, nicméně ztráty vařením jsou způsobeny primárně hodnotou pH masa, případně podmínkami tepelného zpracování (Honikel, 1987).

K dispozici je celá řada metod, které lze pro měření vaznosti použít. Na rozdíl od barvy není vaznost definovatelná v absolutních jednotkách a každá z metod provádí nepatrně odlišná měření. Warriss (2010) je dělí do tří skupin:

- **Metody gravitační (s použitím normální gravitační síly)**

Nejjednodušší je měření ztráty vody okapem za jednotku času. Aby se zabránilo ztrátám odpařením, jsou plátky masa vloženy do polyetylenových sáčků a skladovány při teplotě 1 – 5 °C po dobu 48 až 72 hodin. Výsledky jsou ovlivněny poměrem tuk/ libové maso/ kost, ale výhodou je srovnatelnost s praxí. Pro zpřesnění je možné použít pouze hřbetní svalovinu nebo vzorky určitého geometrického tvaru.

Související metodou je také vaření vzorku masa a měření změny hmotnosti, ale zde dochází vlivem působení termální síly ke zkreslování a tedy nepřesným výsledkům.

- **Metody aplikace zvýšené síly**

Do této skupiny patří lisovací metoda podle Graua a Hamma, kdy je malý kus masa přitisknut na filtrační papír mezi dvěma čistými deskami z umělé hmoty pro vytvoření tenkého filmu. Vytlačená voda je absorbována filtračním papírem a vytváří kruh, index vaznosti je rozdíl mezi plochou této vylisované tekutiny a plochou vylisovaného masa.

Centrifugační metody zahrnují odstředování malých vzorků masa při vysoké rychlosti a vysoké gravitační síle po delší dobu. Exsudáty se odlévají a váží.

Metody kapilární využívají savých materiálů jako je sádrovec ( $\text{CaSO}_4$ ) nebo filtrační papír a fungují na principu stlačení vzorku masa mezi desku a blok sádry, přičemž pohlcovaný exsudát vytlačí z bloku vzduch, který stoupá do speciální kapilární trubice, z níž vytěsní obarvenou tekutinu. Objem exsudátu se odečítá ze stupnice kapiláry.



- **Metody nepřímé**

Mezi metody nepřímé patří např. využití rozdílné rozpustnosti sarkoplazmatických a myofibrilárních bílkovin.

Vaznost se obvykle stanovuje 24 – 48 hodin po porážce za pomoci různých metod viz. výše. Možné je však využít i metody neinvazivní, například spektroskopii jako Brøndum et al. (2000), kteří prováděli pokusná měření několika různými typy přístrojů, vždy u dvou typů svalů (*longissimus dorsi* and *semitendinosus*) u skupiny zvířat, z nichž polovina byla nositelem halotanového genu. Jako nejprůkaznější se ukázala metoda nukleární magnetické rezonance (LF-NMR). Tutéž metodu použili i Micklander et al. (2002) při sledování pohybů vody v mase během jeho zpracování (vaření).

Zpracování masa je nezbytné pro ukládání i přípravu. Pokud se chlazení provádí správným způsobem, jeho vliv na vaznost zůstává malý. Maso je obvykle konzumováno po zahřátí a mělo by být nejen křehké, ale také šťavnaté. Tato šťavnatost souvisí právě s vododržností a poptávka po křehkosti tepelně opracovaného masa musí být tedy v rovnováze s jeho vazností (Honikel, 2004).

#### **3.4.3.2.2.5 Reflexní hodnota**

Pro klasifikaci těl jatečných prasat jsou využívány různé metody. Mezi ty invazivní patří použití sondových přístrojů, např. Fat-o-Meater nebo Hennessy Grading Probe – HGP. Měření probíhá optickoelektronicky pomocí světelného vysílače a fotodetektoru, během čehož musí být sonda zavedena do jatečného těla.

Vedlejším údajem sondových přístrojů je tzv. reflexní hodnota, která částečně umožňuje stanovit kvalitu masa. Vychází se ze vztahu mezi optickým signálem, strukturou a barvou masa. Podle světlého nebo tmavého zbarvení masa se evidují rozdílné reflexní hodnoty. Vysoké hodnoty signalizují nepříznivou, nízké dobrou kvalitu masa. Světlé maso odráží světelný paprsek lépe, naproti tomu tmavé maso více světla pohlcuje.

Reflexní hodnota tak poskytuje podklady k detekci vady PSE masa. Dokládají to výsledky hodnocení Bavorského zemského ústavu pro živočišnou produkci v Grubu u Mnichova. Pro přístroj HGP zde vytvořili tabulku vycházející ze vztahu pH masa a reflexní hodnoty, z níž lze kvalitu masa orientačně odvodit (Pulkrábek a kol., 2005).

Tabulka 10: Odhad kvality masa přístrojem HGP podle reflexní hodnoty (Pulkrábek a kol.,2005)

<b>pH<sub>1</sub> zjištěné v MLLT</b>	<b>Označení kvality</b>	<b>Reflexní hodnota (HGP)</b>
< 5,60	PSE	> 70
5,60 - 5,80	náchylné na PSE	61 - 70
5,81 - 6,00	normální	55 - 60
> 6,00	velmi dobré	< 55

#### 3.4.4 Prevence vzniku a snížení výskytu myopatií

Warriss (2010) uvádí, že prevence vzniku PSE a DFD masa závisí především na vyloučení předporážkových stresů. To se však snáze řekne, než udělá, protože všechna zvířata jsou pravděpodobně vystavena nějakým stresorům i při té nejopatrnější manipulaci. Zejména pokud jde o prasata, je prospěšné minimalizovat používání genotypů, které jsou ke stresům náchylnější (viz. kapitola 5.2.1. )

##### 3.4.4.1 Vliv předporážkových technik

Nevhodná manipulace se zvířaty před porážkou může mít výrazný vliv na kvalitu masa, např. v podobě produkce suroviny s vadami PSE a DFD. Obecně lze říci, že ke vzniku masa DFD vede chronický předporážkový stres, u PSE je to stres akutní. Toto je samozřejmě zjednodušený pohled, protože do určité míry se odlišné způsoby předporážkových manipulací vzájemně ovlivňují a také různé typy svalů mají ke vzniku myopatií různou predispozici.

##### 3.4.4.1.1 Manipulace se zvířaty do okamžiku omráčení

Nejvíce stresových faktorů působí na zvířata během jejich přepravy na jatka a při následném pobytu v neznámém prostředí, případně při sdílení prostor s cizími jedinci.

Existuje mnoho specifických způsobů manipulace, u nichž byl prokázán pozitivní vliv na omezení stresu. Patří sem kontejnerová přeprava pro snížení stresu při nakládce a vykládce zvířat a používání vozidel s možností regulace teploty.

Význam udržení zvířat v původním stádu, aby se zabránilo problémům spojených s kontaktem s neznámými jedinci, je zřejmý, ale často obtížně dosažitelný v praxi. Pro míchání skupin prasat je často navrhováno použití látek překrývajících pach, ale je zde malý

důkaz účinnosti. Vodní sprcha může eliminovat souboje a tím i převládání vady DFD; chlazením prasat je možné snížit také výskyt PSE.

Ke snížení nebo úplnému omezení problémů s kvalitou bylo navrženo podávání mnoha látek. Krmení cukrem během ustájení pro doplnění hladiny glykogenu ve svalech zabraňuje vzniku DFD u vepřového masa. Kvalita vepřového masa se celkově zlepšila po použití sedativ jako azaperon a carazolol. Bylo prokázáno, že podávání  $\text{NaHCO}_3$  před porážkou dokáže u prasat částečně zmírnit metabolickou acidózu a snížit posmrtnou míru glykolýzy ve svalech (Warriss, 2010).

Výskyt vady PSE je možné eliminovat také předporážkovým přidáváním hořčinatých směsí do krmné dávky prasat (Rosenvold et Andersen, 2003).

Použití farmakologických látek je však limitováno administrativními problémy a potenciálními rezidui zůstávajícími v mase.

Ábrahám et al. (2006) prováděl výzkum na stresu odolných prasatech s cílem zjistit vliv dvou hlavních faktorů ovlivňujících stresovou reakci a kvalitu masa. U 40 prasat byl sledován účinek různé doby ustájení (1 a 16 hod.), u další stejně velké skupiny vliv způsobu převozu zvířat na porážku. První pokus byl založen na odběru dvou vzorků krve, po vyložení z auta a během vykrvení, v druhém pokusu byla krev odebírána hodinu před a těsně po porážce. Stanovován byl obsah kortizolu, kyseliny mléčné, glukózy, NEFA a MDA v krevní plazmě. Kvalita masa byla měřena 45 min. a 24 hod. po usmrcení.

Výsledky jednoznačně potvrdily kladný vliv předporážkového ustájení na stupeň stresu zvířat, hodnoty glukózy a kyseliny mléčné během něj významně vzrostly. Omračování v druhém případě působilo prasatům velký stres, přeprava zkrátka měla více či méně významný vliv na všechny analyzované parametry.

Mezi kvalitou masa obou skupin však nebyly prokázány významné rozdíly.

#### 3.4.4.1.2 Prohlídka před porážkou

Kontrola zvířat před porážkou umožňuje identifikaci klinických příznaků onemocnění, jež jsou více zřejmá na živých zvířatech a která by mohla být buď přenosná na člověka či další zvířata, nebo by vedla k produkci masa nevhodného k lidské spotřebě (PSE, DFD atp.).

#### 3.4.4.1.3 Metody omračování

Zvláště při porážce velkých zvířat je omračování nezbytné z důvodů zajištění bezpečnosti pracovníka i humánního usmrcení zvířete. Principem je znehybnění a následné přerušení hlavních cév, kdy nastává téměř okamžitá smrt vykrvením.

Existují různé způsoby omračování, ale pro všechny platí okamžitá ztráta vědomí, tedy i bezbolestnost a eliminace stresové zátěže.

Jedná se o:

- použití mechanického nástroje (perkurní pistole )
- použití elektrického proudu (napětí 150 – 700V, expozice 3 s., důležité správné umístění elektrody, nejčastější způsob omračování prasat)
- použití anestetika v plynné formě (CO<sub>2</sub>, c = 80 – 90 %, expozice 90 s; případně vytvoření anoxického prostředí prostřednictvím inertního Ar )

Samotné zvíře i jeho hlava by měla být, především při použití prvních dvou způsobů, pevně fixována, aby došlo k přesnému zásahu smrtící rány. Mezi omráčením a vykvrvením by mělo uplynout max. 15 s.

Při správném mechanickém omráčení dochází ke snížení výskytu podlitin a „stříkající krve“. Fixace omračovaných prasat vede k mnoha křečím a rychlejšímu okyselení svalů, což může mít za následek vznik PSE masa. Stejně je tomu při prodloužení doby působení elektrického proudu, který stimuluje svalstvo a urychluje tak jeho acidifikaci. Omračování prasat oxidem uhličitým je obecně považováno za bezproblémové (Warriss, 2010).

Avšak všechny omračovací metody mají negativní vliv na kvalitu masa. Při použití elektrického napětí poměr PSE a DFD masa stoupá. Navíc často způsobuje zlomeniny kostí, krvácení do svalů a podporuje vznik křečí. Použití oxidu uhličitého sice nezpůsobuje výše zmíněné, ale kvalita masa bývá obvykle také snížena, protože stejně jako při omračování nízkou koncentrací kyslíku, stačí ke změně kvality i rozrušení zvířat jen několik sekund před ztrátou vědomí (Howard et al., 1992).

#### 3.4.4.2 Vliv posmrtné manipulace

Kromě vlastností masa daných geneticky a způsobů, jak je se zvířaty nakládáno před a během porážky, má na jeho kvalitu vliv i zpracování po porážce. Mimořádně důležitá je rychlost zchlazení (Warriss, 2010).

#### 3.4.4.2.1 Teplota

Těsně po smrti se tělesná teplota zvířat pohybuje v rozmezí 37 – 39 °C, následně však klesá a teplo se uvolňuje do okolního vzduchu. Rychlost ztráty závisí na faktorech, jako je velikost kostry, pokrytost podkožním tukem a cirkulace vzduchu po povrchu.

Moderní praxí bylo urychlení procesu chlazení pomocí chlazeného vzduchu kvůli snížení výskytu mikroorganismů na jatečném povrchu a eliminaci hmotnostních ztrát výparem.

Rychlé zchlazení však může také snížit projevy PSE masa, zlepšit vaznost a zachovat barvu. Naopak udržování vysoké teploty (> 30°C) v průběhu posmrtného vývoje může podpořit vznik PSE masa na jatečně upravených tělech, které k jeho výskytu náchylné nejsou.

Vzhledem k tomu, že aktivita enzymů je závislá na teplotě, různé stupně zchlazení mohou ovlivnit míru poklesu pH během vzniku kyseliny mléčné, odbourání kreatin fosfátu a ATP a rychlost nástupu posmrtné ztuhlosti.

Mezi tři praktické důsledky různé míry zchlazení JUT patří chladové zkrácení, tání a v menší míře tepelné zkrácení (Warriss, 2010).

Rybarczyk et al. (2012) zpracovali studii o dopadu dvou technik chlazení vepřového JUT na technologickou a senzoryckou kvalitu masa a frekvenci výskytu tohoto masa s vadou. Výsledkem potvrdily, že rychlé zchlazení JUT snižuje úbytek jeho hmotnosti a zlepšuje technologickou kvalitu masa a to až do 48 hodin po porážce, jak ukázala nižší elektrická vodivost a menší ztráty vody okapem potvrzená nižší frekvencí masa PSE a vyšší masa DFD. Na druhou stranu rychlé zchlazení nepříznivě ovlivňuje křehkost a chuť ve srovnání s konvenčními chladicími technikami.

#### 3.4.4.2.2 Elektrické stimulace

Posmrtná elektrická stimulace masa JUT byla poprvé vyvinuta v roce 1950 a stala se široce využívanou metodou pro průmysl s červeným masem v roce 1970.

Stimulace elektrickými impulsy ihned po porážce vyvolává svalové kontrakce v celém jatečném těle. Tato aktivace svalů má urychluje nástup posmrtné ztuhlosti (Sams, 1999).

Byly vyvinuty různé formy elektrické stimulace, běžně se užívá napětí v rozsahu 20 až 1000 V. Nízkonapěťové systémy jsou obvykle aplikovány ihned po vykrevění a stimulují svalstvo prostřednictvím stále fungujícího nervového systému. Systémy vysokého napětí stimulují svaly přímo a mohou být použity mnohem později. Výhodou je tedy časová nezávislost aplikace, která je však provázena vyššími investicemi kvůli nutnosti přísnějších bezpečnostních opatření (Warriss, 2010).

Elektrická stimulace se využívá především ke křehčení hovězího a jehněčího masa. U vepřového sice také zvyšuje křehkost, ale zároveň zrychluje pokles pH, což má za následek zvýšenou frekvenci výskytu PSE masa (Rosenvold et Andersen, 2003).

Proto je velmi důležité načasování elektrické stimulace. Stimulace prasat do 5 minut po porážce způsobí velmi rychlý pokles pH ve svalu vedoucí ke ztrátě velkého množství vody okapem, maso má projevy jako PSE. Naopak stimulace po více než 20 min. po usmrcení zvířete zabraňuje nadměrné tvorbě exsudátu (Warriss, 2010).

#### 3.4.4.2.3 Tepelné zpracování

Konvenční systémy ochlazují celou kostru na teplotu 7 °C nebo méně ještě před následným řezáním na menší části a dalším zpracováním. To může představovat plýtvání chladícími kapacitami a zvyšování spotřeby energie, protože dochází ke zchlazení i kostí a tuku, které jsou posléze jako nepotřebné odstraňovány a likvidovány. Mimo to, vzhledem k velikosti a nepravidelnosti tvaru, celá jatečná těla chladnou nerovnoměrně.

Řešením je zpracování ještě teplého JUT, které vyžaduje méně práce a snižuje se tak čas potřebný k výrobě prodejného masa. S ohledem na výnos a kvalitu masa jsou zde však kromě výhod i nevýhody viz. tabulka 11.

Tabulka 11: Výhody a nevýhody tepelného zpracování masa (Warriss, 2010)

Výhody	Nevýhody
Snížení nákladů na zchlazení	Abnormální tvar spojů
Úspora energie	Obtížná manipulace a porcování <i>pre-rigor</i> JUT
Zvýšení masné užitkovosti	Snížení křehkosti
Jednotná barva	JUT nemůže být hodnocen běžnými metodami používanými po zchlazení
Lepší vaznost, menší ztráty okapem	

#### 3.4.4.3 **Vliv působení přídatných látek (aditiv)**

Aditiva jsou látky chemické povahy, které zlepšují důležité nutriční charakteristiky potravin a prodlužují jejich trvanlivost. Nejde o jejich výživovou hodnotu, ale technologickou účinnost a schopnost pozitivně ovlivnit výsledné vlastnosti výrobku.

Při výrobě potravin lze používat pouze přídatné látky, které byly schváleny postupem podle nařízení (ES) č. 1331/2008, které stanovuje jednotný postup pro posuzování a povolování potravinářských přídatných látek, potravinářských enzymů a potravinářských aromat a které jsou uvedeny na seznamech potravinářských přídatných látek Unie v příloze II a v příloze III nařízení (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách (Pavelková, 2012).

Dle původu zdrojů, z nichž se přídatná potravinářská aditiva získávají, je dělíme na

- aditiva přírodní (např. barviva antokyany a karoteny z ovoce a zeleniny)
- aditiva s přírodními identickými (např. antioxidanty kys. askorbová, tokoferol)
- aditiva získaná modifikací přírodních látek (např. emulgátory z jedlých olejů)
- aditiva syntetická (např. sladidlo sacharin)

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 304/2004 Sb., která stanovuje druhy a podmínky použití přídatných a pomocných látek při výrobě potravin, upravuje řazení aditiv do kategorií podle jejich účelu. K nejvíce používaným patří konzervační látky, antioxidanty, barviva, náhradní sladidla, látky chuťové a zahušňovací.

#### 3.4.4.3.1 Aditiva podporující vaznost

Schopnost vázat vodu je jednou z nejdůležitějších vlastností masa. Významně ovlivňuje jakost masa i masných výrobků. Závisí na ní i ekonomika výroby, nízká vaznost má za následek ztráty při výrobě, skladování nebo tepelném opracování. Kromě způsobu zacházení s masem je možné ji ovlivnit i přídatnými látkami.

- **Polyfosfáty** díky vazbě vápenatých iontů ve struktuře svalové tkáně zlepšují vaznost vody a tím snižují hmotnostní ztráty při tepelném opracování. Vaznost ovlivňují i schopností zvýšit hodnotu pH do oblasti vzdálené od izoelektrického bodu. Jejich přidáním lze dosáhnout vaznosti jako v teplém mase. Pozitivně ovlivňují také šťavnatost, křehkost a chuť.

Podobný účinek mají citrany.

- **Bílkoviny** zvyšují viskozitu, vaznost, podílejí se na tvorbě textury. Používají se bílkoviny mléčné (kaseinát sodný), sojové (chuťově neutrální izoláty), pšeničné. Většinou způsobují pouze zvýšení viskozity či nabobtnání výrobku.

- **Polysacharidy** se používají ke zvýšení stability výrobku. Vážou uvolněnou vodu, bobtnají a vytvářejí gely. Přidávají se také jako substrát pro mikroorganismy, zejména škrob a bramborová moučka, karagenany zase dokáží snížit obsah tuku. Všeobecně slouží jako plnidla do masných výrobků.
- Vaznost naopak snižují kyselina askorbová a sorbová.  
( Březina a kol.,2003, Pipek, 1993)

#### 3.4.4.4 Aplikace aditiv

##### 3.4.4.4.1 Tenderizace

Tenderizace je jednou z metod úpravy kvality masa pomocí přídatných látek.

Hlavními determinanty křehkosti masa jsou pojivové tkáně, obsah intramuskulárního tuku (IMF) a myofibrilární struktura. Prasata jsou porážena obvykle v šesti měsících věku, kdy nezralé pojivové tkáně křehkost vepřového masa významně neovlivňují.

Vztah mezi IMF a křehkostí je sporný, někteří výzkumníci ho prezentují jako kladný, jiní žádnou korelaci nenašli. Vepřové maso s různými stupni IMF může pocházet z prasat s odlišným genetickým původem a na jeho křehkost tak mohou působit i geneticky dané faktory. Během skladování masa rozkládají proteolytické enzymy myofibrilární proteiny a křehkost roste. U vepřového masa trvá dosažení optimální křehkosti 5- 7 dní (Laack et al., 2001)

Konečná pevnost masa závisí na stupni změny strukturální složky svalu a přidružení proteinů během nebo hned po nástupu posmrtné ztuhlosti. Proteolýza přispívá k této změně prostřednictvím degradace svalových proteinů, jež byla pozorována ve svalu během chlazení. Nicméně fyzikální faktory, jako je stupeň svalového zkrácení, také přispívají ke konečné pevnosti (Hopkins et Taylor, 2004)

- **Tenderizace působením roztoků solí a kyselin**

Mezi nejrozšířenější způsoby marinování masa patří jeho nakládání, možné je využití i injekčního nástřiku roztoku přímo do tkáně.

Běžně se marinuje v octě nebo víně. Kyseliny totiž rozrušují svalovou strukturu, případně podporují činnost kolagenáz a katepsinů, které pracují nejlépe při nízkém pH. Myofibrily bobtnají a lépe zadržují vodu, díky čemuž roste měkkost a šťavnatost masa.



Výhodou injekční aplikace roztoku  $\text{CaCl}_2$  je změkčování prostřednictvím aktivace proteolytického calpain systému vápníkem. Vápník může kromě textury zlepšovat i jiné vlastnosti, přičemž vyšší koncentrace mají průkazně větší efekt. Na druhou stranu je zde riziko nežádoucího ovlivnění chutě a aroma, také urychluje oxidaci hemu pigmentů, povrch masa proto dříve hnědne a zkracuje se jeho životnost. Tomuto lze však snadno předejít spojením  $\text{CaCl}_2$  s kyselinou askorbovou jako antioxidantem.

Aplikace roztoku  $\text{CaCl}_2$  se v komerčních podmínkách provádí 1 až 2 dny po porážce, ale i zpoždění o 2 týdny má na křehkost masa stále pozitivní vliv. Používá se především pro maso hovězí a jehněčí (Warriss, 2010).

- **Tenderizace působením enzymů**

Křehčení masa je možné provést také přidáním přirozeně se vyskytujících enzymů, jako např. papainu, který byl zvířatům podáván těsně před porážkou. Enzym byl vstříknut do krevního systému v inaktivované formě, k aktivaci došlo při posmrtném okyselení svalů a také během následného vaření. Výsledkem je jemnější maso.

Existují však potenciální praktické problémy s jeho použitím, zejména zajištění rovnoměrného rozložení v celém těle a jeho vliv na orgány, jako jsou játra (Warriss, 2010).

#### **3.4.4.4.1.2 Použití antioxidantů**

Oxidace lipidů je hlavní příčinou zhoršování kvality masných výrobků a může přímo ovlivnit mnoho kvalitativních vlastností, jako jsou chuť, barva, výživová hodnota a bezpečnost potravy. Při zpracování je jednou z nejdůležitějších otázek, jaké metody použít pro oddálení oxidace a následných ztrát kvality (Buckley et al., 1995).

Antioxidační aditiva jsou přidávána do čerstvého nebo dále zpracovaného masa, aby se zabránilo oxidačnímu žluknutí, pro zpomalení rozvoje negativní chuti a zlepšení barevné stálosti. Studie Nama et Ahna (2003) prokazuje účinnost kombinace antioxidantů na snížení oxidace lipidů a redukci těkavých látek nežádoucího zápachu. Tato účinnost je průkazně vyšší u vakuově baleného masa, tedy klíčem k eliminaci těchto negativních projevů je kromě přísad antioxidantů i změna způsobu balení.

Mezi mechanismy a látky, které v těle proti oxidaci chrání, patří vitaminy C a E, jejichž používání má význam v prodloužení trvanlivosti masa. Suplementace vitamínu E může navíc u prasat snížit odkapávací ztráty a dokonce zabránit vývoji PSE masa u některých na stres citlivých prasat (Warriss, 2010).

S aplikací přirozených antioxidantů nebývá problém, ten nastává u antioxidantů syntetických, použití řady z nich je dokonce zakázáno zákonem.

#### **3.4.4.4.1.3 Balení masa**

I způsob balení masných výrobků má vliv na kvalitu masa. Při normální atmosféře kyslík totiž reaguje s myoglobinem a hemoglobinem a mění barvu masa na šedo- hnědou, což je ekonomicky nežádoucí. Použitím speciálních balících plynů jako jsou argon, helium nebo dusík lze díky vytvoření ochranné inertní atmosféry těmto dějům zabránit a výrazně tak prodloužit životnost produktu.

Jistou účinnost má i balení při normální atmosféře, kde je však množství kyslíku omezeno obsahem obalového materiálu a tím minimalizováno i jeho negativní působení na maso.

## 4 Metodika práce

### 4.1 Analyzované vzorky

Pro analýzu byly použity vzorky šunkových výrobků připravených firmou Natura Food Additives, a.s. Šunky byly vyrobeny dle standardní receptury z vepřového masa normálního, masa s vadou PSE a dále s přidavkem různých přípravků firmy Natura.

Výchozí surovina byla tříděna podle barvy a pH, složení jednotlivých šunek znázorňuje tabulka 12.

Tabulka 12: Přehled složení analyzovaných vzorků

Analyzovaný vzorek		Přítomnost PSE svaloviny	pH výchozí suroviny	Aditivní přípravky (oproti standardní receptuře)
Šunky z celého svalu	1	Ano	5,5 - 5,7	X
	2	X	5,8 - 5,9	X
	3	Ano	5,5 - 5,7	Naturham W.M.1 CZ
	4	Ano	5,5 - 5,7	Naturham W.M.2 CZ
Šunky zrněné	5	X	5,8 - 5,9	X
	6	Ano	5,5 - 5,7	X
	7	Ano	5,5 - 5,7	Naturham 1 CZ

#### 4.1.1 Použité přípravky

Rozdíly ve složení oproti standardní receptuře:

- **Naturham 1 CZ:** obsahuje navíc plasmu, krevní barvivo a regulátory kyselosti.
- **Naturham W.M.1 CZ:** obsahuje navíc plasmu, krevní barvivo a regulátory kyselosti.

- **Naturham W.M.2 CZ:** obsahuje navíc plasmu, krevní barvivo a regulátory kyselosti. To vše ve vyšších dávkách v porovnání s Naturham W.M.1 CZ

#### 4.2 Použité přístroje a zařízení

- Analytické váhy AND ER-180A, váživost max. 180 g, přesnost 0,1 mg, A & D Company
- Analyzátor textury TA-XT2, Stable micro systems, + sonda Multiple Puncture Probe
- Chromatografický papír Whatman 2, Whatman
- Kjeltec Foss 2200 Auto Distillation (foss tecator)
- Mineralizátor MB 442, Uni elektro Jiří Novak
- pH metr pH 112, Snail Instrument + skleněná kombinovaná elektroda
- Spektrofotometr U-2900 PC, Hitachi
- Sušicí váhy s infračerveným zářičem Precisa HA 300 (310 M), váživost max. 300 g, přesnost 0,1 mg, Precisa Instruments
- Závaží (1 kg)
- Další běžné laboratorní vybavení

#### 4.3 Použité chemikálie a roztoky

- Aceton p. a., Lach-Ner, s. r. o.
- Hydroxid sodný, roztok 40%, Lach-Ner, s.r.o.
- Katalyzátorové tablety (3,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 3,5 mg Se)
- Kyselina boritá (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), roztok 1%, Lach-Ner, s. r. o.
- Kyselina chlorovodíková, 35 % p.a., Lach-Ner, s. r. o.
- Kyselina sírova, p.a., 96 %, Penta – Ing. Petr Švec
- Mořský písek, Lach-Ner, s.r.o.
- Okyseleny aceton (1,125 ml 35% kyseliny chlorovodíkové na 100 ml acetonu)
- Tashiro indikátor, roztok - 0,05 g bromkresolové zeleně a 0,035 g metylčerveně se rozpustí v 85 ml ethanolu a přidá k 5 000 ml kyseliny borité (ČSN ISO 57 6023, 2002)

## 4.4 Metodika stanovení

### 4.4.1 Stanovení obsahu vody pomocí vah s infračerveným zářičem

Váhy s infračerveným zářičem fungují na principu přenosu elektromagnetické radiace pomocí níž analyzovaný vzorek ohřívají. Sušení vzorku probíhá při teplotě 105°C a trvá přibližně 15 minut.

Na předem zvážený hliníkový plátek vložený v přístroji se naváží 1g homogenizovaného vzorku a rozprostře se na co největší plochu. Po nastavení programu na maso se vzorek suší asi 15 minut. Konec sušení je nastaven podle programu AUTO STOP 1/60 D/S, což znamená, že váhy přestanou sušit, když se rozdíl nezmění o 1 mg za 60 s.

### 4.4.2 Stanovení obsahu vody sušením s pískem

Do čisté hliníkové misky se skleněnou tyčinkou se naváží zhruba 20 g mořského písku. Misky se označí, přiklopí hliníkovým víčkem a vloží do sušárny, kde následně probíhá sušení po dobu 2 hodin při teplotě 103 +/- 2°C. Po vychladnutí v exsikátoru se misky s pískem a tyčinkou zváží na analytických vahách a přidá se přibližně 10 g homogenizovaného vzorku, který se s pískem důkladně promíchá. Dále se suší při téže teplotě do konstantní hmotnosti. Vážení se provádí nejprve po hodině, později, pro přesnost, po ½ hodiny sušení. Obsah vody se vypočítá v procentech.

#### 4.4.2.1 Vyhodnocení

$$X = \frac{a - b}{n} \cdot 100 [\%]$$

kde:	X	obsah sušiny ve vzorku [%]
	a	hmotnost misky s pískem , vzorkem a tyčinkou po vysušení [g]
	b	hmotnost misky s pískem a tyčinkou před vysušením [g]
	n	navážka vzorku masa [g]

Obsah vody v mase a v masných výrobcích je značně proměnlivá hodnota, proto při odběru vzorku a jeho transportu je třeba nenechat vzorek volně uložený v laboratoři, aby se nevysušil (Straka a Malota, 2006).

#### 4.4.3 Stanovení obsahu dusíkatých látek

Obsah dusíkatých látek se vypočítá ze zjištěného celkového obsahu dusíku vynásobením přepočítávacím faktorem, který je v tomto případě 6,25.

Při přípravě se do mineralizační tuby naváží 1g vzorku s přesností na tři desetinná místa, přidají se 2 katalyzátorové tablety (3,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 3,5 mg Se) a 20 ml koncentrované kyseliny sírové. Pro kontrolu správnosti se provádí dvě paralelní stanovení na stejném vzorku.

Obsah se důkladně promíchá a tuby se umístí svisle do mineralizačního bloku, který zajistí konstantní ohřev na 420°C. Mineralizace, která se projeví vyčeřením kapaliny, probíhá po dobu 105 min. Poté se baňky s obsahem nechají zchladnout.

Po vychladnutí se tuba nasadí na přístroj, kde dojde k přidání 70 ml destilované vody a následně probíhá automatická destilace vodní parou za přídavku 160 ml 40% hydroxidu sodného. Vzniklý amoniak se jímá do předlohy s 50ml kyseliny borité a Taschiro indikátorem.

Množství amoniaku se stanoví titrací 0,2N kyselinou sírovou.

##### 4.4.3.1 Vyhodnocení

$$X = \frac{(0,28 \cdot V \cdot f \cdot f_p)}{n} [\%]$$

kde:	X	obsah veškerého dusíku [%]
	V	spotřeba H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> při titraci [ml] – slepý pokus 0,10 ml
	f	faktor H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 1,1010
	f <sub>p</sub>	přepočítávací faktor = 6,25
	n	navážka vzorku [g]

Výsledkem je aritmetický průměr hodnot získaných ze dvou stanovení.

#### 4.4.4 Stanovení pH

Pro přesné stanovení pH se využívá potenciometrie. Indikační elektrodou je elektroda skleněná, která se přechovává v destilované vodě, aby se neporušil křemičitý gel na povrchu skla, který je pro správnou funkci elektrody nezbytný. Elektroda je spojena s digitálním

registračním voltmetrem, který je kalibrován v jednotkách pH. Před měřením se pH- metr kalibruje pomocí standardních roztoků (pufrů).

Do zhomogenizovaného vzorku masa se vloží zkalibrovaná kombinovaná elektroda a změří se příslušná hodnota pH. Po každém měření se elektroda opláchne destilovanou vodou a osuší buničitou vatou. Vzhledem k možnému negativnímu působení vzorku na elektrodu je dobré ji před každým dalším měřením raději znovu zkalibrovat. Výsledné pH se zaokrouhlí na dvě desetinná místa.

**Použitý pufr:** fosfátový o pH 7,0

#### 4.4.5 Stanovení stupně vybarvení

Stanovení stupně vybarvení je jednou z možností jak hodnotit barvu masných výrobků. Jedná se o poměr koncentrace nitroxyhemochromu a celkové koncentrace hemových barviv. Ke stanovení slouží Hornseyova metoda a použitými chemikáliemi jsou neutrální a okyselený aceton.

##### 4.4.5.1 Extrakce nitroxyhemochromu (probíhá za tmy)

**Do zkumavky obalené hliníkovou fólií se naváží 2,5 g homogenizovaného vzorku.** Přidá se 10 ml neutrálního acetonu a objem vody tak, aby celková koncentrace acetonu byla 80% (1ml dest. H<sub>2</sub>O). Následná extrakce probíhá za tmy a za občasného promíchání po dobu 20 minut. Poté se vzorek zfiltruje do další obalené zkumavky a následně se měří jeho absorbance ( $A_{540}$ ) při 540 nm proti neutrálnímu acetonu na absorpčním spektrofotometru.

##### 4.4.5.2 Extrakce heminu

Do zkumavky se naváží 2,5 g homogenizovaného vzorku, přidá se 10 ml okyseleného acetonu a objem vody tak, aby celková koncentrace acetonu byla 80% (1ml dest. H<sub>2</sub>O). Extrakce probíhá 60 minut za občasného promíchání. Poté se vzorek zfiltruje a měří se absorbance ( $A_{640}$ ) při 640 nm oproti okyselenému acetonu absorpčním spektrofotometrem.

##### 4.4.5.3 Vyhodnocení

Stupeň vybarvení se vypočte ze vztahu

$$d = \frac{A_{540} \cdot 100}{A_{640} \cdot 2,5} [\%]$$

kde: d stupeň vybarvení [%]

$A_{540}$  absorbance extraktu v neutrálním acetonu při 540 nm

$A_{640}$  absorbance extraktu v okyseleném acetonu při 640 nm

#### 4.4.6 Stanovení synereze

Synereze se hodnotí dle vzdálenosti migrace a nasáknutí tekutiny (vody) v tomto případě od válečků šunky do chromatografického papíru. Čím je vzdálenost delší, tím vykazuje vzorek šunky vyšší synerezi. Pro větší objektivitu se provádí několik měření a to vždy za stejných podmínek.

##### 4.4.6.1 Standardizace chromatografického papíru Whatman 2

Chromatografický papír o rozměrech 60 x 60 mm se uloží na 24 hodin do exsikátoru, na jehož dně je 38% roztok kyseliny sírové. Tím je dosaženo standardní vlhkosti prostoru a tedy i chromatografického papíru, čímž jsou zajištěny stejné vlastnosti jeho nasákavosti.

##### 4.4.6.2 Stanovení synereze válečkovou metodou

Vzorky se připraví přesným plátkováním hotových šunkových výrobků vychlazených na stejnou teplotu. Výškový rozměr plátek je 20 mm a plátky musí být vytvořeny přesným, rovným a jedním řezem. Z těchto plátek se vyřízne několik válečků šunky o průměru 40 mm. Do měření se nezahrnují vzorky válečků z míst šunkového díla, které již na první pohled vykazují špatnou vazbu vody.

Jeden váleček se vloží na skleněnou desku pokrytou fólií a na něj se pomocí pinzety přenesou chromatografický papír čerstvě vyjmutý z exsikátoru. Volná strana chromatografického papíru se překryje a zatíží dalším válečkem šunky se stejnými geometrickými rozměry, přičemž rozměry obou válečků se musí přesně překrývat. Vše se překryje další fólií a skleněnou deskou, která se zatíží závažím o hmotnosti 1kg. Průběh celého měření musí být velmi rychlý a od okamžiku zatížení je stopován čas 3 minuty.

Na konci měření je nutné vzniklou plochu nasáté tekutiny do chromatografického papíru a plochu plátek šunky okamžitě obtáhnout tužkou. Nemá-li vzniklá plocha kulatý tvar



je nutné odměřit 6 vzdáleností od konce plochy válečků šunky ke kraji plochy, která vznikla migrací tekutiny v chromatografickém papíru. Výsledné hodnoty se pak zprůměrují.

#### 4.4.7 Měření textury

Textura je důležitým znakem kvality masa a masných výrobků.

Při jejím posuzování se vychází ze vztahu mezi chemickým složením, strukturou a fyzikálními vlastnostmi. Měření textury proto zahrnuje jak samotnou oblast struktury, tak hodnocení texturních vlastností lidskými smysly (senzorika) nebo mechanickými či chemickými prostředky (Tornberg, 1996).

Hodnocení textury na základě senzoričké analýzy je subjektivní a vyžaduje určitou zkušenost, kdežto instrumentální metody jsou založeny na mechanických testech, při kterých dochází k měření míry odporu analyzovaného vzorku za působení určité síly při známé konstantní rychlosti za určitou časovou jednotku. Vzhledem k tomu, že aplikovaná síla obvykle překračuje hranici pevnosti vzorku, mívají tato mechanická měření převážně destruktivní charakter.

Měření šunek probíhalo na analyzátoru textury společnosti Stable Micro Systems Ltd. prostřednictvím sondy Multiple Puncture Probe. Ta obsahuje 13 jehel, které se zapichují do vzorku o rychlosti  $1\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$  do hloubky 20 mm. Celková doba měření je 20 sekund a sílu potřebnou k proniknutí analyzovaným materiálem zaznamenává přístroj graficky.

Obrázek 2: Měření textury na analyzátoru společnosti Stable Micro Systems Ltd.



#### 4.4.8 **Senzorická analýza**

Hodnocení vzorků pomocí senzorické analýzy se zúčastnilo celkem 85 předem proškolených osob. Při posuzování byl vyplňován protokol s nestrukturovanými orientovanými grafickými stupnicemi, na nichž se posuzovala přijatelnost či intenzita každého ze 17 sledovaných parametrů viz. příloha II. Vyhodnocení proběhlo na základě střední hodnoty souboru a graficky bylo porovnáno s výsledky laboratorními.

## 5 Výsledky

Výsledky prováděných analýz jsou ve většině případů uvedeny jako aritmetický průměr ze tří stanovení, pouze výsledky stanovení dusíkatých látek jsou aritmetickým průměrem ze stanovení dvou, pevnost textury a míra synereze byly měřeny s devíti opakováními. Odhad vzniklých nahodilých chyb během měření je uveden jako směrodatná odchylka za výsledkem (průměr  $\pm$  SD). Výpočet výsledků proběhl pomocí zadaných vzorců a funkcí v programu Microsoft Office Excel 2007.

### 5.1 Výsledky stanovení základních charakteristik

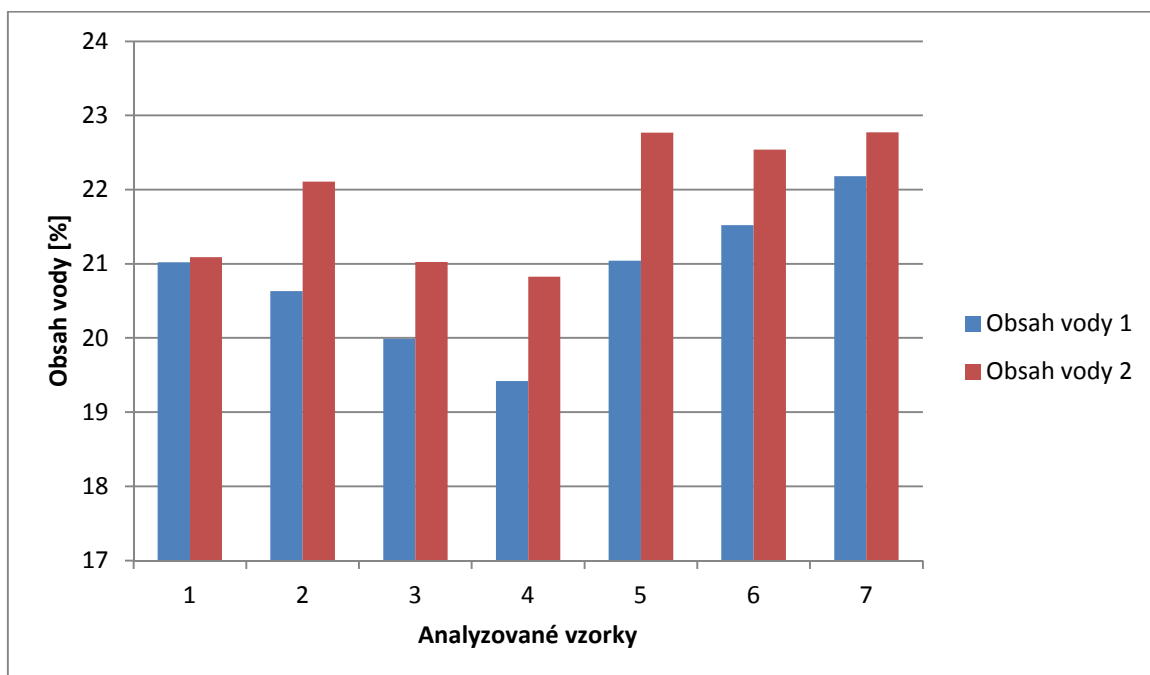
Mezi prováděná stanovení, která spadají do základního rozboru vzorků, jsou řazeny obsahy vody měřené pomocí vah s IČ zářičem (obsah vody 1) a získané za pomoci sušení s pískem (obsah vody 2), obsah dusíkatých látek, hodnota pH a stupeň vybarvení.

Jednotlivá měření byla prováděna dle postupů uvedených v kapitolách 4.4.1. až 4.4.5. a výsledky shrnují tabulka 13. a 14.

Tabulka 13: Výsledky stanovení obsahu vody [%] a dusíkatých látek [%]

Analyzovaný vzorek	Předmět stanovení		
	Obsah vody 1	Obsah vody 2	Obsah N látek
1	21,0200 $\pm$ 0,1600	21,0881 $\pm$ 0,9420	11,0100 $\pm$ 0,0650
2	20,6300 $\pm$ 0,1700	22,1059 $\pm$ 0,2958	11,2320 $\pm$ 0,1270
3	19,9900 $\pm$ 0,2700	21,0266 $\pm$ 0,1486	11,0440 $\pm$ 0,0510
4	19,4200 $\pm$ 0,6500	20,8263 $\pm$ 0,0726	10,8250 $\pm$ 0,1230
5	21,0400 $\pm$ 0,4000	22,7678 $\pm$ 0,2398	12,7160 $\pm$ 0,0070
6	21,5200 $\pm$ 0,2100	22,5392 $\pm$ 0,8076	11,1120 $\pm$ 0,1550
7	22,1800 $\pm$ 0,9200	22,7714 $\pm$ 1,1223	11,9540 $\pm$ 0,0240

Obrázek 3: Grafické porovnání hodnot obsahu vody stanovených rychlou (Obsah vody 1) a referenční (Obsah vody 2) metodou



Tabulka 14: Výsledky stanovení hodnoty pH a stupně vybarvení [%]

Analyzovaný vzorek	Předmět stanovení	
	Hodnota pH	Stupeň vybarvení
1	6,25 ± 0,03	22,58 ± 4,27
2	6,42 ± 0,03	67,93 ± 5,77
3	6,44 ± 0,04	59,10 ± 1,31
4	6,54 ± 0,04	32,09 ± 3,50
5	6,29 ± 0,04	52,04 ± 2,82
6	6,26 ± 0,02	41,38 ± 5,92
7	6,29 ± 0,03	57,22 ± 5,33

## 5.2 Výsledky hodnocení textury

Do kapitoly hodnocení textury spadá stanovení synereze a pevnosti výrobku.

Určitá míra uvolňování tekutiny na povrch tepelně opracovaného masného výrobku musí být vždy přítomná. V opačném případě by se jednalo o suchý a trupelnatý produkt, který by byl z hlediska křehkosti a šřavnatosti hodnocen spotřebiteli negativně.

Měření textury bylo zařazeno jako doplňkové a vzhledem k nedostatečnému množství materiálu bylo provedeno pouze u první série.

Obě stanovení probíhala dle postupů z kapitol 4.4.6. a 4.4.7. a průměrné výsledky z deseti stanovení zachycuje tabulka 15.

Tabulka 15: Výsledky stanovení synereze [mm] a pevnosti [g]

Analyzovaný vzorek	Předmět stanovení	
	Synereze	Pevnost
1	$4,8 \pm 0,07$	$4959,5 \pm 519,90$
2	$4,6 \pm 0,05$	$4645,1 \pm 289,80$
3	$4,9 \pm 0,07$	$5068,4 \pm 314,20$
4	$4,9 \pm 0,04$	$5916,3 \pm 869,50$
5	$3,2 \pm 0,04$	x
6	$4,4 \pm 0,08$	x
7	$2,9 \pm 0,05$	x

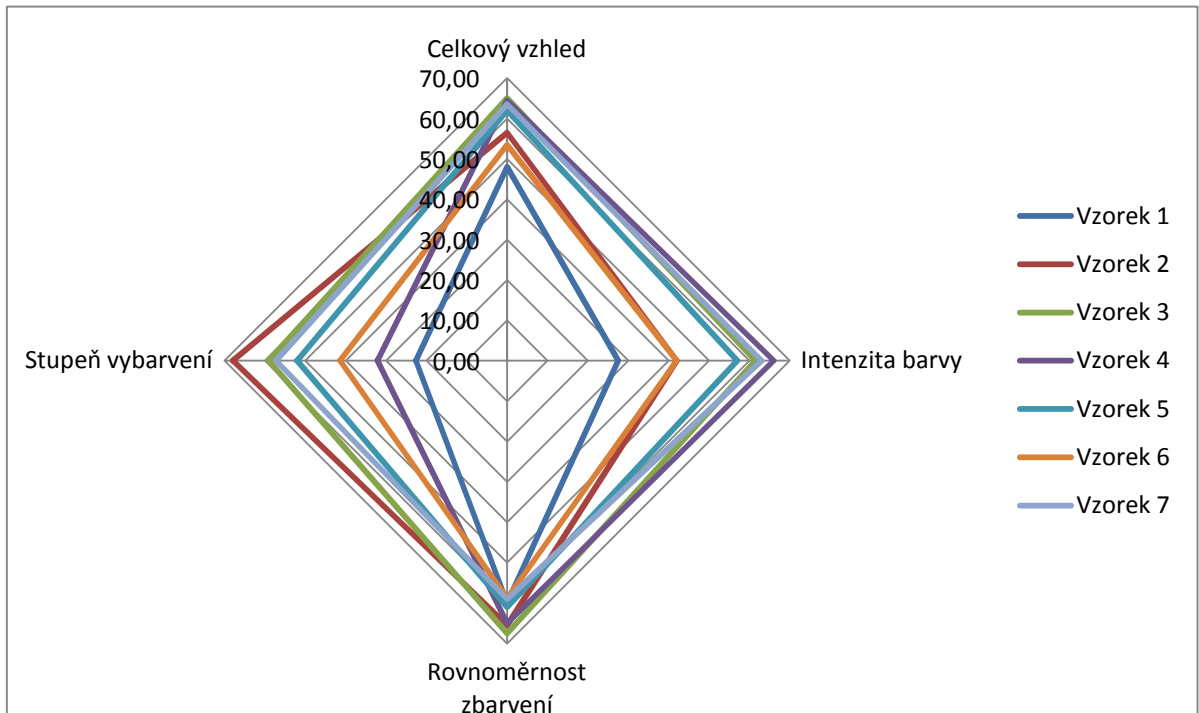
## 5.3 Výsledky senzorické analýzy

Analýza probíhala dle popisu v kapitole 4.4.8. a k vyhodnocení dat byla použita statistická metoda míry centrální tendence. Výsledky středních hodnot prezentuje tabulka 16.

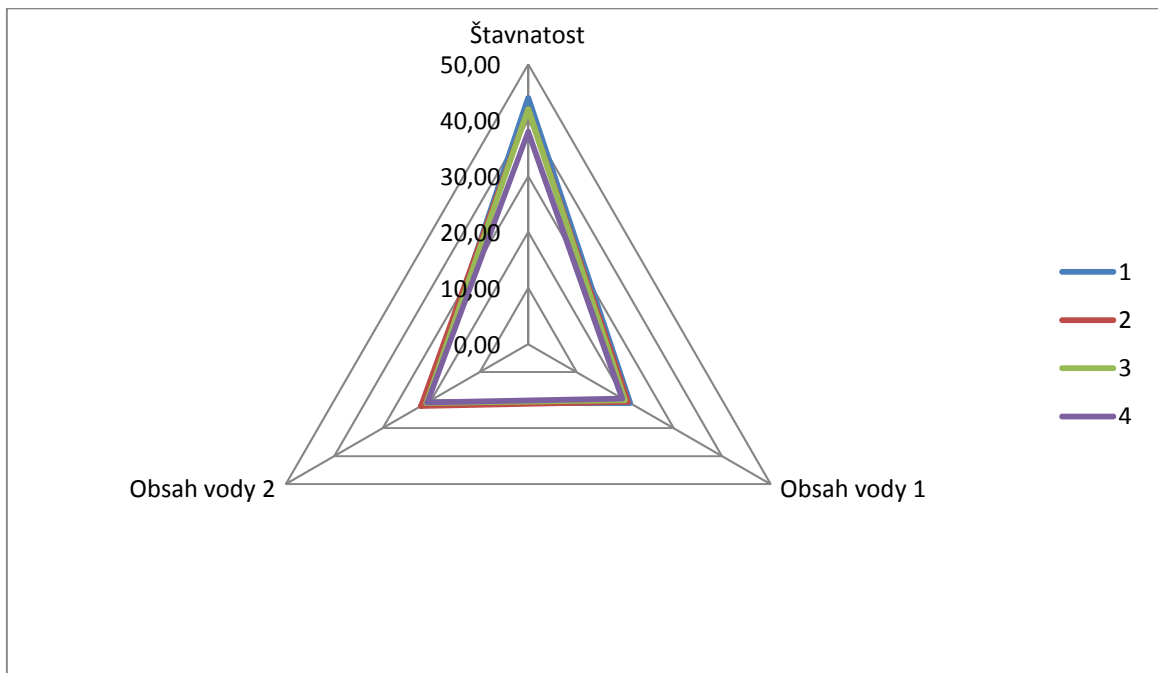
Tabulka 16: Výsledky senzoričké analýzy - median [%]

Sledovaný parametr	Stupnice	Hodnocený vzorek						
		1	2	3	4	5	6	7
<b>Celkový vzhled</b>	velmi špatný - vynikající	48,00	56,50	65,00	64,50	62,00	53,50	63,50
<b>Intenzita barvy</b>	neznatelná - velmi silná	27,50	42,00	61,50	66,00	57,00	42,00	63,00
<b>Rovnoměrnost zbarvení</b>	nerovnom. - rovnoměrné	60,00	65,50	67,50	65,00	61,00	58,75	59,00
<b>Příjemnost vůně</b>	odporná - velmi příjemná	63,75	61,25	64,50	64,25	49,50	45,75	52,00
<b>Intenzita šunkové vůně</b>	neznatelná - velmi silná	54,25	58,00	59,50	61,75	39,75	33,50	42,25
<b>Intenzita jiné masové vůně</b>	neznatelná - velmi silná	19,00	21,50	18,75	24,00	20,50	15,00	20,00
<b>Intenzita netypické vůně</b>	neznatelná - velmi silná	11,00	10,25	12,00	13,25	12,75	13,00	11,50
<b>Celková příjemnost chuti</b>	odporná - velmi příjemná	58,00	60,50	59,00	57,25	54,50	44,00	55,00
<b>Příjemnost konzistence</b>	odporná - velmi příjemná	62,00	59,50	63,50	57,00	53,75	53,00	53,50
<b>Pevnost na skusu</b>	velmi tuhá - velmi měkká	56,00	49,00	45,00	43,00	41,00	49,00	29,50
<b>Šťavnatost</b>	suchá - vodnatá	44,00	42,00	42,00	38,00	31,00	40,50	23,50
<b>Celková Intenzita chuti</b>	neznatelná - velmi silná	56,00	55,00	57,50	60,00	47,50	49,00	43,50
<b>Intenzita šunkové chuti</b>	neznatelná - velmi silná	57,50	60,00	60,25	62,75	49,00	53,00	56,00
<b>Intenzita jiné masové chuti</b>	neznatelná - velmi silná	37,00	40,00	35,75	38,50	27,75	29,00	34,25
<b>Intenzita slané chuti</b>	neznatelná - velmi silná	42,50	44,00	45,00	49,50	34,00	40,00	35,00
<b>Drobivost</b>	kompaktní - velmi drobivé	39,75	39,50	38,00	42,50	34,00	38,50	31,50
<b>Celkové hodnocení</b>	nepříjemná - vynikající	63,00	65,50	62,75	63,00	62,50	51,00	51,00

Obrázek 4: Diagram porovnání sensorického hodnocení barvy a rovnoměrnosti zbarvení s analytickým stanovením stupně vybarvení [%]



Obrázek 5: Grafické porovnání šťavnatosti výrobku z hlediska vnímání hodnotitelů a naměřeného obsahu vody



## 6 Diskuze

Obě metody stanovení obsahu vody vykazují rozdílné hodnoty, jak je i graficky znázorněno na obrázku 3. Rozdíl je způsoben charakterem měření, kdy se v prvním případě za použití infračervených vah jedná pouze o metodu orientační.

- Obsah vody 1: U obou vzorků z PSE svaloviny je naměřený obsah vody vyšší, než u masa normálního. Aditivní přípravky ho dokázaly pozitivně ovlivnit jen v druhé sérii, kdy u 7. vzorku byla získána hodnota 22,18 % oproti 21,04 % u PSE šunky.
- Obsah vody 2: Po celkových osmi hodinách sušení a získání veškerých dat pro výpočty bylo zjištěno následující. Obsah vody ve vzorcích z PSE masa je v rámci jednotlivých sérií s hodnotami 21,0881 % a 22,5392 % nižší oproti hodnotám u normálního masa.

Účinnost přípravků v první sérii tedy nebyla prokázána, obsah vody byl zde dokonce nižší, než u vzorků bez jejich použití. V druhé sérii tomu bylo naopak, přípravek Naturham 1 CZ dokázal obsah vody ve výrobku zvýšit na 22,7714%, což je dokonce více, než u vzorku z masa normálního. Při porovnání výsledků s parametrem šřavnatosti ze senzorké analýzy (Obrázek 5) nedošlo k žádným prokazatelným rozdílům.

Obsah dusíkatých látek se rovná laboratornímu stanovení obsahu bílkovin. A vzhledem k tomu, že extrahovatelnou bílkovin u PSE masa klesá, jak uvádí Stupka (2009), měla by i hodnota dusíkatých látek u vzorků ze suroviny obsahující tuto myopatii být nižší, což potvrzují i výsledky vzorků 1 (11,010%) a 6 (11,112 %) oproti výsledkům vzorků 2 (11,232 %) a 5 (12,716 %). Účinnost přídatných látek byla s výsledným obsahem dusíku 11,954% opět prokazatelnější spíše u druhé série, tedy u zrněných výrobků.

Pokud bychom při hodnocení pH měli vycházet z hodnot měřených ve svalovině zvířete po porážce, výsledkem by bylo konstatování, že u žádného ze vzorků se o PSE maso nejedná. Jak uvádí Dvořák (1987) hodnota pH u PSE masa se snižuje až na 5,4. Pokud budeme porovnávat hodnoty pH u šunkových výrobků, jak vzorek 1, tak i 6, se přesto vyznačují oproti ostatním hodnotami nižšími. Použité přípravky dokázaly hodnotu pH zvýšit, u první série dokonce nad hodnoty pH normálního masa, u druhé jsou s číslem 6,29 srovnatelné. Poznatky Březiny a kol. (2003) pozitivní vliv aditiv na hodnotu pH potvrzují.

Podíl nitroxyhemochromu, tedy hemových barviv převedených do stabilního červeného barviva masných výrobků, bývá u kvalitní šunky vyšší než 60%. Čím vyšší je jeho hodnota, tím lepší je výsledná barva.



Jak uvádí Steinhauser (1995), u PSE masa je následkem většího zastoupení bílých svalových vláken a jejich změněnou hydratací, snížen obsah myoglobinu natolik, že je tato vada viditelná na první pohled. Bledost masa je tak jedním z prvních příznaků výskytu myopatie. Výsledky analýzy potvrzují teoretické poznatky, kdy se podíl nitroxyhemochromu u šunek z PSE svaloviny pohybuje v nižších hodnotách. Nejvíce je to patrné u celosvalové šunky, kde se jedná o pouhých 22,24 %.

Použitím aditivních přípravků v první sérii byla barva masa prokazatelně zlepšena, přičemž u přípravku Naturham W.M.1 CZ s mnohem větší účinností. Je zde tedy dobrý předpoklad, že tento přípravek by mohl být využíván při zpracování PSE suroviny do masných výrobků komerčně.

Přípravek Naturham 1 CZ u druhé série sice barvu také zlepšil, ale jeho účinnost již nebyla tak prokazatelná, jako v předchozím případě.

Bohužel žádný z přípravků nebyl schopen barvu PSE masa upravit tak, aby byla srovnatelná s masem normálním. Grafické porovnání stupně vybarvení s vnímáním barvy hodnotiteli ( Obrázek 5) však vypovídá o opaku, šunky s aditivními přípravky jsou hodnoceny lépe, než šunky normální.

Výsledky synereze z první série (1- 4) nejsou zcela průkazné, protože i když je zde znatelný rozdíl vaznosti u šunky vyrobené z PSE a normálního masa, u PSE šunek s použitím přípravků na její posílení jsou výsledky oproti šunce bez jejich přídavku ještě nepatrně zhoršené. U druhé série (5- 6) je situace již zcela jiná. Šunka z PSE masa uvolnila jednoznačně nejvíce tekutiny a prokázala tak oproti šunce normální obsah suroviny s myopatií. Navíc, výsledek synereze 2,9 mm u 7. vzorku dokazuje pozitivní vliv přípravku Naturham 1 CZ, který zlepšil vaznost výrobku nejen oproti šunce z PSE svaloviny, ale i proti vzorku z normálního masa.

Při hodnocení obou sérií zároveň můžeme konstatovat, že použití aditiv na posílení vaznosti má větší význam u zrněných produktů, než u celosvalových.

Co se týče hodnocení textury, tak vzhledem ke skutečnosti, že konzistence PSE masa je měkčí, jak uvádí Stupka a kol. (2009), měla by být nižší i síla potřebná k průniku jeho strukturou. To se ovšem nepotvrdilo, protože nejnižší hodnota 4645,1 g byla naměřena u vzorku vyrobeného z normálního masa. Naproti tomu hodnotami 5068,4 g u 3. a 5916,3 u 4. vzorku byl jednoznačně prokázán vliv aditivních látek na zpevnění struktury výrobku.

Již výsledky sensorického hodnocení celkového vzhledu výrobku odráží skutečnost. Nejhorší jsou hodnoceny vzorky 1 a 6, tedy šunky vyrobené z PSE svaloviny. Naopak nejlépe

na hodnotitele působí výrobky s aditivními přípravky, i přesto, že základní surovinou je také maso s myopatií. Jak již bylo zmíněno, vizuální stránka produktu je při nákupu pro spotřebitele klíčová, tedy v tomto ohledu se aditiva osvědčila jako výborný způsob úpravy nejen masa s myopatií, ale i masa normálního.

Při porovnání sensorického hodnocení barvy a laboratorních výsledků stupně vybarvení nacházíme jisté rozdíly. Sensoricky je zabarvení šunek s přidavkem aditiv oproti normálním hodnoceno mnohem lépe. Při stanovování stupně vybarvení bylo ale procentuální zastoupení nitroxyhemochromů prokazatelně vyšší u výrobků z masa normálního. Šunky z PSE svaloviny jsou v obou případech hodnoceny negativně, zrněné však podstatně lépe než celosvalové. Přídavek aditiv do výrobků má také pozitivní vliv i na rovnoměrnost zbarvení.

Intenzita šunkové vůně je lépe hodnocena u první série, kde se pohybuje v rozmezí 50 – 60 %, šunka z PSE masa se nejvíce blíží spodní hranici. U druhé série je s 33,5% intenzita šunkové vůně PSE výrobku také spíše nezatelná. Hodnoty intenzity jiné masové vůně jsou všeobecně nízké, u PSE šunek nižší než u ostatních. Konkrétně však tato vůně nebyla hodnotiteli specifikována. Zastoupení netypické vůně se pohybuje okolo 10% bez prokazatelných rozdílů mezi jednotlivými vzorky.

Celkově je vůně hodnocena opět lépe u šunek celosvalových, mezi 60 – 65%, u zrněných se pohybujeme v rozmezí 45 – 55%. Obě série bez prokazatelných rozdílů.

Co se týče chuti. Dle výsledků mají aditiva pozitivní vliv na příjemnost a intenzitu šunkové chuti. Celková intenzita chuti se zlepšila po přidání aditiv u šunek celosvalových, u šunek zrněných je to hodnotiteli vnímáno spíše negativně. Jiná masová chuť je vnímána překvapivě spíše u šunek z masa normálního a nejčastěji byly uváděny drůbeží a kmínová.

Pro posouzení textury lze pracovat s výstupy z hodnocení konzistence, pevnosti a drobivosti. Oproti výstupům z textuometru jsou PSE šunky dle sensorické analýzy nejměkčí, přidáním aditiv byla pevnost posílena až pod hranici 49%, kterou byly klasifikovány šunky normální.

I přesto, že v některých bodech byl pozitivní vliv aditivních přípravků jednoznačně prokázán, v celkovém hodnocení se to neprojeví. Nejlépe byly hodnoceny šunky normální, okolo 65%, avšak ne s příliš velkým náskokem před ostatními. Všeobecně pak celosvalové šunky vykazují lepší výsledky než šunky zrněné.

## 7 Závěr

Diplomová práce byla zaměřena na stanovení základních charakteristik masa souvisejících s jeho kvalitou a poptávkou spotřebitele. Stanovován byl obsah vody a dusíkatých látek, stupeň vybarvení, míra synereze a hodnota pH. Analýza byla provedena u vzorků tepelně opracovaných masných výrobků dodaných firmou Natura Food Additives. Cílem bylo zjistit, zda má přidání aditivních přípravků podporujících vaznost pozitivní vliv na vlastnosti produktů vyrobených z masa s myopatií PSE.

Hypotéza se potvrdila, aditivní přípravky skutečně zlepšily vlastnosti šunkových výrobků. Větší vliv má jednoznačně přípravek Naturham 1 CZ v kombinaci s výrobou tepelně opracovaného masného výrobku ze zrněné suroviny. Zde byla zřejmě difúze aditivních látek díky pokrytí větší plochy úspěšnější.

Konečný výstup sensorické analýzy však naznačuje, že pro spotřebitele nemá přídavek aditivních látek příliš velký význam, šunku se zlepšenými vlastnosti vnímají stejně jako produkt bez aditiv. Preference zůstává u šunek z normální suroviny, i když se zanedbatelným rozdílem.

## Seznam použité literatury

- Ábrahám, C., Balogh, K., Weber, M., Seenger, J., Mézes, M., Fébel, H., Szűcs, E. 2006. Effect of preslaughter handling on stress response and meat quality of pigs. *Fleischwirtschaft*. 86 (4). 103-106.
- Bečková, R. 1997. Možnost zlepšování kvality vepřového masa. *Náš chov*. 57 (8). 17-19.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P. 2009. *Food chemistry*. Springer-Verlag. Berlin. p. 1070. ISBN: 978-3-540-69933-0.
- Brøndum, J., Munck, J., Henckel, P., Karlsson, A., Tornberg, E., Endelsen, S. 2000. Prediction of water-holding capacity and composition of porcine meat by comparative spectroscopy. *Meat Science*. 55 (2). 177-185.
- Březina, P., Hrabě, J., Komár, A. 2003. *Technologie, hygiena a zbožíznałství II.část – Technologie, hygiena a zbožíznałství potravin živočišného původu, VVŠ PV, Vyškov*. 168 s. ISBN: 80-7231-107-7.
- Buckley, D. J., Morrisey, P. A., Gray, J. I. 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *Journal of Animal Science*. 73 (10 ). 3122-3130.
- Čepička, J. a kol. 1995. *Obecná potravinářská technologie*. VŠCHT. Praha. 246 s. ISBN: 80-7080-239-1.
- ČSN ISO 57 6023. *Maso a masné výrobky – Stanovení obsahu dusíku*. 2002. Český normalizační institut. Praha.
- Dvořák, Z. 1987. *Nutriční hodnocení masa jatečných zvířat*. SNTL. Praha. 270 s.
- Honikel, K. O. 1987. How to Measure the Water-Holding Capacity of Meat? Recommendation of Standardized Methods. *Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science*. 38. 129-142.

Honikel, K. O. 2004. Water-holding capacity of meat. In: Pas, M. F. W. te, Everts, M. E., Haagsman, H. P. (eds.). Muscle development of livestock animals physiology, genetics and meat quality. CABI. Wallingford. p. 411. ISBN: 0-85199-811-9.

Hopkins, D. L., Taylor, R.G. 2004. Post- mortem muscle proteolysis and meat tenderness. In: Pas, M. F. W. te, Everts, M. E., Haagsman, H. P. (eds.). Muscle development of livestock animals physiology, genetics and meat quality. CABI. Wallingford. p. 411. ISBN: 0-85199-811-9.

Howard, J., Fuchs, L. 1992. Method for stunning animals for slaughter. U. S. Patent. 5,112,270.

Huff – Lonergan, E., Baas, J. T., Malek, M., Dekkers, J. C. M., Prusa, K., Rothschild, M. F. 2002. Correlations among selected pork quality traits. Journal of Animal Science. 80 (30). 617-627.

Huff – Lonergan, E., Lonergan, S. M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science. 71 (1). 194-204.

Ingr, I. 2004. Produkce a zpracování masa. MZLU. Brno. 202 s. ISBN: 80-7157-719-7.

Ingr, I. 1996. Technologie masa. MZLU. Brno. 273 s. ISBN: 80-7157-719-7.

Jukna, V., Jukna, Č., Pečiulaitienė, N. 2012. Electrical conductivity of pig meat and its relation with quality. Veterinarija ir Zootechnika. 57 (79 ). 18-21.

Kadlec, P. a kol. 2009. Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin. KEY Publishing. Ostrava. 565 s. ISBN: 978-80-7418-051-4.

Kursa, J. 1984. Zátěžové myopatie (syndrom stresu) u prasat. Videopress MON. Praha. 119 s.

Kvapilík, J. 2012. Chov prasat – výroba a spotřeba vepřového masa. In: Václavková, E. (ed.). Aktuální problémy chovu prasat. VÚŽV. Praha. s. 45- 53. ISBN: 978-80-7403-092-5.

- Kvapilík, J., Příbyl, J., Růžička, Z., Řehák, D. 2009. Results of pig carcass classification according to SEUROP in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*. 54 (5). 217-228.
- Laack, R. L., Stevens, S. G., Stalder, K.J. 2001. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. *Journal of Animal Science*. 79 (2 ). 392-397.
- Lee, S., Norman, J. N., Gunasekaran, S., van Laack, R. L., Kim, B. C., Kauffman, R. G. 2000. Use of electrical conductivity to predict water- holding capacity in post- rigor pork. *Meat Science*. 55 (4). 385-389.
- Mancini, R. A., Hunt, M.C. 2005. Current research in meat color. *Meat Science*. 71 (1). 100-121.
- Micklander, E., Peshlov, B., Purslow, P. P., Engelsens, S. B. 2002. NMR-cooking: monitoring the changes in meat during cooking by low-field <sup>1</sup>H-NMR. *Trends in Food Science & Technology*. 13 (9- 10). 341-346.
- Mitchell, G., Heffron, J. J. A. 1982. Porcine stress syndromes. *Advances in Food Research*. 28. 167-230.
- Nam, K. C., Ahn, D. U. 2003. Use of antioxidants to reduce lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated pork homogenates and patties. *Meat Science*. 63 (1 ). 1-8.
- Pípek, P., Jírotková, D. 2001. Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů (Část III.) Hodnocení a zpracování masa, drůbeže, vajec a ryb. Zemědělská fakulta JČU. České Budějovice. 136 s. ISBN: 80-7040-490-6.
- Pípek, P., Pour, M. 1998. Hodnocení jakosti živočišných produktů. ČZU. Praha. 139 s. ISBN: 80-213-0442-1.
- Pípek, P. 1993. Technologie masa I. VŠCHT. Praha. 212 s. ISBN: 80-7080-174-3.

- Pulkrábek, J. 2005. Chov prasat. Profi Press. Praha. 156 s. ISBN: 80-86726-11-8.
- Rosenvold, K., Andersen, H.J. 2003. Factors of significance for pork quality – a review. Meat Science. 64 (3). 214–237.
- Rybarzyk, A., Pietruszka, A., Karamucki, T., Matysiak, B. 2012. The impact of carcass chilling techniques on the quality of pork. Fleischwirtschaft International. 27 (4). 56-57..
- Sams, A. R. 1999. Meat quality during processing. Poultry Science. 78. 798-803.
- Schneiderová, P. 1993. Identifikace na stres citlivých prasat. ÚZPI. Praha. 46 s. ISSN: 0862-3562.
- Schulman, A. 1981. Exertional myopathy in finnish Landrace pigs a survey of the situation and evaluation of different control methods. Suomen maataloustieteellinen seura. Helsinki. p. 511- 568. ISBN: 951-9041-15-X.
- Steinhauser, L. a kol., 1995. Hygiena a technologie masa. LAST. Brno. 643 s. ISBN: 80-900260-4-4.
- Steinhauser, L. a kol. 2000. Produkce masa. LAST. Brno. 464 s. ISBN: 80-900260-7-9.
- Straka, I., Malota, L. 2006. Chemické vyšetření masa (klasické laboratorní metody). OSSIS. Tábor. 94 s. ISBN: 80-86659-09-7.
- Straw, B.E., Mengeling W. L., D'Allaire S., Taylor D. J. 2003. Choroby ošípaných, 2. Svazek. Hajko & Hajková. Bratislava. 461 – 880 s. ISBN: 80-88700-58-2.
- Stupka, R., Čítek, J., Šprysl, M., Okrouhlá, M., Kureš, D., Líkař, K. 2008. Effect of weight and sex on intramuscular fat amounts in relation to the formation of selected carcass cuts in pigs. Czech Journal of Animal Science. 53 (12). 506-514.

Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. 2009. Základy chovu prasat. ČZU. Praha. 180 s. ISBN: 978-80-904011-2-9.

Tornberg, E. 1996. Biophysical aspects of meat tenderness. Meat Science. 43. 175- 191.

Česko. Vyhláška č. 169/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 326/2001 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), g), h), i) a j) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, ve znění vyhlášky č. 264/2003 Sb. In. Sbírka zákonů České republiky. 2009. částka 51. s. 2130-2136. Dostupné také z < <http://www.agroporadenstvi.cz/UserFiles/File/Legislativa/09-169.htm>>

Warriss, P. D. 2010. Meat science: 2nd edition: an introductory text. CABI. Wallingford. p. 234. ISBN: 978-1-84593-593-1.

Windhorst, H.-W. 2012. China is the world's biggest pork producer. Fleischwirtschaft. International. 27 (3). 10-16.

Fleischwirtschaft. 27 (6), 7.

## **Internetové zdroje**

Ingr, I. 2003a. Atypické zrání a kažení masa [ online]. ČSZM. 26. listopadu 2003. [ cit. 2012-10-02]. Dostupné z <<http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=895>>.

Ingr, I. 2003b. Zrání masa a jeho praktický význam [ online]. ČSZM. 22. října 2003. [ cit. 2012-09-20]. Dostupné z <<http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=894>>.

Pavelková, K. 2012. Přidatné látky povolené při výrobě potravin [ online]. SZPI. 6. června 2012. [ cit. 2013-03-15]. Dostupné z <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1000105&docType=ART&nid=11324>>.



## Seznam obrázků

Obrázek 1: Průběh pH u normálního, PSE, DFD a „Hampshire“ masa .....	25
Obrázek 3: Měření textury na analyzátoru společnosti Stable Micro Systems Ltd. ....	49
Obrázek 3: Grafické porovnání hodnot obsahu vody stanovených rychlou (Obsah vody 1) a referenční (Obsah vody 2) metodou.....	52
Obrázek 4: Diagram porovnání sensorického hodnocení barvy a rovnoměrnosti zbarvení s analytickým stanovením stupně vybarvení [%].....	55
Obrázek 5: Grafické porovnání šťavnatosti výrobku z hlediska vnímání hodnotitelů a naměřeného obsahu vody.....	55

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Srovnání produkce vepřového masa v ČR a ve světě (Faostat, ČSÚ).....	10
Tabulka 2: Členění masných výrobků (Příloha k vyhlášce č. 326/2001 Sb.).....	14
Tabulka 3: Nejvyšší obsah tuku a pojivové tkáně v mase určeném jako složka při výrobě.....	15
Tabulka 4: Požadavky na složení a smyslové požadavky na šunky (Příloha k vyhlášce č. 326/2001 Sb.).....	17
Tabulka 5: Technologické požadavky na tepelně opracované masné výrobky (Příloha k vyhlášce č. 326/2001 Sb.).....	18
Tabulka 6: Shrnutí událostí vedoucích ke vzniku PSE a DFD masa (Warriss, 2010).....	23
Tabulka 7: Mezní hodnoty pro stanovení jakostních odchylek vepřového masa (Stupka a kol., 2009).....	30
Tabulka 8 : Mezní hodnoty pH jakostních odchylek vepřového masa (Stupka a kol.,2009) ...	31
Tabulka 9: Mezní hodnoty elektrické vodivosti měřené 50 min. <i>post portem</i> pro stanovení...	32
Tabulka 10: Odhad kvality masa přístrojem HGP podle reflexní hodnoty (Pulkrábek a kol.,2005).....	36
Tabulka 11: Výhody a nevýhody tepelného zpracování masa (Warriss, 2010) .....	40
Tabulka 12: Výsledky stanovení obsahu vody pomocí vah s infračerveným zářičem [%] 53, 55	
Tabulka 13: Výsledky stanovení obsahu vody [%] a dusíkatých látek [%] .....	53
Tabulka 14: Výsledky stanovení hodnoty pH a stupně vybarvení [%] .....	54
Tabulka 15: Výsledky stanovení synereze [mm] a pevnosti [g].....	55
Tabulka 16: Výsledky senzorické analýzy - median [%] .....	57

## **Seznam příloh**

Příloha I: Obrazová příloha fotografií analyzovaných šunkových výrobků

Příloha II: Protokol hodnocení šunky pomocí senzorické analýzy