Barevné změny masa baleného v ochranné atmosféře

Bc. Michaela Macková

Diplomová práce
2012

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Michaela MACKOVÁ**
Osobní číslo:	**T10518**
Studijní program:	**N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Téma práce:	**Barevné změny masa baleného v ochranné atmosféře**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část:

1. **V literární části shromáždit informace o produkci, zpracování, zrání, způsobech balení a ochranných plynech**

II. Praktická část:

1. **Provedte měření fyzikálně – biologických parametrů– měření pH, teplot před balením masa a po zabalení v různé dny– záznam o barevných změnách**
2. **Vyhodnocení získaných hodnot a poznatků**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1]STEINHAUSER,L.a kol. Produkce masa, Last, Brno 2000
[2]STEINHAUSER,L.a kol. Higiena a technologie masa, Last, Brno 1995
[3]PIPEK,P., Technologie masa I, VŠCHT, Praha 1995

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Robert Gál, Ph.D.**
Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **6. ledna 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

L.S.

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Fakulta technologická

doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ……. Obor: …….

P R O H L Á Š E N Í

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby [1)];
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 [2)];
- beru na vědomí, že podle § 60 [3)] odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 [3)] odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

.....

[1)] zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.
[2)] zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:
(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).
[3)] zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:
(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.
(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou vad masa baleného v ochranné atmosféře. Práce je zaměřena na vepřové maso. Jejím cílem je sledování a vyhodnocení vzniku vad u vepřového masa za pomoci měření hodnoty pH, složení ochranné atmosféry a teploty.

Klíčová slova: složení masa, postmortální změny, kvalita

ABSTRACT

This thesis deals with defects in meat packaged in a protective atmosphere. This work focuses on pork. Its aim is the monitoring and evaluation of defects in pork using measurements of pH, composition and temperature controlled atmosphere.

Keywords: composition of meat post-mortem changes, quality

Zde bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za odborné vedení, rady a pomoc při psaní této práce. Dále bych chtěla poděkovat společnosti Agrofert Holding a.s., která mi umožnila v provoze měřit potřebná data. Panu MVDr. Nezbedovi, který mě byl nápomocen odbornou radou. V neposlední řadě rodině a přátelům za jejich podporu a pomoc při studiu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická do IS/STAG jsou totožné. Dále prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautor.

Ve Zlíně 5. 5. 2012

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD **11**

I TEORETICKÁ ČÁST **12**

1 VÝZNAM MASA **13**

2 SLOŽENÍ MASA **14**

2.1 HISTOLOGICKÁ STAVBA MASA 15

2.1.1 Epitel 15
2.1.2 Nervová tkáň 15
2.1.3 Pojivová tkáň 15
2.1.4 Svalová tkáň 16
2.1.4.1 Svalovina příčně pruhovaná 16
2.1.4.2 Svalovina hladká 17
2.1.4.3 Svalovina srdeční 17

2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA 18

2.2.1 Bílkoviny 18
2.2.1.1 Sarkoplasmatické bílkoviny 18
2.2.1.2 Myofibrilární bílkoviny 19
2.2.1.3 Stromatické bílkoviny 19
2.2.2 Kolagen 20
2.2.3 Lipidy 20
2.2.4 Extraktivní látky 20
2.2.4.1 Sacharidy 21
2.2.4.2 Organické fosfáty 21
2.2.4.3 Dusíkaté extraktivní látky 21

3 VLASTNOSTI MASA **23**

3.1 BARVA MASA 23

3.1.1 Hemoglobin 23
3.1.2 Myoglobin 23
3.1.3 Světlost masa 24

3.2 INTRAVITÁLNÍ VLIVY 25

3.2.1 Pohlaví 25
3.2.2 Věk 25
3.2.3 Jatečná zralost 25

4 ENZYMOVÉ PROCESY VE SVALOVINĚ JATEČNÝCH ZVÍŘAT **26**

4.1 CHARAKTERISTIKA POSTMORTÁLNÍCH BIOCHEMICKÝCH ZMĚN SVALOVINY A MASA 27

4.1.1 Autolýza masa 27
4.1.1.1 Rigor mortis 27
4.1.1.2 Zrání masa 28
4.1.2 Proteolýza 28
4.1.3 Význam zrání pro technologickou a kulinární praxi 29

4.2 ABNORMÁLNÍ PRŮBĚH AUTOLÝZY MASA 31

4.2.1 PSE maso 31
4.2.2 DFD maso 32
4.2.3 Zkrácení svalových vláken chladem (cold shortening) 33

4.2.4 Hampshire faktor 34
4.2.5 Zvláštní formy kažení masa 34
4.2.6 Zapaření masa 35
4.2.7 Ložisková hniloba masa 35
4.2.8 Kažení masa od kosti 35
5 ZPRACOVÁNÍ MASA A JEHO ÚPRAVA 37
5.1 JATEČNÍ ZPRACOVÁNÍ ZVÍŘAT 37
5.2 BOURÁNÍ MASA 38
5.2.1 Bourání pro výrobu 38
5.2.2 Bourání pro výsek 38
5.3 MASNÁ VÝROBA 39
6 PRODUKCE MASA VE SVĚTĚ A U NÁS 40
6.1 HLAVNÍ FAKTORY SPOTŘEBY MASA 41
6.2 ZDRAVOTNÍ NEZÁVADNOST 42
6.3 JAKOST 43
6.4 CENA 45
7 BALENÍ MASA 46
7.1 OCHRANNÁ ATMOSFÉRA 47
7.1.1 Plyny pro potravinářství dle EC 48
7.2 VAKUOVÉ BALENÍ 52
II PRAKTICKÁ ČÁST 53
8 METODIKA PRÁCE 54
8.1 CÍL PRÁCE 55
8.1.1 Hodnota pH 55
8.1.2 Teplota 56
8.1.3 Měření ochranné atmosféry 57
9 VÝSLEDKY A DISKUSE 59
9.1 VYHODNOCENÍ HODNOT PH 60
9.1.1 Výsledky a grafická znázornění 60
9.1.2 Vepřová pečeně 61
9.1.3 Vepřová kýta 69
9.1.4 Vepřová krkovice 74
9.1.5 Hodnocení 77
9.2 VYHODNOCENÍ TEPLOTY MASA 79
9.2.1 Vepřová pečeně 79
9.2.2 Vepřová kýta 81
9.2.3 Vepřová krkovice s kostí 84
9.2.4 Hodnocení 87
9.3 VYHODNOCENÍ SLOŽENÍ OCHRANNÉ ATMOSFÉRY 89
9.3.1 Vepřová pečeně 89
9.3.2 Vepřová kýta 90
9.3.3 Vepřová krkovice s kostí 91
9.3.4 Hodnocení 93
ZÁVĚR 94

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY **96**
SEZNAM OBRÁZKŮ **99**
SEZNAM TABULEK **101**

ÚVOD

Maso je jednou z důležitých součástí stravy člověka. Z nutričního hlediska je velmi bohatým zdrojem esenciálních aminokyselin a bílkovin, vitamínů skupiny B, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek. Pro člověka je zajímavé nejen svým bohatým nutričním složením, ale převážně svou typickou chutí a vůní.

Proto, aby všechny tyto složky byly vysoce kvalitní, je třeba používat i suroviny, ve které jsou látky obsažené v co nejvyšší kvalitě. V dnešní moderní době, kdy pro maso ne vždy chodíme do specializovaných obchodů, ale často jej nakupujeme v supermarketech či hypermarketech, si našlo své nezastupitelné místo balení masa do ochranné atmosféry či vakua. Surovina je snáze přepravitelná a zákazník si v obchodě vybere přesně podle svého požadavku. Surovina musí splňovat vysoké nároky jak obchodních řetězců tak v neposlední řadě nakupujících. Obchodní řetězce si kladou vysoké nároky jak na způsob opracování, tak na vysokou kvalitu balení a estetiky. Maso musí být řádně naskládáno a presentováno aby upoutalo potenciálního zákazníka a nepoškodilo dobré jméno prodávajícího.

I přes snahu o co nejlepší presentaci a kvalitu stále musíme mít na zřeteli, že se jedná o surovinu s nízkou údržností. Proto se často setkáváme s barevnými vadami baleného masa, ať se jedná o šednutí, otlaky či zelenání masa. Maso je surovina velmi citlivá na teplotní výkyvy a nikdy ji nemůžeme označit za zcela sterilní. Dochází zde jak k rozvoji přirozené mikroflóry tak k výrazným chemickým a biologickým pochodům. Od zabití až po cestu ke konečnému spotřebiteli je maso vystaveno celé škále vlivů, které výrazně mohou ovlivnit jeho kvalitu a senzorické vlastnosti. Výrobce se snaží vždy tyto aspekty minimalizovat a předejít jakýmkoli výkyvům, které by negativně ovlivnili finální výrobek a poté i postoj konečného spotřebitele k danému produktu. Proto jsem se i já v této práci zaměřila na prevenci vzniku barevných vad masa a na objasnění hlavních příčin jejich vzniku.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝZNAM MASA

Maso je součástí výživy člověka nejméně již po dobu dvou milionů let. Řada odborníků se shoduje na tom, že genom člověka i jeho fyzická stavba jsou již po několik milionů let adaptována na výživu s vysokým obsahem masa. Maso je velmi bohatým a téměř univerzálním zdrojem živin. Primární význam masa spočívá hlavně ve vysokém obsahu bílkovin; aminokyseliny jsou v těle využívány pro růst a obnovu buněk. Maso je však i poměrně koncentrovaným zdrojem esenciálních stopových prvků a složek.

Člověk se naučil získávat maso nejdříve jako lovec a až mnohem později jako chovatel a šlechtitel zvířat. Možnost konzumovat maso znamenala vysokou pravděpodobnost přežití člověka v jeho dlouhodobém vývoji, později v nepříliš vzdálené minulosti byla konzumace masa mírou zdraví, bohatství a prosperity[1].

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 zcela nepopiratelné zdravotní výhody[2].

Spotřeba masa ve světě stále stoupá, ovšem velmi rozdílně v závislosti na koupěschopnosti obyvatel a na mnoha dalších významných faktorech. V ČR je průměrná roční spotřeba masa na jednoho obyvatele přibližně 80 kg (v hodnotě „na kosti") avšak postupně se mění poměrné zastoupení druhů konzumovaných mas. Velký vliv na konzumaci masa mají masmédia a protagonisté „zdravého“ životního stylu. Ne vždy se jedná o odborníky a fundované osoby[1].

Na maso jako symbol prosperity či životní úrovně je spotřebiteli nazíráno z několika různých hledisek. Základní podmínkou uvedení masa na trh je jeho zdravotní nezávadnost. Tržní úspěšnost masa a masných výrobků je ovlivňována mnoha významnými faktory, zejména jeho kvalitou, vzhledem, reklamou a cenou. Cena masa a masných výrobků je mnohdy prioritní faktor ovlivňující úspěch či neúspěch u konečného spotřebitele. Významnými složkami kvality masa jsou jeho senzorické, kulinární a technologické vlastnosti. Ty se poměrně dynamicky vyvíjejí v průběhu postmortálních biochemických změn svaloviny a její přeměny v maso[3].

2 SLOŽENÍ MASA

Masem rozumíme všechny poživatelné části teplokrevných a studenokrevných zvířat se šlachami, vazivem, tukem i cévami. Převážnou část masa tvoří svalovina. Svalová tkáň se skládá z velmi jemných, pouze mikroskopem viditelných svalových vláken, které jsou obaleny tenkou blankou. Určité počty těchto vláken se spojují do snopců. Svazky snopců tvoří samostatný sval. Ostatní organické hmoty se řadí mezi droby[4].

Nejvíce je v mase zastoupena voda 72 – 77 %. Dále jsou to bílkoviny 14 – 19 % a tuky (vnitrobuněčné) 1,5 - 3 %, dusíkaté látky nebílkovinné 2 %, bezdusíkaté látky 0,9 % anorganické látky 1 %[5].

Složení masa ovlivňuje stáří kusu, druh zvířete a pohlaví. Mladší kusy mívají větší obsah vody v mase. Vepřové a hovězí maso má oproti zvěřině menší obsah hemových barviv a vyšší obsah tuku[5].

2.1 Histologická stavba masa

Struktura masa je tvořena buňkami uspořádanými do tkání. Tkáně v mase jsou soubory buněk stejných funkčně i morfologicky a tyto buňky mají také společný původ. Tkáně rozdělujeme na pět základních skupin[6].

Jsou to:
1) epitel
2) nervová tkáň
3) pojivová tkáň
4) svalová tkáň
5) tkáňové tekutiny

2.1.1 Epitel

Epitel pokrývá povrch těla, vnitřních orgánů a tělních dutin. V mase tvoří malý podíl a pro technologii zpracování masa je nepodstatný. Setkáváme se s ním pouze v některých fázích výroby, a to většinou tehdy, když je nutné jej odstranit. Například při paření a odštětinování prasat, při paření předžaludků skotu a při sdírání a odčleňování střev[7].

2.1.2 Nervová tkáň

Nervová tkáň je tvořena nervovými buňkami, které se nazývají neurony. V potravinářství se prakticky využívá pouze mozek a nervová vlákna, jež jsou obsažena ve svalovině[8].

2.1.3 Pojivová tkáň

Pojivová tkáň má silně vyvinutý podíl mezibuněčné hmoty a mezibuněčná hmota se stává nositelkou funkcí tkáně. Nejvýznamnější složkou mezibuněčné hmoty jsou interfibrilární složky a kolagenní a elastická vlákna[3].

Mezi pojivové tkáně patří vaziva a z technologického hlediska je nejvýznamnější řídké vazivo. Význam má především při stahování kůží, kde je jeho nedostatek podmínkou pohyblivosti kůže a jejího snadného stažení[5].

Pevné vazivo má vysoký podíl vláken, která jsou navzájem propojena. Obsahuje vysoký podíl kolagenu a malý podíl elastických vláken a lze ho využít pro výrobu želatiny a také při výrobě vařených masných výrobků[6].

Kost má mezibuněčnou hmotu inkrustovánu anorganickými solemi, čímž je dána její pevnost, tvrdost, ale i křehkost. Mezibuněčná hmota se skládá z kolagenních vláken a interfibrilární hmoty, jejíž organickou složku tvoří glykoproteiny a anorganickou složku hlavně sloučeniny vápníku a fosforu. Kosti se zpracovávají na masokostní moučku, která se pak využívá jako krmivo, a dále je lze použít pro výrobu hnojiv[2].

2.1.4 Svalová tkáň

Svalová tkáň je kontraktilní tkáň zvířat, má schopnost vykonávat pohyb. Základem její funkce je přeměna energie chemických vazeb na mechanickou práci. Můžeme na základě buněčné stavby, vzhledu a způsobu inervace rozdělit do tří základních skupin a to:

1) svalovina příčně pruhovaná

2) svalovina hladká

3) svalovina srdeční [8].

2.1.4.1 Svalovina příčně pruhovaná

Svalovina příčně pruhovaná nebo také žíhaná je stavební tkání kosterních svalů, je uspořádaná pro rychlé kontrakce a je ovládána vůlí. Její základní jednotkou je svalové vlákno. Na povrchu vlákna je buněčná blána nazývaná sarkolema. Cytoplazma svalového vlákna, sarkoplasma, obsahuje buněčné organely a inkluze. Z inkluzí se vyskytují v sarkoplasmou nejvíce myofibrily, které vyplňují téměř celý objem svalového vlákna. Základní jednotkou myofibrily je sarkomer. U příčně pruhované svaloviny je složen z filament, což jsou jednolomné (isotropní) a dvojlomné (anisotropní) úseky, které představují aktiniová a myosinová filamenta. Z technologického hlediska je příčně pruhovaná svalovina nejvýznamnější tkání, je masem v nejužším slova smyslu[9].

2.1.4.2 Svalovina hladká

Hladká svalovina je součástí vnitřních dutých orgánů těla. Její uspořádání v trávicím traktu zvířat je důležité pro zpracování střev na obaly masných výrobků. Nemá příčné pruhování a není ovládána vůlí. Z technologického hlediska má hladká svalovina menší význam než svalovina příčně pruhovaná, svými vlastnostmi je méně vhodná pro výrobu mělněných masných výrobků, neboť hůře váže vodu. Je součástí drobů a některých výrobků, jako jsou například játrové salámy[10].

2.1.4.3 Svalovina srdeční

Srdeční svalovina neboli myokard tvoří jediný sval- srdce. Svojí strukturou připomíná svalovinu příčně pruhovanou, ale na rozdíl od této svaloviny není ovládána vůlí[11].

2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA

Chemické složení masa je obtížné jednoznačně stanovit. Kolísá v závislosti na druhu zvířete, plemeně, pohlaví, věku, způsobu výživy a liší se i jednotlivé svaly u téhož zvířete. Struktura a složení svaloviny závisí dále na způsobu zpracování masa, které ovlivňuje biochemické, organoleptické a technologické vlastnosti masa. Složení je ovlivněno i poměrem výsekového a výrobního masa. Samotná libová svalovina se skládá z vody, bílkovin, lipidů, minerálních látek, vitamínů a extraktivních látek. Sacharidů obsahuje velmi málo, zahrnují se mezi tzv. bezdusíkaté extraktivní látky[12].

Důležitým ukazatelem je vzájemný poměr obsahu vody a bílkovin, tzv. Federovo číslo, které u syrového masa bývá poměrně stálé a má hodnotu přibližně 3,5[5].

2.2.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější složkou masa jak z nutričního tak i technologického hlediska. V čisté libové svalovině je obsah bílkovin od 18 do 22 % hm. Většinou se jedná o plnohodnotné bílkoviny, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Rozdělení bílkovin v mase do jednotlivých skupin je závislé na jejich rozpustnosti ve vodě a v solných roztocích[12]. Právě tato rozdílná rozpustnost bílkovin má velmi zásadní význam pro masnou výrobu, této rozdílné vlastnosti se využívá při vytváření struktury masných výrobků[13].

Třídění bílkovin do skupin se shoduje s tříděním podle umístění v jednotlivých svalových strukturách.

Jedná se o tyto tři základní skupiny:

1) bílkoviny sarkoplasmatické

2) bílkoviny myofibrilární

3) bílkoviny stromatické [14].

2.2.1.1 Sarkoplasmatické bílkoviny

Sarkoplasmatické bílkoviny jsou obsaženy převážně v sarkoplasmatu. Jsou rozpustné ve vodě nebo slabých vodných roztocích solí. Největší význam v masné

technologii mají hemová barviva, a to zejména hemoglobin a myoglobin, která způsobují červené zbarvení krve a masa. Jsou složeny z bílkovinného nosiče, což je globin a barevné skupiny, která se nazývá hem, v němž je vnitřně komplexně vázán atom dvojmocného železa. Myoglobin je svalové barvivo, tvořené jedním peptidovým řetězcem s navázanou jednou hemovou skupinou. Hemoglobin je krevní barvivo velmi podobné myoglobinu. Nenachází se v sarkoplasmatu, ale může se ve svalu nacházet, což zpravidla bývá dáno nedostatečným vykrvením zvířete. Toto platí zejména pro maso lovné zvěře[15].

2.2.1.2 Myofibrilární bílkoviny

Myofibrilární bílkoviny jsou převažující frakcí bílkovina masa a určují rozhodujícím způsobem vlastnosti masa i průběh posmrtných změn ve svalu. Jsou zodpovědné za svalovou kontrakci a vážou největší podíl vody v mase. Nejvýznamnější myofibrilární bílkoviny jsou myosin a aktin[16].

Myosin je hlavní složkou myofibrilárních bílkovin, je obsažen v tlustých filamentech a tvoří 45 % obsahu všech svalových bílkovin[17].

Aktin je hlavních složkou tenkých filament, jež se zasouvají do stromatu silných myofibrilárních vláken. Podíl aktinu činí 20 % myofibrilárních bílkovin[18].

2.2.1.3 Stromatické bílkoviny

Stromatické bílkoviny neboli bílkoviny pojivových tkání, nejsou rozpustné ani ve vodě, ani v solných roztocích a jsou obsaženy ve vláknech pojivových tkání, které ve svalovině tvoří obaly svalových struktur. Mezi stromatické bílkoviny patří především kolagen, elastin, retikulin, dále se sem řadí keratiny, muciny a mukoidy[19].

U aromatických bílkovin se často setkáváme s označením- neplnohodnotné, jelikož nemají všechny esenciální aminokyseliny. Zcela chybí tryptofan, jehož nedostatek ve stromatických bílkovinách se kompenzuje jinými složkami stravy jako je např. lepek v pečivu[20].

2.2.2 Kolagen

Kolagen bývá nejvíce zastoupen a podle jeho obsahu se určuje obsah všech aromatických bílkovin. Kolagen je čistě bílý, pevný a čistě průtažný. Od jiných bílkovin se liší svým aminokyselinovým složením, má vysoký obsah nepolárních aminokyselin, zejména glycinu, naproti tomu neobsahuje tryptofan a cystein[22].

Jeho složitá struktura má vliv i na jeho vlastnosti. Při záhřevu masa se kolagenní vlákna deformují, ohýbají a délka se zkracuje na jednu třetinu počáteční hodnoty. Zároveň s tím se kolagen stává elastickým a průzračně sklovitým. Teplota, kdy k tomuto jevu dochází, je ostře ohraničená, ohraničuje se jako teplota smrštění a u savců má hodnotu 60°C[23].

2.2.3 Lipidy

Lipidy jsou v mase zastoupeny z největší části jako estery mastných kyselin a glycerolu. Tuky v mase a tukové tkáni jsou zejména triacylglyceroly vyšších mastných kyselin. Nejčastěji se zde vyskytuje kyselina palmitová, stearová a olejová. V menší míře jsou zastoupeny polární lipidy (fosfolipidy), doprovodné látky a jiné. Rozložení tuku v těle zvířat je velmi nerovnoměrné. Velký význam pro chuť a křehkost masa má tuk intramuskulární, který je mezi buňkami rozložen ve formě žilek a tvoří tzv. mramorování masa. Maso, které má vyvinuté mramorování v řadě zemí více ceněno než maso zcela libové. Dalším druhem tuku ve zvířecím těle je tuk depotní, který tvoří samostatnou tukovou tkáň. Tuk má v mase význam ze senzorického hlediska, jelikož je nosičem pro řady aromatických látek[24].

2.2.4 Extraktivní látky

Obsah extraktivních látek je v mase poměrně malý. Jejich název je odvozen od extrahovatelnosti vodou. Tyto látky jsou součástí enzymů, mají však i jiné specifické funkce v metabolismu. Mnohé z nich jsou produkty odbourávání. Jde o velmi nesourodou skupinu látek, které jsou důležité pro vývoj aroma a typické masové chuti. Největší význam pro chuť masa mají glykoproteiny a kyselina inosinová. Extraktivní látky vznikají v zejména v průběhu posmrtných změn. Aby došlo k těmto změnám v dostatečné míře a

vytvořila se tak plná chutnost masa je potřebné nechat zrát maso dostatečně dlouho. Extraktivní látky se dělí na sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté extraktivní látky[5].

2.2.4.1 Sacharidy

Sacharidy jsou v živočišných tkáních obsaženy v malém množství. Zastoupen je především glykogen. Je důležitým energetickým zdrojem ve svalech. Během svalové práce se glykogen rozpadá anaerobně za tvorby kyseliny mléčné, nebo je aerobně odbouráván v Krebsově cyklu až na vodu a oxid uhličitý. Podobným způsobem se glykogen štěpí i během posmrtných změn. Glykogen je z technologického hlediska významný. Podle toho, kolik je ho obsaženo ve svalu v okamžiku porážky, dojde k hlubšímu či menšímu okyselení tkáně, což má význam pro údržnost i pro vaznost, a tedy i pro rozsah hmotnostních ztrát. U vyčerpaných zvířat s nízkým obsahem glykogenu dochází jen k malému okyselení a maso je proto málo údržné.V některých případech může docházet i k abnormálnímu odbourávání glykogenu, což vede ke vzniku odchylek jako jsou PSE a DFD maso. Z technologického hlediska je žádoucí, aby mělo zvíře v okamžiku porážky maximální množství glykogenu[26].

2.2.4.2 Organické fosfáty

Do skupiny organických fosfátů patří nukleotidy a nukleové kyseliny a jejich rozkladné produkty [1]. Adenosintrifosfát (ATP) je hlavním článkem přenosu energie. Při posmrtných změnách se postupně přeměňuje na adenosindifosfát, adenosinmonofosfát, kyselinu inosinovou, inosin, hypoxanthin, xanthin a kyselinu močovou. Meziprodukty odbourávání ATP mají význam pro chutnost masa, uplatňuje se zde zejména kyselina inosinová, inosin a ribosa[28].

2.2.4.3 Dusíkaté extraktivní látky

Dusíkaté extraktivní látky jsou různorodou skupinou látek, do níž patří aminokyseliny a některé peptidy. Významné jsou zejména peptidy karnosin, anserin, balenin a glutathion. Glutathion je silné redukční činidlo, které má z technologického hlediska význam při vybarvování masných výrobků. Z aminokyselin jsou nejvíce zastoupeny glutamin, kyselina

glutamová, glycin, lysin a alanin. Dekarboxylací příslušných aminokyselin při rozkladu masa nebo při některých technologických operacích vznikají biogenní aminy [1]. Mezi nejvýznamnější patří histamin, který vzniká z histidinu, dále tyramin a tryptamin, které jsou produkty dekarboxylace tyrosinu a tryptofanu[27].

3 VLASTNOSTI MASA

Stavba masa a jeho chemické složení zásadně ovlivňuje jak jeho technologické tak samozřejmě i jeho organoleptické vlastnosti. Mezi nejvýznamnější vlastnosti masa řadíme především křehkost, textura, barva a vaznost.

3.1 Barva masa

Barva masa je velmi nápadný znak, podle kterého posuzuje spotřebitel kvalitu masa a masných výrobků. Protože souvisí i s dalšími jakostními znaky, mnohdy pomůže technologovi jednoduše hodnotit technologické postupy [30].

Barva masa souvisí zejména s obsahem hemových barviv, myoglobinu (svalové barvivo) a hemoglobimu. Obsah hemových barviv v mase různých živočichů leží obvykle v rozmezí 100 - 10000 mg.kg-1 a závisí na intravitálních vlivech. Podíl hemoglobinu závisí na tom, jak kvalitně je maso vykrveno. Při vyšším obsahu barviv je maso tmavší. Výrazně tmavší barvu má maso hovězí v porovnání s vepřovým, velmi světlé je maso drůbeže a většiny ryb. Koňské maso obsahuje dvojnásobné množství svalového barviva proti masu hovězímu, osminásobné ve srovnání s vepřovým a padesátinásobné ve srovnání s drůbežím masem[31].

3.1.1 Hemoglobin

Hemoglobin je krevní barvivo, které zprostředkuje přenos kyslíku z plic do svalů. Je velmi podobný myoglobinu, liší se od něj zejména relativní molekulovou hmotností. Hemoglobin není svalovým barvivem, může však být nalezen v mase v různých koncentracích, jak bylo zvíře dostatečně vykrveno. Podíl hemoglobinu z obsahu všech hemových barviv v mase činí závislosti na stupni vykrvení i celkovém obsahu hemových barviv 10-30%[33].

3.1.2 Myoglobin

Myoglobin je svalové barvivo, které slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech. Od Hemoglobinu se liší větší afinitou ke kyslíku. Myoglobin sestává z bílkovinného řetězce (globinu) a barevné skupiny (hemu). Základem barevné složky - hemu - je porfyrinový

skelet s vnitřně zabudovaným železem, které je v mase dvojmocné. Hemoglobin má podobné složení, má však ve své molekule čtyři peptidové řetězce a čtyři hemové skupiny; reaguje podobně jako myoglobin[35].

Změny barvy masa souvisejí s reakcemi atomu železa v hemové skupině. Stačí běžná koncentrace kyslíku ve vzduchu a železo váže molekulární kyslík za vzniku rumělkově červeného oxymyoglobinu. Vakuové balení masa vede k disociaci oxymyoglobinu na povrchu masa na kyslík a myoglobin a následně převládne oxidace železa a myoglobin se změní na hnědý až šedohnědý metmyoglobin. Tento proces probíhá i při skladování masa, přičemž oxidace tuků zesiluje oxidaci hemového barviva [3]. Další rozpad hemových barviv nastává působením vzduchu a peroxidu vodíku nebo činností enzymů či mikroorganismů. Pokračující oxidací metmyoglobinu vznikají zelená barviva choleglobin, verdoglobin a verdohem. Dále vzniká modrozelený biliverdin, který se redukuje na červeně zbarvený bilirubin. Význam pro vznik zelených barviv mají i laktobacily produkující peroxid vodíku, který se hromadí a rozkládá hemová barviva[5].

3.1.3 Světlost masa

Světlost masa ovlivňuje především hodnota pH. Čím je pH blíže izoelekrickému bodu, tím je menší rozpustnost bílkovin, které pak vážou málo vody, světlo proniká jen do malé hloubky, více se odráží od povrchových vrstev a vytváří dojem světlejšího masa. Toto se projevuje u tzv. PSE či DFD masa[36].

3.2 Intravitální vlivy

Postmortální procesy jsou také výrazně ovlivněny některými intravitálními jevy. Jsou to vlivy působící na zvíře za jeho života (intra vitam) tedy během růstu, při porážení a v době před usmrcením. Vliv na jakost a produkci masa má živočišný druh, plemeno, pohlaví, věk, ranost, způsob výživy, úroveň výživy, nemoci, únava, hladovění, stres[12]. Volně žijící zvěř má vůči stresovým faktorům větší odolnost než hospodářská zvířata[11].

3.2.1 Pohlaví

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[11].

U volně žijící zvěře, hlavně u samců je v pozdějším věku a v období pohlavní zralosti velmi výrazný samčí prk.

3.2.2 Věk

S věkem zvířete se mění chemické složení svaloviny, po dosažení dospělosti se zvyšuje ukládání tuku. U starších zvířat bývá vyšší obsah barviv, maso je tmavší, chuťově výraznější. Chuť masa mladých zvířat je méně výrazná v důsledku nízkého obsahu extraktivních látek, kterých s věkem přibývá[19].

3.2.3 Jatečná zralost

Jatečná zralost je fáze, v níž se ukončuje vývoj svaloviny a začíná ve zvýšené míře produkce depotního tuku. Obecně platí pravidlo, že maso mladých zvířat je chutnější a lépe zpracovatelné. Velký rozdíl je zejména u masa samců, kdy po dosažení pohlavní dospělosti maso získává typický samčí pach. U jatečných zvířat (skot, prase domácí) je toto odstraněno včasným poražením nebo kastrací[17].

4 ENZYMOVÉ PROCESY VE SVALOVINĚ JATEČNÝCH ZVÍŘAT

Maso z jatečných zvířat, ale i zvěřina a ryby, vykazují velkou rozmanitost jakostních znaků a vlastností masa, které vyplývají z normálního průběhu jeho postmortálních změn. Jakost a zdravotní nezávadnost masa může být negativně ovlivněna i faktory abnormálními a výsledkem jejich působení jsou uvedené abnormality v jakosti resp. jakostní odchylky nebo vady masa. Každý článek produkční a spotřební vertikály „maso" by měl tyto abnormality znát a podle možností jim umět čelit. Maso patří k nejdražším potravinám, a proto by měly být kvantitativní i kvalitativní ztráty co nejvíce eliminovány[7].

Ve svalovině jatečných zvířat probíhají enzymové reakce látkového a energetického metabolismu. Tyto reakce jsou těsně spojeny s biologickou strukturou živých tkání, s jejich budováním a s jejich fyziologickými funkcemi. Degradačními (katabolickými) pochody se získává energie pro syntetické (anabolické) pochody, jakož i pro fyzickou činnost organismů (pohyb, svalová práce) K nejvýznamnějším projevům aktivity nativních svalů patří svalová kontrakce. Na ní se podílí zejména bílkoviny myosin a aktin. Katabolické děje současně tvoří látky potřebné pro výstavbu a neustálou obnovu buněk, pletiv a tkání. Také poskytují energii pro udržování tělesné teploty. Všechny tyto děje musí být v souladu s požadavky energetické a látkové bilance organismu. Dynamická rovnováha fyziologických dějů v živém organismu se nazývá homeostáze. Pro aktivitu nativních enzymů (enzymů vlastních tkání) to přestavuje stálé podmínky: aerobní prostředí umožněné dýcháním organismu, příjem potravy a vylučování metabolitů (tedy přísun substrátů a odvod degradačních produktů enzymových reakcí), stabilní (tzv. fyziologické) pH tělních tekutin, stabilní teplota organismů a jejich tkání[5].

Usmrcením jatečného zvířete se enzymové reakce ve svalovině zásadně změní. Zastaví se přísun kyslíku a příjem potravy, snižuje se teplota tkání, mění se hodnoty pH, přerušením krevního oběhu se ve tkáních začínají hromadit metabolické produkty. To vše má za následek změnu aktivity jednotlivých nativních enzymů v odumírajících svalových tkáních[3].

4.1 Charakteristika postmortálních biochemických změn svaloviny a masa

Okamžikem usmrcení jatečného zvířete je ukončen jeho biologický život, ale po porážce zvířete dále probíhají ve svalových vláknech biochemické reakce. Nativní enzymy se uplatňují za výrazně změněných podmínek, aktivita většiny nativních enzymů velmi klesá a postupně mizí, naopak u některých se aktuálně relativně zvýší a pak také mizí. Postmortální období, v němž aktivně působí nativní enzymy, se označuje jako autolýza (samovolný rozklad) masa. Je to endogenní proces, ve kterém jsou složky masa postupně degradovány na stále jednodušší látky a na konečné produkty rozkladu (např. voda, oxid uhličitý, amoniak aj.)[29].

4.1.1 Autolýza masa

Autolýza masa má u jednotlivých druhů masa odlišný průběh v rychlosti a intenzitě. Má několik fází s plynulým přechodem jedné ve druhou. Autolytické změny masa představují početný komplex enzymových reakcí, zcela jednoduše řečeno, jedná se o přeměnu nativní svaloviny v maso jako potravinu se všemi požadovanými vlastnostmi. V zásadě se autolýza masa člení na tři základní fáze: posmrtné ztuhnutí (rigor mortis), zrání a hluboká autolýza[30].

4.1.1.1 Rigor mortis

Posmrtné ztuhnutí je první fází autolýzy a zahrnuje především odbourávání glykogenu a adenosintrifosfátu (ATP). Jejich hlavní degradační meziprodukty, kyselina mléčná a kyselina inosinová, přechodně okyselí svalovinu. Hlavní myofibrilární bílkoviny myosin a aktin přechodně vytvoří aktinomyosinový komplex. Posmrtné ztuhnutí proběhne u některých druhů svaloviny velmi rychle (rybí, kuřecí), u vepřové a hovězí za 24 až 48 hodin, v závislosti na teplotě. Ve vrcholném stadiu rigoru mortis je veškerý glykogen odbourán na kyselinu mléčnou a ATP na kyselinu inosinovou, pH dosahuje nejnižší hodnoty, tzv. pH ult. Svalovina následkem změn v konformaci bílkovin ztuhne a podstatně se zhorší její schopnost vázat vodu. Ve velmi krátkém období po zabití zvířete (asi do dvou

hodin, dokud teplota svaloviny neklesne pod 27 °C) si svalovina podržuje velmi dobrou vaznost a měkkou konzistenci (úsek se označuje jako pre-rigor, fáze teplého masa) [15].

4.1.1.2 Zrání masa

Zrání je hlavní fází autolýzy a často se tímto pojmem označuje celý autolytický proces. Kyselina mléčná se postupně odbourává, aktinomyosinový komplex disociuje na výchozí bílkoviny, zvyšuje se vaznost svaloviny a ta nabývá měkčí a křehčí konzistence. Bílkovinné makromolekuly jsou odbourávány na stále nižší a nižší meziprodukty, které vytvářejí typickou vůni, chuť a texturu zralého masa. Optimálně vyzrálé maso je třeba kulinárně nebo technologicky využít. Další zrání by mohlo přejít do fáze hluboké autolýzy[5].

Hluboká autolýza je u běžných druhů mas nežádoucí, poněvadž v ní dochází až ke vzniku konečných produktů (amoniak, aminy, sulfan, merkaptany, oxid uhličitý, voda) rozkladu bílkovin a dalších složek masa s nežádoucími projevy. Hluboká autolýza se vědomě připouští pouze u zvěřiny, je-li zájem o dosažení její typické, ostřejší, mírně přezrálé chuti a vůně[8].

4.1.2 Proteolýza

Proteolýza (rozklad bílkovin způsobený mikroorganismy a mikrobiálními enzymy, exogenní proces) probíhá ve svalovině zabitých zvířat a v mase souběžně s autolýzou, ale odlišnou rychlostí a v rozdílné intenzitě. Autolýza vykazuje největší intenzitu hned po porážce a dále její intenzita klesá. Proteolýza se v počátečním postmortálním období neprojevuje, poněvadž svalovina zdravých a v dobré kondici poražených zvířat je prakticky sterilní. Navíc přirozené okyselení svaloviny působí bakteriostaticky na mikroorganismy, které postupně kontaminují maso zvenčí. Teprve postupné odbourávání kyseliny mléčné a vzestup hodnoty pH masa nad 6,20 (pH je u hovězího a vepřového masa nejčastěji v oblasti 5,2 až 5,5 pH) umožňují rozvoj mikroflóry nejdříve lineární, pak geometrickou a není-li mu účinně bráněno až exponenciální řadou. Proteolýza (kažení či hnití) masa znehodnotí maso pro potravinové využití od bodu označovaného jako index hniloby (IH - první projev typického zápachu, osliznutí, změny barvy v šedohnědou, zvýšení počtu mikroorganismů na 10 na sedmou až 10 na osmou v 1 g nebo na ploše

jednoho čtverečního cm masa). Normální postup kažení masa je od povrchového osliznutí, přes povrchovou hnilobu až k hluboké hnilobě. Zvláštními formami kažení masa jsou: zapaření masa, ložisková hniloba, kažení masa od kosti[18].

4.1.3 Význam zrání pro technologickou a kulinární praxi

Znalost, respektování a využití postmortálních změn svaloviny je podmínkou optimálního uplatnění masa pro kulinární přípravu pokrmů a jídel v rodině nebo ve společném stravování a pro zpracování na bohatý sortiment výrobků z masa[5].

Skutečností je, že různé druhy masa a různé situace vedou k potravnímu uplatnění masa bezprostředně po jeho získání (ulovená ryba nebo zvěřina, domácí porážka kuřete, králíka, kůzlete, jehněte nebo prasete). V některých případech je to oprávněné z důvodu velmi rychlého průběhu postmortálních změn (např. rybí maso). V naprosté většině případů by to bylo chybné, poněvadž by se nedosáhlo možného kvalitativního efektu a nevyužilo by se nákladů na získání masa[37].

Maso dosahuje optimální kvality pro kulinární a technologické využití v různých časech post mortem a to v závislosti na druhu masa a na teplotě. V základní modelové situaci, kdy je jatečné zvíře správně jatečně zpracováno, rychle a správně zchlazeno a správně chladírensky skladováno (0 až 2 °C), pak hovězí maso ve čtvrtích optimálně vyzraje za 10 až 14 dní (roli zde hraje i kategorie skotu, tedy vliv věku a pohlaví), vepřové maso v půlkách za 5 až 7 dní, ale kuřecí svalovina za 1 až dva dny a rybí svalovina za několik hodin. U posledních dvou druhů masa se zrání i vynechává, ale i krátká doba zrání (odležení) pozitivně ovlivňuje kulinární a technologickou kvalitu masa. V praxi se pak svalovina (maso) dostává do různých situací (rychlá expedice čerstvého masa, skladování v obchodní síti nebo u konečného spotřebitele), ale postmortální změny probíhají stále a jsou urychlovány teplotou[40].

Využití „teplého masa" v uzenářské výrobě je správné z hlediska dobré vaznosti masa a vhodných texturních vlastností, ale maso postrádá aroma a chutnost vyzrálého masa, poněvadž zrání neproběhlo[35].

Nedostatečné vyzrání se nejvíce negativně podílí na kvalitě hovězího masa. Nedostatečně vyzrálé maso ze starších kusů skotu je příliš tuhé a tvrdé, postrádá očekávanou křehkost, šťavnatost a měkkost, což spolu s relativně vysokou cenou je hlavní

příčinou níženého zájmu o toto maso u nás (vliv BSE je u nás podle mého názoru méně závažný) [15].

Texturu hovězího (ale i dalších druhů) masa lze upravovat různými způsoby zkřehčování či tenderizace. Jde o metody fyzikální (např. elektrická stimulace „živých" svalů, tj. do jedné hodiny po poražení zvířete), mechanické (naklepávání masa, masírování masa v bubnech, mačkání masa v aktivátorech, rozrušování masa jehlami) a biochemické (enzymové zkřehčování papainem, bromelainem, pepsinem nebo trypsinem, marinování, kořenění, použití syntetických preparátů[5].

V kulinární a technologické praxi je třeba respektovat i odlišný průběh autolytických změn masa, který může vyvrcholit výskytem jakostních odchylek masa charakteru PSE (bledé, měkké, vodnaté - hlavně u vepřového masa), DFD (tmavé, lepivé a snadno podléhající mikrobiálnímu kažení) a tzv. cold shortening (zkrácení svalových vláken příliš rychlým zchlazením, maso obtížně tepelně zpracovatelné)[35].

Proteolýze masa lze nejlépe čelit maximální hygienou na jatkách, v bourárnách, při skladování a při zpracování syrového masa. K zabezpečení údržnosti masa se používá speciálních preparátů na bázi kyseliny mléčné[25].

Normální průběh posmrtných změn ve svalovině poražených jatečných zvířat je typický dvěma procesy, autolýzou a proteolýzou. Autolýzou se dosáhne přeměny svaloviny v maso se všemi očekávanými vlastnostmi této potraviny či potravinové suroviny. Autolýza je katalyzována nativními enzymy, je tedy endogenním procesem[42].

4.2 Abnormální průběh autolýzy 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 senzorické, technologické a kulinární vlastnosti masa. Zdravotní nezávadnost masa je zachována resp. není dotčena. Jakostní vady masa vzniklé abnormálním průběhem autolýzy jsou tyto:

1. PSE maso (z angl. pale, soft, exudative, tedy bledé, měkké a vodnaté)
2. 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)
3. Cold shortening (zkrácení svalových vláken chladem)
4. Hampshire faktor (zvláštní obdoba PSE) [3].

4.2.1 PSE maso

Jakostní odchylka se týká především masa vepřového. Souvisí 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, (výrazné zvýšení podílu svalových tkání a naopak snížení podílu tukových tkání a vnitrosvalového tuku, výrazné zvýšení podílu bílých svalových vláken na úkor červených), které měly za následek zvýšení citlivosti vyšlechtěných prasat na stres. Úspěch ve šlechtění prasat na vysokou zmasilost si vyžádal daň ve snížení kulinární a technologické jakosti masa[7].

Nejvíce postiženým jakostním znakem PSE vepřového masa je zhoršení jeho vaznosti (schopnosti udržet v mase vodu v něm přirozeně obsaženou, ale i technologicky přidávanou). Proto nelze, PSE maso uplatnit ve výsekovém prodeji, na porcování a balení, ale ani do výrobků celistvého charakteru (šunka, debrecínská a cikánská pečeně aj.), ale lze je uplatnit v menším podílu do velmi homogenních tepelně opracovaných masných výrobků, u nichž se PSE maso, setkává s velmi vazným hovězím masem[39].

Vznik vady PSE u vepřového masa má velmi mnoho příčin - genotyp zvířat, celá řada intravitálních faktorů včetně omračování zvířat. Jednotlivých příčin je mnoho, nelze je bezpečně určit, přitom dochází k jejich vzájemným interakcím. Situace se řeší postupnou eliminací genetických i intravitálních příčin, někde již poměrně úspěšně[12].

Pro skutečný projev PSE vady (velmi mírný až po zcela markantní) je rozhodující situace těsně před porážkou a bezprostředně po ní. U prasat s dispozicí k tvorbě PSE masa se okamžikem jejich zabití, odstartuje velmi rychlý průběh degradace glykogenu a adenosintrifosfátu na kyselinu mléčnou a inosinovou a pH poklesne do jedné hodiny post mortem na hodnotu 5,80 a nižší. Rychlá glykogenolýza uvolní velmi mnoho energie a zvýší teplotu svaloviny třeba až na + 43°C. Zvýšená kyselost a teplota svaloviny způsobí částečnou denaturaci svalových bílkovin, která má za následek zhoršení vaznosti masa. Všechny jakostní znaky masa vykazují velkou variabilitu a v tomto duchu se vada PSE projevuje v intenzitách od sotva postřehnutelné až po velmi výraznou. I když snahy o eliminaci vady neustávají, nelze očekávat, že problém bude brzy a úplně vyřešen. Produkované a prodávané nebo dále zpracovávané vepřové maso zahrnuje menší či větší podíl PSE vady rozdílné intenzity a spotřebitel i zpracovatel masa se s touto situací smiřuje. Lze odhadnout, že 10 až 20 % u nás produkovaného vepřového masa vykazuje vadu PSE v různé intenzitě projevu. V USA byla před časem navržena podrobnější kriteria jakosti vepřového masa ze zmíněných aspektů. Vepřové maso nejvyšší jakosti RFN (reddish-pink, firm, non-exudative) se tam vyskytuje údajně v 15 %, maso tzv. spotřebitelsky přijatelné RSE (reddish-pink, soft, exudative) a PFN (pale pinkish-grey, firm, non-exudative) společně v podílu přes 50 %, PSE průměrně v 16 % a DFD průměrně v 10 % celkově produkovaného vepřového masa[11].

Vada PSE, se vyskytuje téměř výhradně u vepřového masa. Její analogie byly literárně zmíněny i u vysoce zmasilého skotu (belgické bílo-modré plemeno) a drůbeže (brojlerové krůty, brojlerová kuřata), ale nejsou dosud pociťovány a uváděny jako prakticky závažný problém[13].

4.2.2 DFD maso

Vyskytuje se především u masa hovězího, ale také u vepřového, kde je však poněkud mimo pozornost, poněvadž u něj dominuje vada PSE. Na rozdíl od vady PSE je možno vadu DFD levně a účinně eliminovat. Její základní příčinou 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. V takové situaci poražené zvíře poskytne maso velmi tmavě zbarvené (spotřebitel je může považovat za maso ze starého zvířete). Hlavní negativní vlastností DFD masa je však jeho neúdržnost. Nemá obvyklou vlastní kyselost, a proto velmi rychle podléhá mikrobiálnímu kažení (pH po 24 hod. 6,20 a vyšší je spolehlivým indikátorem DFD masa). Proto je krajně nevhodné pro výsekový prodej, pro porcování a balení a pro zpracování do syrových fermentovaných trvanlivých výrobků. Vhodné je pro zpracování do tepelně opracovaných masných výrobků, kde se výhodně uplatní jeho velmi dobrá vaznost[9].

Prevence DFD hovězího masa je relativně snadná. V doprovodné veterinární dokumentaci jatečných býků se uvádí, zda zvířata byla vykrmována individuálně a v takovém případě musí být odděleně přepravována i předporážkově ustájena, případně musí být poražena bezprostředně po transportu. U ostatních kategorií jatečného skotu a u tzv. sociálně stabilizovaných skupin zvířat (např. z pastevního výkrmu) je riziko vzniku vady DFD velmi sníženo[14].

4.2.3 Zkrácení svalových vláken chladem (cold shortening)

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 rigoru 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°C před rigorem mortis. Prevence spočívá v regulaci rychlosti chlazení, tzv. kondiciováním. 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[7].

4.2.4 Hampshire faktor

Představuje variantu, problému PSE a rovněž souvisí se šlechtěním prasat na zmasilost. U některých masných plemen prasat, konkrétně u plemene Hampshire, se ukládá ve svalech vyšší obsah glykogenu (dosahuje se vyššího glykolytického potenciálu), což vyvolává rychlejší průběh postmortální glykogenolýzy a dosahuje se pH (ult) v blízkosti isoelektrického bodu bílkovin. (Symbol pH (ult) charakterizuje nejnižší konečnou, ultimativní, hodnotu pH dosaženou v celém postmortálním procesu. Dosahuje se jí v různém čase v závislosti na teplotě chlazení masa). Projev Hampshire faktoru se odvozuje z hodnoty pH po 24 hod. menší než 5,4, což je provázeno zhoršenou vazností a světlejší barvou masa, ještě výraznější než u vady PSE. Nejnovější práce již odhalily genetickou podstatu této vady u plemene Hampshire, což umožní cílenou negativní selekci nositelů této vady a tím účinnou prevenci. PSE maso a maso „Hampshire faktor" mají rychlý průběh glykogenolýzy, ale ve druhém případě se dosahuje nižšího pH (ult), kterým je v tomto případě pH po 24 hod. vlivem uplatňovaného zchlazování vepřových půlek[26].

4.2.5 Zvláštní formy kažení masa

Mikrobiální kažení masa je zcela nežádoucí, poněvadž kazící se a zkažené maso je nepoživatelné. Velká náchylnost masa ke kažení (hnití) je dána jeho složením, zejména vysokým obsahem vody, který u libové svaloviny činí kolem 75 %. Maso je tedy potravinou velmi neúdržnou. Svalovina zdravých a v dobré fyzické kondici poražených zvířat je prakticky sterilní. Okyselení masa kyselinou mléčnou v první fázi autolýzy činí maso odolným proti napadení mikroorganismy zvenčí (mikrobiální proteolýza je exogenní proces), poněvadž ve fázi rigoru mortis klesá pH masa na hodnoty kolem 5,5 přičemž hodnoty nižší než 6,0 působí bakteriostaticky. Jakmile se pH masa ve fázi zrání zvýší nad hodnotu 6,0, mikrobiální kažení se začne rozvíjet a to velmi dynamicky. Normální kažení masa má tři na sebe navazující fáze - povrchové osliznutí, povrchovou hnilobu a hlubokou hnilobu. Uživatel či zpracovatel masa musí maso vhodně uplatnit dříve, než se projeví první senzorické příznaky mikrobiálního kažení (osliznutí, nepříjemný pach, barevná změna) [25].

V praxi se vyskytují i zvláštní formy kažení masa: zapaření masa, ložisková hniloba masa, kažení masa od kosti.

4.2.6 Zapaření masa

Tato forma kažení se může vyskytnout v situacích velmi blízkých jatečnému zpracování, před zchlazením masa nebo v jeho průběhu. Hlavní příčinou zapaření masa je jeho vysoká teplota, nedostatečné nebo pomalé zchlazování. Teplota masa urychluje autolytické procesy, zejména glykolýzu a degradaci kyseliny mléčné na oxid uhličitý. Jestliže se za této situace dostanou do svaloviny anaerobní mikroorganismy (např. z mízních uzlin), vyvolají kažení, které se projevuje zvláštním ostrým nakyslým hnilobným zápachem. Zapaření masa je možno předejít rychlým a účinným zchlazením jatečně upravených těl, jejich správným rozvěšením v chladírně, aby bylo dost prostoru pro proudění chladicího vzduchu a odvodu tepla. Pro účinnější chlazení lze provést zásahy jako uvolnění tukových tkání, aj. K zapaření masa může dojít i v případech bourání nedostatečně vychlazeného masa a jeho vrstvení do přepravek (přínosem bylo zavedení „stromečkových" přepravníků bouraného masa do chladíren). V dobře vedeném technologickém procesu by nemuselo k zapaření masa vůbec docházet[5].

4.2.7 Ložisková hniloba masa

Nejčastější příčinou tohoto, velmi specifického výskytu kažení masa, je nedbalost při bourání nebo jiném zpracování masa. Zbytečnými zářezy nebo vpichy do masa nedostatečně asanovanými noži (je předepsána asanace vodou o teplotě 82°C) mohou být do svaloviny zaneseny třeba jen jednotlivé mikrobiální zárodky. Nastanou-li pro mikroby příznivé okolnosti (teplota, pH), začnou se pomnožovat a vznikne menší či větší hnilobné ložisko. Nepříjemné je, že ložisko nelze dost dobře identifikovat, takže může být zjištěno třeba až při kulinárním využití masa. Hlavní prevencí je důsledné dodržování „dobré výrobní" a „dobré hygienické" praxe (GMP, GHP) [7].

4.2.8 Kažení masa od kosti

Tato forma kažení masa je vzácná, ale nelze ji podceňovat. Vychází většinou z poranění nebo onemocnění jatečných zvířat v předporážkovém období. Za takové situace se zvýší prostupnost mikroorganismů např. z trávicího traktu, do tkání a svalovina tak přestane být sterilní. Jestliže se zdravotní stav zvířete normalizuje v dostatečném časovém intervalu před porážkou, situace se upraví na původní stav a svalovina se stane opět

sterilní. Výjimkou může být periost (okostice), kde se mikroorganismy udrží delší dobu a po poražení zvířete zde mohou vytvořit hnilobné ložisko, které může ohrozit okolní svalovinu. S touto zvláštní formou kažení se lze častěji setkat u masa z nutných porážek[4].

5 ZPRACOVÁNÍ MASA A JEHO ÚPRAVA

Zpracování masa jako takové můžeme rozdělit na 3 základní hlavní fáze. A to jatečné opracování zvířat, bourání masa a masná výroba.

5.1 Jateční zpracování zvířat

Hlavním úkolem jatečního zpracování je získat nezávadné maso a tuky pro potravinářské využití za předpokladu, že budou dodržovány hygienické a bezpečnostní požadavky[5].

Jateční zpracování se u všech zvířat dělí podle jednotlivých operací na:

1. Porážkové ošetření zvířat
2. Poražení zvířat (omráčení a vykrvení)
3. Vnější opracování (odstranění chlupů a štětin, stažení kůže, atd.)
4. Vnitřní opracování (tzv. vykolení)
5. Půlení a konečná úprava půlek či celých zvířat[5].

5.2 Bourání masa

Dělení jatečně upravených těl jatečných zvířat na jednotlivé menší části, které jsou většinou tvořeny jednotlivými anatomickými celky. Součástí bourání masa je také jeho vykosťování a úprava spočívající v odstranění nežádoucích částí (např. šlach, chrupavek, znečištěných nebo pozměněných částí, tuku, atd.). Bourání masa je dvojího druhu – bourání pro výrobu a bourání pro výsek[1].

5.2.1 Bourání pro výrobu

Bourání masa, které je určeno pro výrobu masných výrobků. Získaná surovina se dále dělí na skupiny podle jakostních parametrů (voda, tuk, celkové svalové bílkoviny, vazivové bílkoviny, čisté svalové bílkoviny). Úprava získaných částí většinou nebývá tak pečlivá jako u bourání pro výsek, protože se většina výrobního masa dále mělní. Výjimkou jsou masné výrobky sestávající z celých větších kusů masa, např. uzená masa, u kterých se redukují zejména třásně, zářezy a povrchové tukové krytí. Pokud se vyrábějí uzená masa na kosti (uzené koleno, bok, krkovice aj.), tak se příslušný kus masa nevykosťuje[2].

5.2.2 Bourání pro výsek

Bourání masa určeného pro prodej zákazníkovi (spotřebiteli) v obchodě. Závěrečná úprava je pečlivější než u bourání pro výsek. Redukují se zejména třásně, zářezy a povrchové tukové krytí, tak aby byl výsledný kus masa atraktivní pro potenciálního zákazníka. Dále se mohou provádět také speciální úpravy, jako je např. odblaňování, čímž se zvyšuje kvalita masa[6].

U hlavních druhů jatečných zvířat se získávají tyto hlavní výsekové části:

* Vepřové maso - hlava, lalok, krkovička, plec, pečeně, panenská svíčková, bok, kýta, kolínka, nožičky

* Hovězí maso - špička krku, krk, podplečí, plec, vysoký roštěnec, nízký roštěnec, svíčková, hrudí se žebry, bok, kýta, zadní kližka, kližka přední s husičkou

5.3 Masná výroba

Třetí hlavní fáze. Zpracovává maso i s dalšími materiály na výrobky z masa či na masné výrobky. Hlavními surovinami pro masnou výrobu jsou masa získaná bouráním pro výrobní účely[5].

Masné výrobky se člení na skupiny:- tepelně opracované, tepelně neopracované, trvanlivé fermentované, polotovary, konzervy, polokonzervy[3].

6 PRODUKCE MASA VE SVĚTĚ A U NÁS

Produkce a spotřeba hlavních druhů masa ve světě i u nás podléhala v uplynulém desetiletí velkým změnám a tento vývoj pokračuje i v novém tisíciletí. Vývoj se týká produkce a spotřeby masa celkem a také relací mezi hlavními druhy. Představitel FAO Gurkan (2002) charakterizoval světový vývoj v devadesátých letech tak, že vepřového masa se v roce 2001 vyprodukovalo celkem asi 90 milionů tun, což je zvýšení téměř o 50 % v porovnání s rokem 1990.

Vepřové maso si udržuje zřetelný náskok před ostatními hlavními druhy. Ještě výraznější růst produkce ve stejném období vykázalo drůbeží maso, a sice o dvojnásobek a od poloviny devadesátých let předstihlo produkci masa hovězího. Produkce hovězího a ovčího masa ve světovém měřítku v průběhu devadesátých let až dosud stagnuje[26].

V České republice došlo k výraznému poklesu spotřeby a tím i produkce hlavních druhů masa. Průměrná roční spotřeba masa celkem na jednoho obyvatele ČR představovala v roce 1990 cca 97 kg, kdežto v roce 2002 jen asi 80 kg (v hodnotě „maso na kosti"). Je třeba dodat, že z hlediska výživy a zdraví člověka je tato skutečnost hodnocena pozitivně. Je zřejmé, že celková spotřeba masa výrazně poklesla, především zásluhou masa hovězího a to dokonce až na jednu třetinu jeho spotřeby roku 1989. Snížení spotřeby ovšem postihlo i maso vepřové a to zhruba o 20 %, tedy o stejný podíl jako spotřeba masa celkem. Úbytek spotřeby vepřového masa byl vlastně nahrazen zvýšenou spotřebou masa drůbežího, hlavně kuřecího[26].

6.1 Hlavní faktory spotřeby masa

V rozvinutých zemích spotřeba masa stagnuje, případně i klesá. Je to dáno určitým odklonem od spotřeby potravin živočišného původu včetně masa. Zdravotní osvěta do jisté míry úspěšně přesvědčuje spotřebitele o tom, že „civilizační" choroby (obezita,vysoký krevní tlak, infarkt myokardu, mozkové příhody aj.) jsou do značné míry spojeny s nadbytečnou spotřebou živočišných produktů. Tyto argumenty přijímají hlavně spotřebitelé mladších generací, kteří navíc v případě masa svůj negativní přístup k němu spojují i s etickými problémy v chovech a při porážení zvířat. S těmito realitami je třeba počítat i do budoucna[35].

V rozvinutých ekonomikách má hlavní slovo při nákupu a spotřebě potravin, včetně masa, spotřebitel. U nás je již několik let převis nabídky masa nad poptávkou po něm. Producenti jatečných zvířat a zpracovatelé masa již znají onu pravdu, že „není problém vyrobit, nýbrž prodat a to za dobrou cenu"[13].

Na tržním úspěchu jatečných zvířat, masa a masných výrobků se podílí celá řada faktorů, ale za prakticky nejvýznamnější lze považovat tři následující: zdravotní nezávadnost, jakost a cena[25].

6.2 Zdravotní nezávadnost

Zdravotní nezávadnost masa v rámci všech „produkčních masných vertikál" zabezpečují a kontrolují orgány státní veterinární správy podle zákona č. 166/1999 Sb. (resp. 131/2003 Sb.). Spotřebitel může mít jistotu, že na trh přichází maso a masné výrobky zdravotně nezávadné, ovšem za předpokladu, že úspěšně prošlo veterinární hygienickou prohlídkou a že tedy bylo uznáno za poživatelné. Zdravotní nezávadnost českého vepřového masa je stabilní a spotřebitel má k němu v tomto ohledu důvěru. Spotřebitel ovšem musí vědět, že maso je potravinou velmi neúdržnou a že velmi snadno podléhá mikrobiálnímu kažení. Přejímá proto odpovědnost za jeho domácí skladování, za kulinární manipulace a za jeho konečnou úpravu.

Nedůvěru může mít spotřebitel ve zdravotní nezávadnost hovězího masa ve spojitosti s možným onemocněním BSE, ovšem vývoj vykazuje, že obavy jsou zbytečné.

6.3 Jakost

Jakost vepřového masa je dána nejdříve jakostí jatečných prasat, tedy podílem libové svaloviny na jatečně upraveném těle (JUT); jakostí masa v užším slova smyslu je jakost kosterní svaloviny poražených prasat. Šlechtění prasat na větší zmasilost přineslo úspěchy v historicky velmi krátké době (systém EUROP musel být rozšířen o třídu S pro prasata s podílem svaloviny nad 60 %), což bylo a je provázeno problémy v jakosti masa. Nejvyspělejší státy proto dále neusilují o další zvyšování zmasilosti, udržují dosaženou úroveň a snaží se o zajištění vysoké standardní jakosti[13].

Požadavky na jakost vepřového masa se vyvíjejí a to velmi pragmaticky. V základním složení masa se preferuje podíl vnitrosvalového tuku 2 až 3 % (nízká energetická hodnota masa, ale zachování jeho křehkosti, šťavnatosti a dalších senzorických znaků). Dále dosažení vysokého podílu čistých svalových bílkovin a to nejen pro nutriční hodnotu masa, ale i jako významného technologického znaku jakosti (např. pro výrobu šunek). V hodnocení jakosti vepřového masa se stále více uplatňují fyzikální metody, které poskytují možnost uplatnění v systému „on-line", např. měření hodnot pH, elektrické vodivosti, měření barvy (barevnosti, světlosti, remise, odrazivosti). Na významu nabývají texturní vlastnosti masa (tvrdost, tuhost, měkkost, křehkost) a jejich měření např. tzv. Warner-Bratzlerovými nůžkami či různými penetrometry. Pro moderní zpracovatelské technologie je důležitá znalost reologických vlastností masa i konečného salámového díla[35].

Pro údržnost masa a masných výrobků jsou významné hodnoty redox-potenciálu (rH) a hodnoty aktivity vody (a_w)[29].

Z uvedeného vyplývá, že dnes a tím spíše v budoucnu budou předmětem zájmu jakostní znaky důležité pro technologické a kulinární zpracování masa. Pro tato uplatnění nabývá na závažnosti senzorické posuzování masa. Senzorická analýza potravin se po metodické stránce vyhranila jako samostatný vědní obor velkého praktického dosahu a senzorická jakost masa hraje stále významnější roli v jeho odbytu a užití[29].

Trvajícím problémem v jakosti vepřového masa, zůstává výskyt jakostní odchylky PSE (bledé, měkké a vodnaté maso) jako výsledek atypického průběhu postmortálních změn masa. Na jedné straně se k řešení problému přistupuje preventivně již v oblasti genetiky výběrem genotypů rezistentních ke stresu a dále eliminací nejvýznamnějších

stresorů po celé intravitální období prasat. PSE vepřového masa je složitým polyfaktoriálním problémem, jehož řešení bude dlouhodobé[27].

Na druhé straně si spotřebitelská veřejnost, do určité míry, zvyká na menší odchylky od normální jakosti - v USA rozšířili paletu jakosti vepřového masa o odchylku RSE (spotřebitelsky přijatelnou, zahrnující asi 50 % veškerého vepřového masa, maso je mírně vodnaté a má měkčí konzistenci) a o jakost RFN (nejlepší jakost, 15 % výskytu). Vyplývá to ze skutečnosti, že jakostní znaky masa vykazují tzv. normální rozdělení charakterizované Gaussovou křivkou. Jednotlivé vlastnosti masa jsou tedy spojitou funkcí a dělítkem jednotlivých úseků, jsou tzv. uzanční (dohodnuté, obecně přijaté a uznávané) hodnoty. Pro PSE vepřové maso jsou uzančními hodnoty pH1 nižší než 5,80; remise převyšující 25 % a ztráty masné šťávy samovolným odkapáním vyšší než 5 %[30].

6.4 Cena

Cena je významným faktorem tržní úspěšnosti masa. Pro sociálně slabší spotřebitele je faktorem určujícím a prvořadým. Ovšem i spotřebitel s vyšším příjmem velmi pečlivě hodnotí relaci „jakost - cena". U nás je v tomto hodnocení nejhůře maso hovězí s relativně vysokou spotřebitelskou cenou a s relativně nespolehlivou jakostí (záměna kravského masa, nedostatečné vyzrání masa), proto je výrazná snaha o jeho zlepšení (označení údaji zaručujícími jakost). Relativně nejlépe obstojí v tomto srovnání maso kuřecí a to je také hlavní příčinou velkého nárůstu jeho spotřeby[42].

Vepřové maso je v tomto ohledu uprostřed mezi nimi. Dobrá perspektiva jeho produkce a spotřeby se zakládá na jeho oblibě a tradici v české kuchyni, velmi žádoucí je zvyšování jeho jakosti a snižování spotřebitelské ceny.

7 BALENÍ MASA

Balení masa je velmi významný způsob úchovy masa a prodloužení jeho trvanlivosti. V dnešní moderní době se nejvíce využívá balení do ochranné atmosféry a vakuové balení. Balení v ochranné atmosféře využívá některých plynů, které mají schopnost prodloužit trvanlivost a udržet stálou barvu masa a to za předpokladu, že vstupní surovina je kvalitní a nedojde k porušení chladírenského řetězce. Maso určené k balení by mělo být čerstvé bez zátěžových myopatií a v dobré kondici[5].

Balení masa do ochranné atmosféry má řadu nesporných výhod. Především prodlužuje čerstvost masa i jeho trvanlivost, a navíc díky praktickému balení usnadňuje kupujícím výběr na pultech obchodů. Tento náročný způsob úpravy vyžaduje nejmodernější technologické zázemí[38].

Surovina nejenže vydrží déle čerstvá, ale na rozdíl od klasického výsekového masa neosychá, je již naporcovaná a manipulace s ní je tak daleko jednodušší. Významné je i snížení rizika kontaminace masa, odolnost použitých materiálů minimalizuje možnost jejich mechanického poškození[38].

Unikátní a u nás ještě zatím málo známé je především balení tzv. metodou darfresh, která díky vakuovému prostředí v balíčku umožňuje masu dále dozrávat. Vrchní fólie dokonale a naprosto těsně obalí výrobek a vytvoří tzv. efekt druhé kůže. Díky procesu zrání vzniká v mase kyselina mléčná, která narušuje bílkovinná vlákna, zjemňuje je a zároveň brání namnožení mikroorganismů. Vyzrálé maso je křehké, šťavnaté a dostatečně měkké[39].

Obr. č. 1 Balení hovězí roštěné metodou Darfresh

7.1 Ochranná atmosféra

Ideální plyny pro balení do ochranné atmosféry jsou N_2, CO_2 a O_2. Pokud jsou potraviny skladovány za přístupu vzduchu, jejich kvalita muže být snižována mimo jiné i působením těchto tří vlivu; oxidací, růstem bakterií a růstem plísní. Všechny tyto vlivy mohou být potlačeny nebo eliminovány zabalením potravin ve vhodné ochranné atmosféře. Plyny používané pro balení do ochranné atmosféry jsou oxid uhličitý, kyslík a dusík – všechny tvoří přirozenou součást atmosféry. Účelem balení do ochranné atmosféry je obecné eliminace či snížení obsahu kyslíku (kromě balení červeného masa nebo zabránění anaerobního růstu) a dále zvýšení obsahu CO_2 do 20 % a více k zabránění růstu bakterií a plísní. Někdy je nezbytné, vytvořit rovnováhu modifikované atmosféry použitím dusíku, např. v případech, kdy se oxid uhličitý rozpouští na povrchu produktu a způsobuje tak zhroucení balení v důsledku vzniku podtlaku. Balení do ochranné atmosféry tedy běžně vyžaduje použití směsi nejméně dvou plynů, jejichž optimální poměr závisí na druhu produktu. Plyny mohou být dodávány v tlakových lahvích ve formě směsí nebo mohou být připraveny na místě spotřeby za použití směšovače[11].

Balení v ochranné atmosféře je založeno na inhibičním účinku CO_2 na růst mikroorganizmů, ale působí také na oxidační procesy masa. Protože však oxid uhličitý běžnými druhy fólií dobře prostupuje, musí se používat vícevrstvé fólie a zároveň i misky s dobrými bariérovými vlastnostmi[15].

Balení v ochranné atmosféře (v zahraniční literatuře uváděné jako MAP = Modified Atmosphere Packaging) představuje aktivní systém balení se stále širším uplatněním v potravinářském průmyslu, který přispívá k prodloužení trvanlivosti potravin a zvýšení jejich bezpečnosti. Jedná se o balení, založené na cílené interakci mezi obalem a potravinou. Obal je schopen reagovat na změnu podmínek, ve kterých je produkt balen. Principem je výměna vzduchu směsí plynů s inhibičním účinkem na bakterie (nejvíce využívané plyny jsou O_2, CO_2 a N_2). Kyslík stabilizuje červenou barvu masa (koncentrace nad 60 %), vazbou na hemoglobin vzniká oxyhemoglobin. Oxid uhličitý vykazuje bakteriostatický účinek. Dusík je inertním doplňkovým nosným plynem, omezujícím v kombinovaných ochranných atmosférách parciální tlak kyslíku nebo oxidu uhličitého, na maso působí nejméně aktivně. V kombinaci s CO_2 (40 – 45 %) se používá pro balení masných výrobků a mas, u kterých není požadován efekt červeného vybarvení – drůbež, ryby[34].

Nejčastěji využívanou kombinací plynů v ochranné atmosféře pro balení masa je směs ve složení 70 – 80 % O_2 + 20 – 30 % CO_2. Inhibiční účinnost CO_2 na oxidační procesy v mase se projevuje minimalizací barevných změn na povrchu masa a množství uvolněné masové šťávy. Inhibiční efekt oxidu uhličitého se projevuje od koncentrace 5 % a zvyšuje se lineárně do 25 – 30 %. Inhibičně působí na doprovodnou, příp. patogenní mikroflóru masa i další produkty metabolismu BMK např. kyselina octová a peroxid vodíku. Citlivé jsou zejména gramnegativní bakterie z čeledi *Pseudomonadaceae* a *Enterobacteriaceae*. Oxid uhličitý vytváří s vodou slabě disociovanou kyselinu uhličitou, která snižuje pH prostředí a působí bakteriostaticky především na aerobní mikroflóru. Následkem zvýšeného podílu CO_2 jsou stimulovány zejména mikroaerofilní G^+ mikroorganismy – *Brochothrix thermosphacta, Leuconostoc spp. a Lactobacillus spp*.; rychlost množení je však omezená, což přispívá k prodloužení údržnosti baleného masa. Nevýhodou dlouhodobého skladování masa v ochranné atmosféře je pokles parciálního tlaku O_2 (asi 60 %) a vzestup koncentrace CO_2. Důsledkem je negativní vliv na senzorické vlastnosti (změna barvy, zápach) [29].

V podmínkách ochranné (modifikované) atmosféry dochází k rozvoji původní psychrotrofní mikroflóry, zejména laktobacilů a leukonostoků[28].

Příklady aplikací:

Tabulka 1 s příkladem koncentrací plynů pro jednotlivé druhy masa

Produkt	% CO_2	% N_2	% O_2
Červené maso	20-35		80-65
Drůbež	25-100	75-0	
Ryby	30-60	70-40	
Upravené maso	30-70	70-30	

7.1.1 Plyny pro potravinářství dle EC

E 290 Oxid uhličitý Gourmet C

E 938 Argon Gourmet A

E 939 Helium Gourmet He

E 941 Dusík Gourmet N

E 942 N_2O, rajský plyn Gourmet L

E 948 Kyslík Gourmet O

E 949 Vodík Gourmet H

a jejich směsi:

E 941/E290 70% dusík Gourmet N70 30% oxid uhličitý

E 941/E290 50% dusík Gourmet N50 50% oxid uhličitý

E 948/E290 70% kyslík Gourmet O70 30% oxid uhličitý

Obr. č. 2 Příklad balení plátků z vepřové kýty do ochranné atmosféry

Obr. č. 3 Příklad balení vepřových řízků z kýty do ochranné atmosféry

Obr. č. 4 Příklad balení vepřových medailonků z válečku do ochranné atmosféry

Obr. č. 5 Linka na balení masa do ochranné atmosféry 1

Obr. č. 6 Linka na balení masa do ochranné atmosféry (vlastní balící a plnící hlava) 2

7.2 Vakuové balení

Zkáza potravin je způsobována chemickými reakcemi, ke kterým dochází, pokud jsou potraviny vystaveny vzduchu, teplotě, vlhkosti, účinku enzymů, růstu mikroorganismů nebo byly kontaminovány hmyzem. Tento proces můžeme zpomalit uložením potravin do vakua. Vakuové balení snižuje absolutní tlak vzduchu v obalu či nádobě tím, že odstraňuje kyslík a odstraňuje prchavé látky. Kyslík obsažený ve vzduchu způsobuje kažení potravin, neboť jeho účinkem dochází k procesu oxidace, která zapříčiňuje ztrátu nutričních hodnot, chuti a dalších vlastností potravin. Vzduch také podporuje růst mikroorganismů a způsobuje poškození mražených potravin mrazem[38].

Vakuové balení se používá převážně pro velkoobchody a větší hmotnostní kategorie masa.

Obr. č. 7 Vakuově balené hovězí maso

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 METODIKA PRÁCE

Všechna zde uvedená měření byla provedena v masokombinátu specializovaném na porážku a balení vepřového masa společnosti Agrofert Holding a.s. Měření a fotodokumentace byla prováděna průběžně od prosince 2011 do dubna 2012.

Sledování mezních hodnot bylo proto prováděno u vepřové pečeně, vepřové kýty a krkovice s kostí. Maso bylo baleno v 1kg hmotnostech v celku a dále v plátcích dle požadavků odběratelů. Plátkování u pečeně a krkovice je prováděno po inkrustaci na plátkovacích strojích značky Seydelmann. Vepřová kýta byla porcována na plátky ručně za pomoci nože.

Surovina byla skladována v chladicích boxech při teplotě 3°C. Maso bylo baleno na baličkách při teplotě nepřesahující 3°C. Skladováno po zabalení bylo opět v chladicích boxech, teplota nijak výrazně nekolísala a dosahovala max. 3°C, nikdy se nedostala na 0°C. Pro balení byly použity misky vyrobené z PET matriálů a z polystyrenu u kterého je spodní i svrchní strana misky potažena folií bránící propustnosti plynů. Folie použitá na balení je nepropustná pro plyny a je ze syntetického materiálu, obchodní označení V- KJ 345 a V- AL 765.

Sledováno bylo i maso dovezené ze zahraničí, zde bylo měření prováděno až před vlastním finálním balení. V dnešní době by produkce tuzemského vepřového masa nedokázala pokrýt poptávku trhu, je zde také otázka ceny nakupovaného masa, proto tvoří nakoupená surovina ze zahraničí značný podíl baleného masa v ČR.

Pro měření všech uvedených hodnot byl vždy použit jeden kus jatečně upraveného těla. Měření hodnot v průběhu doby minimální trvanlivosti bylo také vždy prováděno u toho samého kusu. Od každé partie bylo vždy zabaleno 8kusů do ochranné atmosféry a každý den byla hodnota pH a ochranná atmosféra změřena u jednoho balíčku. Po celou dobu jednoho měření byly tedy hodnoty stanoveny vždy pro jeden daný kus masa.

Měřeno bylo také maso, které se nakupuje ze zahraničí, zde bylo měření prováděno až při finálním balení.

8.1 Cíl práce

Stále častěji se setkáváme s výraznými barevnými změnami u masa baleného v ochranné atmosféře, i přesto, že se datum spotřeby ještě neblíží ke konci. S barevnými změnami se setkáváme jak u hovězího tak u vepřového masa a to i v hluboké vnitřní části zabaleného kusu masa.

Proto i tato diplomová práce byla zaměřena na barevné změny masa baleného v ochranné atmosféře.

Při praktické části byl sledován teplotní řetězec suroviny, pH baleného masa a složení ochranné atmosféry. U vzorků bylo měřeno pH a ochranná atmosféra před zabalením, po zabalení v průběhu záruční doby a po ukončení záruční doby. Práce je zaměřena na danou problematiku u vepřového masa.

Všechny výsledky byly zpracovány a vyhodnoceny ve formě tabulek a grafů.

8.1.1 Hodnota pH

Hodnota pH je záporně vzatý dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů. Jeho hodnota je jeden z mnoha kvantitativních znaků pro objektivní posouzení změn v mase[20]. Význam hodnoty pH spočívá v tom, že hodnota pH výrazně ovlivňuje některé kvalitativní ukazatele jakosti masa a to vaznost vody, údržnost, křehkost, chuť a barvu[12].

Hodnota pH u vepřového masa byla měřena ihned po vybourání a před vlastním balením masa. Dále byly hodnoty pH zaznamenávány v průběhu záruční doby a na konci záruční doby. Hodnota pH byla měřena u vepřové pečeně, vepřové kýty a vepřové krkovice s kostí. Hodnota pH byla měřena vpichovým pH metrem značky Senter.

Obr. č. 8 pH metr použitý pro měření

8.1.2 Teplota

Teplota je charakteristika tepelného stavu hmoty. V obecném významu je to vlastnost předmětů a okolí, kterou je člověk schopen vnímat a přiřadit jí pocity studeného, teplého či horkého. V přírodních a technických vědách a jejich aplikacích je to skalární intenzivní veličina, která je vzhledem ke svému pravděpodobnostnímu charakteru vhodná k popisu stavu ustálených makroskopických systémů. Teplota souvisí s kinetickou energií částic látky. Teplota je základní fyzikální veličinou soustavy SI s jednotkou kelvin (K) a vedlejší jednotkou stupeň Celsia (°C). Nejnižší možnou teplotou je teplota absolutní nuly (0 K; -273,15 °C), ke které se lze libovolně přiblížit, avšak nelze jí dosáhnout. K měření teploty se používají teploměry[44].

Teplota masa byla sledována před bouráním a před vlastním balením masa. Dále byla sledována teplota v průběhu skladování. Surovina byla skladována v chladicím boxu expedice masa při 3°C.

Teplota masa byla měřena vpichovým teploměrem značky Metler Toledo. Stupnice byla kalibrována k datu 23. 11. 2011.

Obr. č. 9 Teploměr použitý k měření teplotních hodnot

8.1.3 Měření ochranné atmosféry

Měření přesného složení ochranné atmosféry bylo analyzováno pomocí přístroje Multivac Combimetr Portable AL238I Tento přístroj pomocí vpichové sondy analyzuje složení ochranné atmosféry a výsledek je zaznamenáván na „termo“ pásku.

Pomocí tohoto přístroje je možné sledovat průběžně, v jakém zastoupení jsou plyny v baleném mase. Pokud by složení atmosféry neodpovídalo požadavku, musí se upravit zařízení dávkující směs plynů na samotném balícím zařízení.

Složení ochranné atmosféry se stanovuje pomocí přístroje Multivac. Vpichová jehla je zavedena do obalu a po spuštění přístroje dojde ke změření přesného složení ochranné atmosféry.

Obr. č. 10 Přístroj na měření ochranné atmosféry Multivac

9 VÝSLEDKY A DISKUSE

Sledováním a měřením bylo zjištěno, že barevné změny u vepřového masa jsou závislé na fázi zrání, ve které se maso nacházelo v konečné fázi balení a na přesném dodržování teplotního řetězce včetně dodržování teploty při bourání (vnitřní teplota max.10°C v jádře svaloviny). Na barevné změny baleného masa v ochranné atmosféře má také výrazný vliv způsob konečného opracování – inkrustace, sekání na plátkovacích strojích, řezání pilou. Všechna tato finální opracování pokud jsou prováděna u masa ve vyšším stupni zrání, mají vliv na jeho barevnou stálost.

Na barevné změny je náchylné maso s menším podílem tuku a vyšším podílem vody. K méně výrazným barevným změnám docházelo pouze u krkovice s kostí, krkovice bez kosti nevykazovala žádné barevné změny.

9.1 Vyhodnocení hodnot pH

Všechny naměřené hodnoty byly zpracovány do tabulek a vyhodnoceny graficky.

9.1.1 Výsledky a grafická znázornění

Naměřené hodnoty jsou zaznamenány v tabulkách vždy pro příslušnou anatomickou část zvlášť. K měření byla použita jak svalovina samčího, tak samičího pohlaví. Porážková hmotnost všech prasat byla do 100kg. Vždy se jednalo o zdravé a mladé kusy, řádně jatečně opracované a bez fyziologických či anatomických abnormalit.

Maso nakoupené ze zahraničí je vždy již rozbourané na jednotlivé části a zabalené ve vakuovém balení. Pouze ve výjimečných případech se nakupuje vepřové maso nebalené uložené pouze v přepravkách. I toto maso je již vždy bourárensky opracované. Z tohoto důvodu není možné uvádět datum porážky, datum bourání a pH masa při bourání. Jako první hodnota je zde uváděno až pH masa při balení, podle této hodnoty lze odvodit přibližné stáří baleného masa. Trvanlivost u vakuově baleného vepřového masa je deklarována zahraničními dodavateli na 23 dnů při 4°C.

Vysvětlivky k tabulce:

A- je maso po ukončení data minimální trvanlivosti v kvalitě odpovídající požadavkům zákazníka. Maso je bez jakýchkoli smyslových či vzhledových změn, pouze s mírným otlakem od dna obalového materiálu.

B- je maso vykazující barevné změny a to buď povrchové či uvnitř svaloviny. Barevné změny již mohou doprovázet i mírné změny v aromatu masa.

9.1.2 Vepřová pečeně

V tabulkách jsou zaznamenány hodnoty pH pro vepřovou pečeni. Z níže uvedených hodnot je patrné, že pokud bylo maso zpracováno a zabaleno v prvních 2-3dnech od poražení nevykazovalo maso žádné barevné abnormality ani po uplynutí minimální trvanlivosti. Bylo zde i velmi nízké procento otlaků od obalového materiálu (misky, folie). Naopak u masa, které bylo zabaleno do ochranné atmosféry po ukončení fáze rigoru mortis a již byla nastoupena fáze zrání masa je výskyt barevných odlišností či otlaků značně vyšší. Při plátkování inkrustovaného masa ve vyšším stupni zrání docházelo k tvorbě šedého pruhu pod vrchní blánou již po 3-4hodinách od zabalení. Lze tedy usuzovat, že i to v jaké fázi zrání se maso inkrustuje, má vliv na jeho barevnou stálost.

V tabulce je zřejmé, že ve fázi rigoru mortis pH spíše stagnuje nebo mírně klesá, pokud je již tato fáze ukončena dochází k rychlému zvyšování pH hodnoty.

Z měření lze tedy usuzovat, že velký vliv na barevnou stálost masa má to, v jaké fázi zrání bylo maso zabaleno.

Tabulka 2 Průběh hodnot pH pro vepřovou pečeni

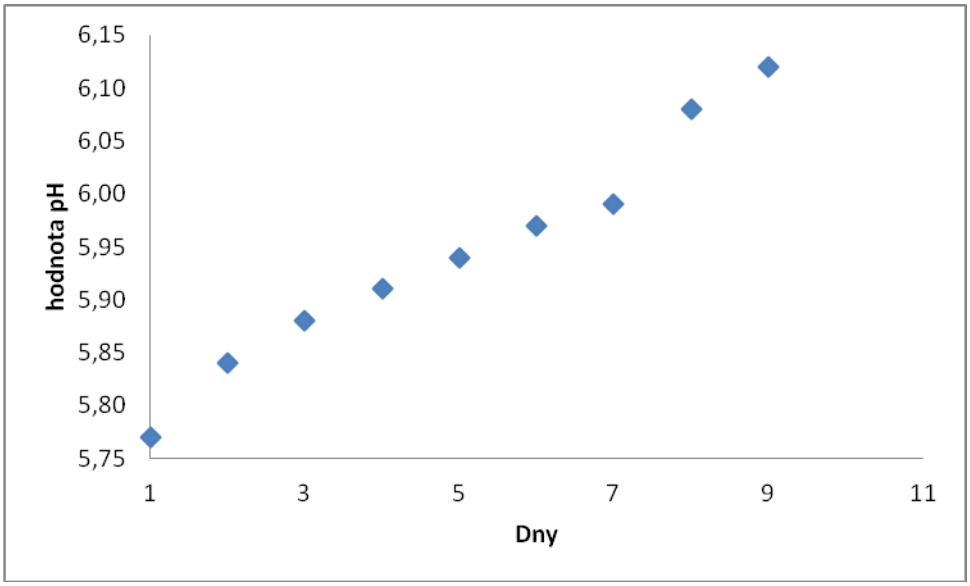
Datum porážky	**2. 12. 11**	**---------**	**13. 12. 11**	**28. 12. 11**	**--------**	**--------**	**18. 1. 12**	**23. 1. 12**
Datum bourání	**3.12.**	**--------**	**14.12.**	**30.12**	**-------**	**------**	**19.1.**	**25.1.**
pH při bourání	**5,72**	**-------**	**5,78**	**5,59**	**-------**	**------**	**5,76**	**------**
Datum baleni	**3.12.**	**8.12.**	**15.12.**	**30.12.**	**6.1.**	**10.1.**	**20.1.**	**25.1**
pH při balení	**5,71**	**5,58**	**5,60**	**5,55**	**5,62**	**5,67**	**5,58**	**5,63**
pH $1_{\text{den po zabalení}}$	5,65	5,61	5,63	5,57	5,64	5,60	5,58	5,65
pH $2_{\text{den po zabalení}}$	5,58	5,64	5,65	5,63	5,66	5,59	5,62	5,68
pH $3_{\text{den po zabalení}}$	5,59	5,65	5,68	5,68	5,69	5,63	5,64	5,71
pH $4_{\text{den po zabalení}}$	5,62	5,68	5,71	5,73	5,75	5,67	5,67	5,75
pH $5_{\text{den po zabalení}}$	5,65	5,73	5,73	5,76	5,79	5,69	5,68	5,78
pH $6_{\text{den po zabalení}}$	5,68	5,77	5,77	5,79	5,85	5,74	5,71	5,85
pH $7_{\text{den po zabalení}}$	5,73	5,85	5,79	5,86	5,88	5,77	5,74	5,87
pH $8_{\text{konec spotřeby}}$	5,77	5,97	5,82	5,90	5,91	5,81	5,77	5,92
Barva masa	A	B	A	B	B	A	A	B
		Nákup			Nákup	Nákup		

Tabulka 3 Průběh hodnot pH pro vepřovou pečeni

Datum porážky	**3. 2. 12**	--------	**16. 2. 12**	---------	**2. 4. 12**	**3. 4. 12**	---------	----------
Datum bourání	**5. 2.**	------	**17. 2.**	-------	**3. 4.**	**6. 4.**	-------	--------
pH při bourání	**5,73**	------	**5,66**	-------	**5,68**	**5,68**	--------	--------
Datum balení	**5.2.**	**12.2**	**18.2.**	**25.2.**	**4.4.**	**6.4.**	**9.4.**	**11.4.**
pH při baleni	**5,70**	**5,68**	**5,60**	**5,63**	**5,66**	**5,77**	**5,63**	**5,69**
pH $1_{\text{den po zabalení}}$	5,66	5,71	5,62	5,64	5,67	5,84	5,68	5,74
pH $2_{\text{den po zabalení}}$	5,68	5,74	5,65	5,66	5,68	5,88	5,72	5,78
pH $3_{\text{den po zabalení}}$	5,70	5,76	5,68	5,68	5,70	5,91	5,78	5,81
pH $4_{\text{den po zabalení}}$	5,72	5,80	5,70	5,70	5,71	5,94	5,83	5,86
pH $5_{\text{den po zabalení}}$	5,74	5,84	5,72	5,73	5,74	5,97	5,87	5,90
pH $6_{\text{den po zabalení}}$	5,77	5,86	5,75	5,76	5,76	5,99	5,91	5,94
pH $7_{\text{den po zabalení}}$	5,79	5,90	5,77	5,79	5,78	6,08	5,94	5,99
pH $8_{\text{konec spotřeby}}$	5,81	5,93	5,79	5,81	5,80	6,12	5,98	6,10
Barva masa	A	B	A	A	A	B	B	B
		Nákup		Nákup			Nákup	Nákup

Graf č. 1

Průběh pH po zabalení do ochranné atmsoféry u vepřové pečeně, která byla balena po ukončením fáze rigoru mortis:



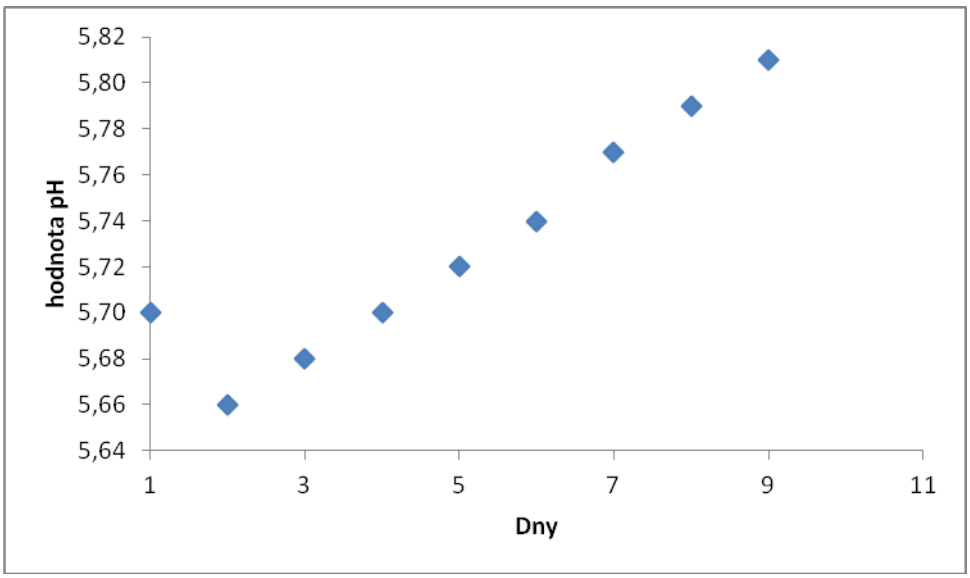
Tabulka 4 Hodnoty pH u vepřové pečeně po zabalení, u masa již byla ukončena fáze rigoru mortis

Záruční doba	**hodnota pH**
pH při balení	**5,77**
Záruční doba 1	5,84
2	5,88
3	5,91
4	5,94
5	5,97
6	5,99
7	6,08
8	6,12

V grafu je zobrazen průběh hodnot pH u masa, které bylo zabaleno již v počínající fázi autolýzy. U masa byla ukončena fáze rigoru mortis a nastoupilo již vlastní zrání masa. Není zde viditelný pokles hodnoty pH jako je tomu u masa, které je zabaleno ve fázi rigoru mortis. Nárůst hodnoty pH je rychlejší.

Graf č. 2

Průběh pH po zabalení do ochranné atmsoféry u vepřové pečeně, která byla balena před ukončením fáze rigoru mortis:



Tabulka 5 Hodnoty pH u vepřové pečeně po zabalení, u masa ještě nebyla ukončena fáze rigoru mortis.

Záruční doba	hodnota pH
pH při balení	**5,7**
1	5,66
2	5,68
3	5,7
4	5,72
5	5,74
6	5,77
7	5,79
8	5,81

V grafu jsou vyneseny hodnoty pH vepřové pečeně, která byla balena do ochranné atmosféry ještě před ukončením fáze rigoru mortis. Druhý den po zabalení je vidět nepatrný pokles hodnoty pH, pak dochází k pomalému nárůstu hodnoty v závislosti na nastupujícím zrání suroviny.

Obr. č. 11 Vepřová pečeně- maso, jehož pH je 5,70, hodnota pH ještě mírně klesla. Na konci záruční doby bylo maso plně vyzrálé bez jakýchkoli smyslových změn

Obr. č. 12 Vepřová pečeně- černání kostí po špatné sanitaci pili. Pokud jsou kosti řezány, pomocí automatické pili, dochází k tvorbě jemných pilin, které ulpívají na kostech a urychlují černání kostí. V ochranné atmosféře toto černání probíhá daleko rychleji oproti vakuovému balení.

Obr. č. 13 Šednutí plátků po inkrustaci, pH masa bylo vyšší 5,75, k poklesu pH již nedošlo- jedná se tedy o maso, u kterého již probíhá vlastní zrání. Maso před zabalením do ochranné atmosféry.

Obr. č. 14 Maso po zabalení do ochranné atmosféry. Je zde dobře patrný výrazný šedý pruh pod vrchní blánou.

Obr. č. 15 Vepřová pečeně s kostí- maso čerstvé ve fázi rigoru mortis

Obr. č. 16 Maso před balením- vyřazené z balení. Maso je ve vysoké fázi zralosti. Po inkrustaci zůstává výrazné šedé zabarvení

Obr. č. 17 Maso před balením- vyřazené z balení. Maso je ve vysoké fázi zralosti. Po inkrustaci zůstává výrazné šedé zabarvení.

Obr. č. 18 Zařízení na inkrustaci masa

9.1.3 Vepřová kýta

Formou tabulek jsou zpracovány hodnoty získané měřením. Jsou zde zaneseny hodnoty pH u vepřové kýty. A to jak kusového balení, tak plátků.

Také u vepřové kýty je z tabulkových hodnot zřejmé, že pokud bylo maso zpracováno a zabaleno v prvních 2 maximálně 3dnech od poražení nevykazovalo maso žádné barevné abnormality ani po uběhnutí záruční doby. I zde velmi nízké procento otlaků od obalového materiálu (misky, folie). Naopak u masa, které bylo zabaleno do ochranné atmosféry po ukončení fáze rigoru mortis a již byla nastoupena fáze zrání masa je výskyt barevných odlišností či otlaků značně vyšší. Z měření lze vyvodit, že velký vliv na barevnou stálost masa má stejně jako u vepřové pečeně to, v jaké fázi zrání bylo maso zabaleno.

Dále je z tabulkových hodnot zřetelné, že pokud došlo již k ukončení fáze rigoru mortis dochází ke zvyšování pH mnohem rychleji než v průběhu této zrací fáze.

Vepřová kýta se vždy upravuje pouze nožem, nelze tedy zjistit, zda i zde by se projevil vliv inkrustace na kvalitu masa.

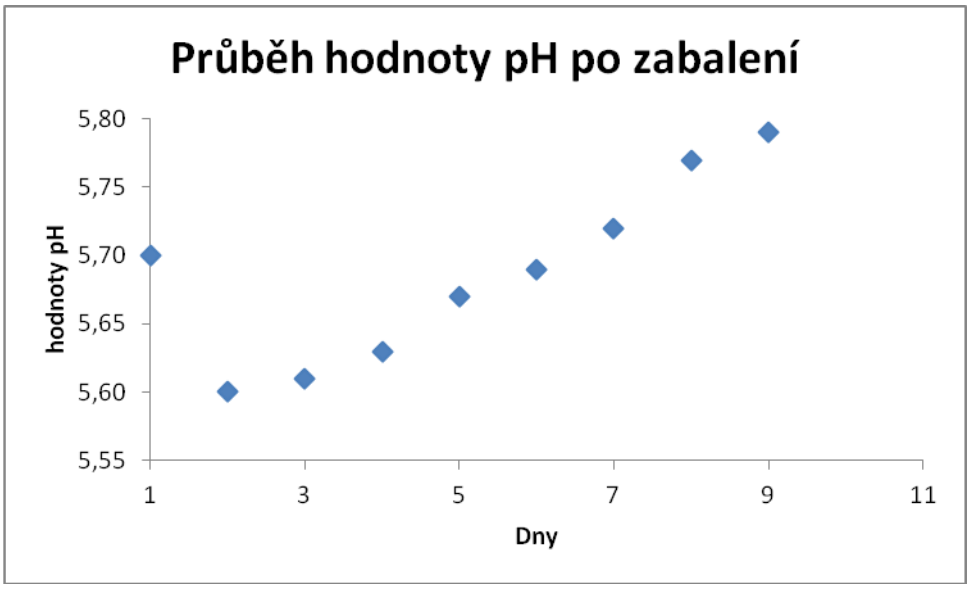
Tabulka 6 Průběh hodnot pH u vepřové kýty

Datum porážky	**2. 12. 11**	**---------**	**13. 12. 11**	**28. 12. 11**	**--------**	**--------**	**18. 1. 12**	**23. 1. 12**
Datum bourání	**3.12.**	**--------**	**14.12.**	**30.12**	**--------**	**--------**	**19.1.**	**25.1.**
pH při bourání	**5,70**	**-------**	**5,75**	**5,59**	**-------**	**------**	**5,76**	**------**
Datum balení	**3.12.**	**8.12.**	**15.12.**	**30.12.**	**6.1.**	**10.1.**	**20.1.**	**25.1**
pH při balení	**5,70**	**5,63**	**5,68**	**5,59**	**5,63**	**5,65**	**5,61**	**5,65**
pH 1$_{\text{den po zabalení}}$	5,60	5,67	5,58	5,61	5,65	5,61	5,63	5,66
pH 2$_{\text{den po zabalení}}$	5,61	5,69	5,56	5,65	5,68	5,59	5,65	5,69
pH 3$_{\text{den po zabalení}}$	5,63	5,70	5,59	5,69	5,73	5,65	5,66	5,77
pH 4$_{\text{den po zabalení}}$	5,67	5,74	5,62	5,75	5,78	5,69	5,69	5,79
pH 5$_{\text{den po zabalení}}$	5,69	5,79	5,65	5,79	5,81	5,70	5,70	5,85
pH 6$_{\text{den po zabalení}}$	5,72	5,84	5,68	5,85	5,85	5,75	5,75	5,89
pH 7$_{\text{den po zabalení}}$	5,77	5,89	5,74	5,89	5,89	5,79	5,77	5,93
pH 8$_{\text{konec spotřeby}}$	5,79	5,97	5,79	5,93	5,95	5,83	5,79	5,98
Barva masa	A	B	A	B	B	B	A	B
		Nákup			Nákup	Nákup		

Tabulka 7 Průběh hodnot pH u vepřové kýty

Datum porážky	**3. 2. 12**	**15. 2. 12**	**16. 2. 12**	**25. 2. 12**	**2. 4. 12**	**3. 4. 12**	**6. 4. 12**	**10. 4. 12**
Datum bourání	**5. 2.**	-------	**17. 2.**	--------	**3. 4.**	**6. 4.**	---------	--------
pH při bourání	**5,73**	------	**5,68**	-------	**5,68**	**5,68**	--------	--------
Datum balení	**5.2.**	**12.2**	**18.2.**	**25.2.**	**4.4.**	**6.4.**	**9.4.**	**11.4.**
pH při balení	**5,73**	**5,67**	**5,66**	**5,67**	**5,65**	**5,68**	**5,62**	**5,70**
pH $1_{\text{den po zabalení}}$	5,65	5,73	5,64	5,64	5,67	5,73	5,65	5,73
pH $2_{\text{den po zabalení}}$	5,68	5,75	5,65	5,67	5,68	5,78	5,71	5,79
pH $3_{\text{den po zabalení}}$	5,70	5,78	5,69	5,69	5,70	5,83	5,76	5,84
pH $4_{\text{den po zabalení}}$	5,74	5,81	5,71	5,73	5,72	5,87	5,80	5,86
pH $5_{\text{den po zabalení}}$	5,77	5,83	5,73	5,75	5,75	5,96	5,85	5,90
pH $6_{\text{den po zabalení}}$	5,79	5,87	5,78	5,78	5,78	6,06	5,89	5,93
pH $7_{\text{den po zabalení}}$	5,82	5,91	5,79	5,80	5,79	6,08	5,94	5,98
pH $8_{\text{konec spotřeby}}$	5,83	5,93	5,82	5,81	5,80	6,11	5,96	6,06
Barva masa	A	A	A	A	A	B	B	B
		Nákup		Nákup			Nákup	Nákup

Graf č. 3. Průběh pH po zabalení do ochranné atmsoféry u vepřové kýty, která byla balena před ukončením fáze rigoru mortis:

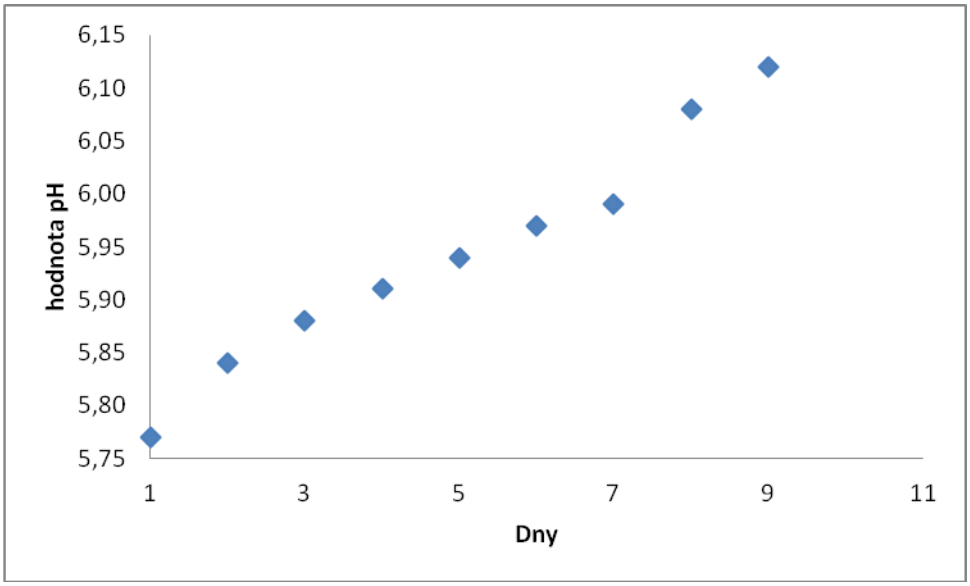


Tabulka 8 s hodnotami pro vepřovou kýtu, která byla balena před ukončením fáze rigoru mortis

Záruční doba	hodnota pH
pH při balení	**5,7**
1	5,6
2	5,61
3	5,63
4	5,67
5	5,69
6	5,72
7	5,77
8	5,79

V grafu č. 3 jsou vyneseny hodnoty pH u vepřové kýty, která byla balena do ochranné atmosféry před ukončením fyziologické fáze rigoru mortis. Průběh je téměř srovnatelný s průběhem zrání u vepřové pečeně. Druhý den po zabalení je zřejmý nepatrný pokles hodnoty pH, poté dochází opět k pomalému nárůstu hodnoty v závislosti na pozvolném nástupu zrání suroviny.

Graf č. 4 Průběh pH po zabalení do ochranné atmsoféry u vepřové kýty, která byla balena po ukončením fáze rigoru mortis:



Tabulka 9 s hodnotami pH pro vepřovou kýtu, která byla balena po ukončení fáze rigoru mortis

Záruční doba	hodnota pH
pH při balení	**5,68**
1	5,73
2	5,78
3	5,83
4	5,87
5	5,96
6	6,06
7	6,08
8	6,11

Stejně jako u vepřové pečeně je zde rychlejší nárůst hodnoty pH. Maso je v průběhu záruční doby již plně vyzrálé, u konce záruční doby se již hodnoty pH pomalu blíží k hodnotám autolýzy masa. U těchto mas, je vysoké procento barevných změn důvodem je, že maso po ukončení fáze rigoru mortis je náchylnější k otlakům.

Obr. č. 19 Vepřová kýta- šedé zabarvení u vepřové kýty- plátky- pH masa v době balení bylo 5,68- a mělo již vzrůstající tendenci. Jedná se již o maso, u kterého probíhá vlastní zrání. Maso je v 4den po zabalení. U prvních 2plátků je již patrná šedá barva při horním okraji.

Obr. č. 20 Vepřová kýta- řezaná ručně nožem. I zde je patrné šedé zbarvení plátků, 7hodin od zabalení do ochranné atmosféry. Jedná se opět o maso, u kterého již plně probíhá vlastní zrání

Obr. č. 21 Vepřová kýta- šedé zabarvení na konci záruční doby. Opět se jednalo o maso, které bylo baleno již v průběhu vlastního zrání

9.1.4 Vepřová krkovice

U vepřové krkovice docházelo k výskytu barevných odlišností pouze v případě, kdy byla krkovice s kostí řezána pilou, nebo plátkovacím strojem, pokud bylo maso sekáno ručně, nedocházelo k barevným změnám masa ani k výraznému černání kostí, jako je tomu v případě, že se maso seká po inkrustaci na plátkovacích strojích nebo řeže pilou. Černání kostí je v tomto případě způsobeno vyšším výskytem jemných pilin, které ulpí na kostech. Lze tedy předpokládat, že na tmavnutí plátků má vliv v jaké fázi zrání se maso inkrustuje a jakým způsobem se plátkuje či seká. Svalovina s vyšším obsahem tuku a nižším obsahem vody je odolnější k barevným změnám. Procento barevných změn u krkovice s kostí by se pravděpodobně dalo snížit vyšší hygienou v průběhu sekání či řezání plátků (v průběhu sekání či řezání vyfoukat kostní piliny usazené na zařízení vzduchem).

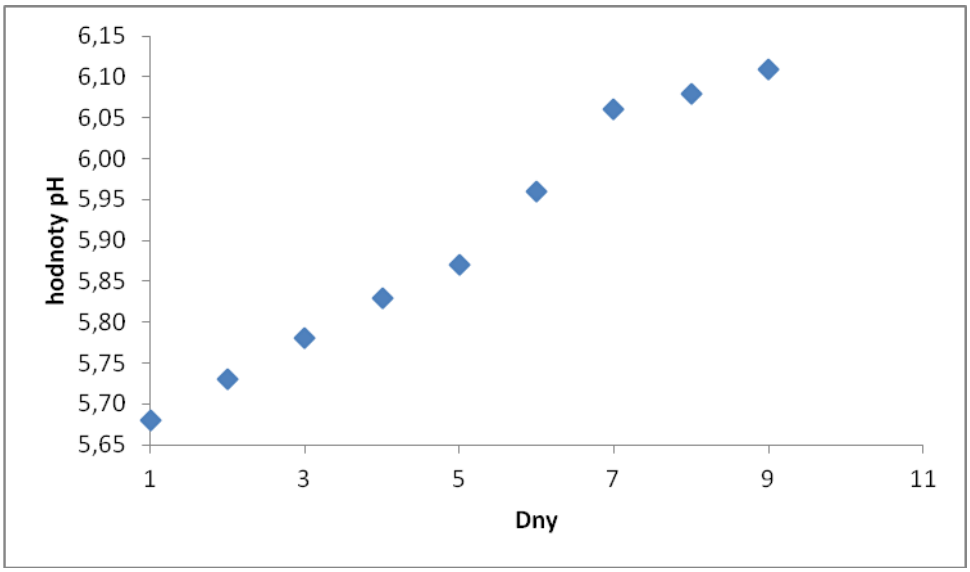
Tabulka 10 Průběh hodnot pH u vepřové krkovice

Datum porážky	**2. 12. 11**	**---------**	**13. 12. 11**	**28. 12. 11**	**--------**	**--------**	**18. 1. 12**	**23. 1. 12**
Datum bourání	**3.12.**	**--------**	**14.12.**	**30.12**	**-------**	**--------**	**19.1.**	**25.1.**
pH při bourání	**5,70**	**-------**	**5,73**	**5,60**	**-------**	**------**	**5,76**	**------**
Datum balení	**3.12.**	**8.12.**	**15.12.**	**30.12.**	**6.1.**	**10.1.**	**20.1.**	**25.1**
pH při balení	**5,71**	**5,59**	**5,65**	**5,55**	**5,64**	**5,67**	**5,56**	**5,63**
pH $1_{\text{den po zabalení}}$	5,65	5,63	5,65	5,57	5,66	5,60	5,60	5,66
pH $2_{\text{den po zabalení}}$	5,67	5,67	5,69	5,63	5,68	5,59	5,61	5,69
pH $3_{\text{den po zabalení}}$	5,69	5,73	5,71	5,68	5,71	5,63	5,64	5,71
pH $4_{\text{den po zabalení}}$	5,71	5,77	5,73	5,73	5,75	5,67	5,67	5,75
pH $5_{\text{den po zabalení}}$	5,74	5,83	5,77	5,76	5,79	5,70	5,69	5,78
pH $6_{\text{den po zabalení}}$	5,77	5,87	5,79	5,79	5,84	5,73	5,74	5,85
pH $7_{\text{den po zabalení}}$	5,79	5,90	5,83	5,86	5,88	5,78	5,76	5,88
pH $8_{\text{konec spotřeby}}$	5,81	5,99	5,85	5,90	5,93	5,83	5,79	5,94
Barva masa	A	B	A	B	A	A	A	B
		Nákup			Nákup	Nákup		

Tabulka 11 Průběh hodnot pH u vepřové krkovice

Datum porážky	**3. 2. 12**	**15. 2. 12**	**16. 2. 12**	**25. 2. 12**	**2. 4. 12**	**3. 4. 12**	**6. 4. 12**	**10. 4. 12**
Datum bourání	**5. 2.**	------	**17. 2.**	-------	**3. 4.**	**6. 4.**	---------	--------
pH při bourání	**5,57**	------	**5,66**	-------	**5,67**	**5,77**	--------	--------
Datum balení	**5.2.**	**12.2**	**18.2.**	**25.2.**	**4.4.**	**6.4.**	**9.4.**	**11.4.**
pH při balení	**5,57**	**5,69**	**5,61**	**5,63**	**5,73**	**5,78**	**5,64**	**5,70**
pH $1_{\text{den po zabalení}}$	5,60	5,74	5,62	5,65	5,65	5,82	5,67	5,76
pH $2_{\text{den po zabalení}}$	5,62	5,75	5,66	5,67	5,68	5,87	5,74	5,79
pH $3_{\text{den po zabalení}}$	5,64	5,77	5,69	5,69	5,70	5,90	5,78	5,85
pH $4_{\text{den po zabalení}}$	5,67	5,83	5,72	5,74	5,74	5,93	5,85	5,88
pH $5_{\text{den po zabalení}}$	5,69	5,86	5,74	5,77	5,77	5,95	5,87	5,91
pH $6_{\text{den po zabalení}}$	5,71	5,89	5,77	5,79	5,79	5,99	5,92	5,95
pH $7_{\text{den po zabalení}}$	5,75	5,95	5,79	5,80	5,82	6,04	5,94	5,99
pH $8_{\text{konec spotřeby}}$	5,79	5,98	5,81	5,84	5,83	6,06	5,96	6,09
Barva masa	A	A	A	A	A	B	A	B
		Nákup		Nákup			Nákup	Nákup

Graf č. 5 Průběh pH po zabalení do ochranné atmosféry u vepřové krkovice s kostí, která byla balena po ukončením fáze rigoru mortis



Tabulka 12 s hodnotami pro vepřovou krkovici, která byla balena před ukončením fáze rigoru mortis

Záruční doba	hodnota pH
pH při balení	**5,7**
1	5,76
2	5,79
3	5,85
4	5,88
5	5,91
6	5,95
7	5,99
8	6,09

U vepřové krkovice neměla hodnota pH tak velký vliv na barevné změny jako způsob, kterým bylo maso upravováno. V některých případech, i když byla hodnota pH vyšší na konci záruční doby, bylo maso v odpovídající červené barvě a odpovídající kvalitě. Pokud bylo na plátcích větší množství pilin z plátkování či řezání docházelo v místech shluku pilin k barevným změnám. Nejčastěji se jednalo o černání kostí a zelenání plátků. U krkovice se nevyskytlo šedé zabarvení masa jako u pečeně nebo kýty. Oproti krkovici byla reakce masa na hodnotu pH při balení u pečeně a kýty vždy stejná, docházelo k šednutí plátků a vzniku otlaků.

Obr. č. 22 Vepřová krkovice - viditelné šedé okraje- 3h po zabalení do ochranné atmosféry

Obr. č. 23 Vepřová krkovice – viz předchozí obrázek to samé maso na konci záruční doby

Obr. č. 24 Vepřová krkovice s kostí - zde dochází k výraznému zčernání kosti.

9.1.5 Hodnocení

Z naměřených hodnot je zřejmé, že maso s vyšším obsahem vody a nižším obsahem tuku je náchylnější k barevným změnám. Pokud bylo maso baleno po ukončení fáze rigoru mortis a byla již nastoupena fáze vlastního zrání, došlo u pečeně i u kýty k barevným změnám v průběhu záruční doby a to téměř ve všech případech stejně. Maso bylo před vlastním balením náchylnější k tvorbě otlaků a po inkrustaci a následném naplátkování byl

patrný šedý pruh pod vrchní blánou masa. Po zabalení do ochranné atmosféry byla tato barevná abnormalita již dobře patrná. Na barevnou stálost masa má tedy dle získaných hodnot pH velký vliv vyzrálost a staří baleného masa. Je zřejmé, že je-li maso již v procesu vlastního zrání, reaguje s CO_2 i při nižších koncentracích, naopak u masa ve fázi rigoru mortis tato reakce nenastává.

U krkovice nemělo stáří masa tak velký vliv na jeho barevnou stálost, zde sehrál roli spíše způsob, jakým bylo maso krájeno, sekáno či řezáno. V případě kdy byla krkovice balena již v probíhajícím zrání, bylo maso po ukončení záruční doby červené a v odpovídající kvalitě. Pokud bylo maso řezáno pilou či sekáno na sekačkách, docházelo ke kontaminaci plátků jemnými pilinami. V místě shluků těchto pilin bylo znatelné zelené až šedozelené zabarvení.

Žádný ze vzorků nevykazoval výrazné smyslové změny (zápach), pouze u 2 vzorků se změnou barvy (krkovice s kostí) byla patrná velmi slabá změna aroma. U třech vzorků došlo k deformaci obalového materiálu- na vině byla patrně mikrobiální kontaminace, mikroorganismy svojí činností odčerpávají kyslík z ochranné atmosféry což má za následek deformaci misky a vrchní folie.

9.2 Vyhodnocení teploty masa

9.2.1 Vepřová pečeně

U všech uvedených vzorků, které byly získány z prasat poražených ve společnosti Agrofert Holding a.s. byl dodržen teplotní řetězec. Teplota bouraného masa nepřekročila 8°C. V chladicím boxu, kde byly vzorky uchovávány, byla maximální teplota do 3°C. Žádný ze vzorků nebyl vystaven teplotnímu šoku.

U importovaného masa nebylo možné sledovat teplotu při bourání, nemůžeme tedy u vzorků z této suroviny s jistotou tvrdit, že byl po celou dobu opracování a balení dodržen teplotní řetězec což lze, ale s velkou jistotou předpokládat. Přesné dodržení teplotního řetězce bylo sledováno až od finálního balení do ochranné atmosféry

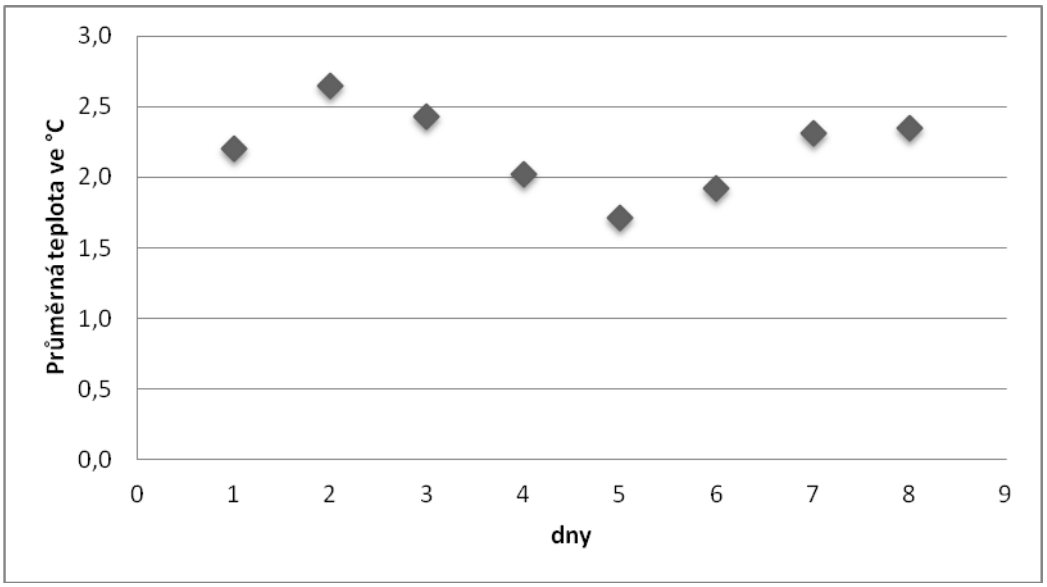
Tabulka 13 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou pečeni

Datum porážky	**2. 12. 11**	**---------**	**13. 12. 11**	**28. 12. 11**	**--------**	**--------**	**18. 1. 12**	**23. 1. 12**
Datum balení	**3.12.**	**8.12.**	**15.12.**	**30.12.**	**6.1.**	**10.1.**	**20.1.**	**25.1**
Teplota při bourání °C	**7,3**	**--------**	**5,9**	**4,6**	**--------**	**-------**	**5,8**	**6,7**
Teplota při balení °C	**3,1**	**2,9**	**2,1**	**2,5**	**2,2**	**1,2**	**3,0**	**1,9**
Teploty sklad. prostor v °C								
1$_{\text{den po zabalení}}$	2,3	2,3	2,3	2,6	1,7	1,7	2,4	2,4
2$_{\text{den po zabalení}}$	2,9	2,9	2,9	2,9	2,4	2,4	2,9	1,9
3$_{\text{den po zabalení}}$	1,2	1,2	1,8	1,1	2,1	2,1	1,1	2,0
4$_{\text{den po zabalení}}$	2,8	2,8	1,7	1,2	1,4	2,8	1,4	2,1
5$_{\text{den po zabalení}}$	1,5	1,3	2,6	0,7	2,4	1,2	1,6	2,4
6$_{\text{den po zabalení}}$	1,4	1,9	3,0	2,1	2,3	0,9	1,9	1,9
7$_{\text{den po zabalení}}$	2,2	2,8	2,3	3,0	1,9	2,3	2,1	1,9
8$_{\text{konec spotřeby}}$	2,9	2,6	2,1	2,4	3,0	1,5	2,3	2,0
Barva masa	A	B	A	B	B	A	A	B
		Nákup			Nákup	Nákup		

Tabulka 14 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou pečeni

Datum porážky	**3. 2. 12**	**15. 2. 12**	**16. 2. 12**	**25. 2. 12**	**2. 4. 12**	**3. 4. 12**	**6. 4. 12**	**10. 4. 12**
Datum balení	**5.2.**	**12.2**	**18.2.**	**25.2.**	**4.4.**	**6.4.**	**9.4.**	**11.4.**
Teplota při bourání °C	**7,4**	**-------**	**7,9**	**-------**	**6,8**	**6,4**	**---------**	**--------**
Teplota při balení °C	**2,8**	**2,9**	**2,1**	**1,6**	**2,3**	**3,1**	**2,8**	**2,0**
Teploty sklad. prostor °C								
1$_{\text{den po zabalení}}$	2,1	1,1	3,0	2,9	2,0	1,3	2,7	2,3
2$_{\text{den po zabalení}}$	2,3	2,4	2,8	3,0	2,4	1,3	2,3	2,1
3$_{\text{den po zabalení}}$	1,2	2,5	1,8	2,4	1,3	1,4	2,3	1,2
4$_{\text{den po zabalení}}$	1,6	1,3	2,1	2,3	1,4	2,7	2,1	2,3
5$_{\text{den po zabalení}}$	1,9	1,9	2,8	2,7	2,7	2,3	1,2	2,6
6$_{\text{den po zabalení}}$	1,0	2,0	2,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,1
7$_{\text{den po zabalení}}$	1,9	3,0	2,9	1,9	2,3	2,1	2,6	3,0
8$_{\text{konec spotřeby}}$	2,1	2,8	3,0	1,8	2,1	1,2	2,1	2,8
Barva masa	A	B	A	A	A	B	B	B
		Nákup		Nákup			Nákup	Nákup

Graf č. 6 Znázorňující dodržování teploty během skladování



Tabulka 15 s hodnotami tepot během skladování

den	hodnota ve °C
1 den	2,3
2 den	2,9
3 den	1,2
4 den	2,8
5 den	1,5
6 den	1,4
7 den	2,2
8 den	2,9

Z grafu č. 6 je zřejmé, že skladovací podmínky masa byly dodrženy. Nedošlo tedy k porušení teplotního řetězce a teplota tedy neměla prokazatelný vliv na šednutí masa. Pokud tedy nedojde k porušení teplotního řetězce, teplota není výrazným činitelem ovlivňujícím barvu u vyzrálého masa.

9.2.2 Vepřová kýta

Výsledky získané měřením jsou shodné s vepřovou pečení. U všech uvedených vzorků, které byly získány z prasat poražených ve společnosti Agrofert Holding a.s. byl dodržen teplotní řetězec. Teplota bouraného masa nepřekročila 8°C. V chladicím boxu, kde byly vzorky uchovávány, byla maximální teplota do 3°C. Žádný ze vzorků nebyl vystaven teplotnímu šoku.

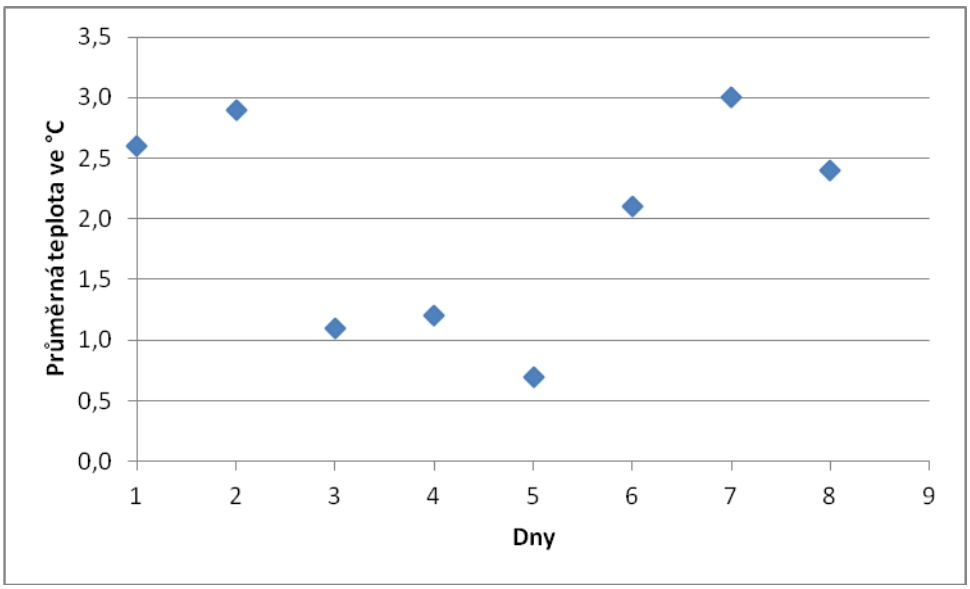
Tabulka 16 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou kýtu

Datum porážky	**2. 12. 11**	**---------**	**13. 12. 11**	**28. 12. 11**	**--------**	**--------**	**18. 1. 12**	**23. 1. 12**
Datum balení	**3.12.**	**8.12.**	**15.12.**	**30.12.**	**6.1.**	**10.1.**	**20.1.**	**25.1**
Teplota při bourání °C	**7,3**	**--------**	**5,9**	**4,6**	**--------**	**-------**	**5,8**	**6,7**
Teplota při balení °C	**3,1**	**2,9**	**2,1**	**2,5**	**2,2**	**1,2**	**3,0**	**1,9**
Teploty sklad. prostor °C								
1$_{\text{den po zabalení}}$	2,3	2,3	2,3	2,6	1,7	1,7	2,4	2,4
2$_{\text{den po zabalení}}$	2,9	2,9	2,9	2,9	2,4	2,4	2,9	1,9
3$_{\text{den po zabalení}}$	1,2	1,2	1,8	1,1	2,1	2,1	1,1	2,0
4$_{\text{den po zabalení}}$	2,8	2,8	1,7	1,2	1,4	2,8	1,4	2,1
5$_{\text{den po zabalení}}$	1,5	1,3	2,6	0,7	2,4	1,2	1,6	2,4
6$_{\text{den po zabalení}}$	1,4	1,9	3,0	2,1	2,3	0,9	1,9	1,9
7$_{\text{den po zabalení}}$	2,2	2,8	2,3	3,0	1,9	2,3	2,1	1,9
8$_{\text{konec spotřeby}}$	2,9	2,6	2,1	2,4	3,0	1,5	2,3	2,0
Barva masa	A	B	A	B	B	A	A	B
		Nákup			Nákup	Nákup		

Tabulka 17 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou kýtu

Datum porážky	**3. 2. 12**	**15. 2. 12**	**16. 2. 12**	**25. 2. 12**	**2. 4. 12**	**3. 4. 12**	**6. 4. 12**	**10. 4. 12**
Datum balení	**5.2.**	**12.2**	**18.2.**	**25.2.**	**4.4.**	**6.4.**	**9.4.**	**11.4.**
Teplota při bourání °C	**7,4**	**-------**	**7,9**	**-------**	**6,8**	**6,4**	**---------**	**--------**
Teplota při balení °C	**2,8**	**2,9**	**2,1**	**1,6**	**2,3**	**3,1**	**2,8**	**2,0**
Teploty sklad. prostor °C								
1$_{\text{den po zabalení}}$	2,1	1,1	3,0	2,9	2,0	1,3	2,7	2,3
2$_{\text{den po zabalení}}$	2,3	2,4	2,8	3,0	2,4	1,3	2,3	2,1
3$_{\text{den po zabalení}}$	1,2	2,5	1,8	2,4	1,3	1,4	2,3	1,2
4$_{\text{den po zabalení}}$	1,6	1,3	2,1	2,3	1,4	2,7	2,1	2,3
5$_{\text{den po zabalení}}$	1,9	1,9	2,8	2,7	2,7	2,3	1,2	2,6
6$_{\text{den po zabalení}}$	1,0	2,0	2,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,1
7$_{\text{den po zabalení}}$	1,9	3,0	2,9	1,9	2,3	2,1	2,6	3,0
8$_{\text{konec spotřeby}}$	2,1	2,8	3,0	1,8	2,1	1,2	2,1	2,8
Barva masa	A	B	A	A	A	B	B	B
		Nákup		Nákup			Nákup	Nákup

Graf č. 7 Zachycující průběh teploty při skladování pro vepřovou kýtu



Tabulka 18 s hodnotami teplot v průběhu skladování

den	hodnota ve °C
1 den	2,6
2 den	2,9
3 den	1,1
4 den	1,2
5 den	0,7
6 den	2,1
7 den	3
8 den	2,4

Ani v tomto případě nedošlo k porušení teplotního řetězce při skladování. Teplota byla do 3°C, což je ideální skladovací teplota pro maso.

9.2.3 Vepřová krkovice s kostí

Tabulka 19 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou krkovici

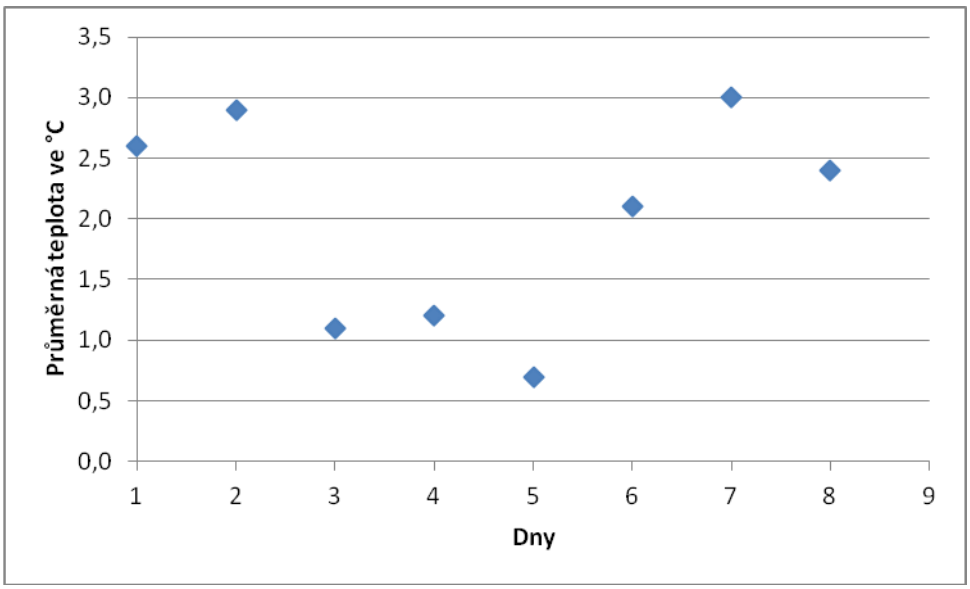
Datum porážky	**2. 12. 11**	**---------**	**13. 12. 11**	**28. 12. 11**	**--------**	**--------**	**18. 1. 12**	**23. 1. 12**
Datum balení	**3.12.**	**8.12.**	**15.12.**	**30.12.**	**6.1.**	**10.1.**	**20.1.**	**25.1**
Teplota při bourání °C	**7,3**	**--------**	**5,9**	**4,6**	**--------**	**-------**	**5,8**	**6,7**
Teplota při balení °C	**3,1**	**2,9**	**2,1**	**2,5**	**2,2**	**1,2**	**3,0**	**1,9**
Teploty sklad. prostor °C								
1$_{\text{den po zabalení}}$	2,3	2,3	2,3	2,6	1,7	1,7	2,4	2,4
2$_{\text{den po zabalení}}$	2,9	2,9	2,9	2,9	2,4	2,4	2,9	1,9
3$_{\text{den po zabalení}}$	1,2	1,2	1,8	1,1	2,1	2,1	1,1	2,0
4$_{\text{den po zabalení}}$	2,8	2,8	1,7	1,2	1,4	2,8	1,4	2,1
5$_{\text{den po zabalení}}$	1,5	1,3	2,6	0,7	2,4	1,2	1,6	2,4
6$_{\text{den po zabalení}}$	1,4	1,9	3,0	2,1	2,3	0,9	1,9	1,9
7$_{\text{den po zabalení}}$	2,2	2,8	2,3	3,0	1,9	2,3	2,1	1,9
8$_{\text{konec spotřeby}}$	2,9	2,6	2,1	2,4	3,0	1,5	2,3	2,0
Barva masa	A	B	A	B	A	A	A	B
		Nákup			Nákup	Nákup		

Tabulka 20 Průběh teplotních hodnot u vepřové krkovice

Datum porážky	**3. 2. 12**	**15. 2. 12**	**16. 2. 12**	**25. 2. 12**	**2. 4.12**	**3. 4. 12**	**6. 4. 12**	**10. 4. 12**
Datum balení	**5.2.**	**12.2**	**18.2.**	**25.2.**	**4.4.**	**6.4.**	**9.4.**	**11.4.**
Teplota při bourání °C	**7,4**	**-------**	**7,9**	**-------**	**6,8**	**6,4**	**---------**	**--------**
Teplota při balení °C	**2,8**	**2,9**	**2,1**	**1,6**	**2,3**	**3,1**	**2,8**	**2,0**
Teploty sklad. prostor v °C								
1$_{\text{den po zabalení}}$	2,1	1,1	3,0	2,9	2,0	1,3	2,7	2,3
2$_{\text{den po zabalení}}$	2,3	2,4	2,8	3,0	2,4	1,3	2,3	2,1
3$_{\text{den po zabalení}}$	1,2	2,5	1,8	2,4	1,3	1,4	2,3	1,2
4$_{\text{den po zabalení}}$	1,6	1,3	2,1	2,3	1,4	2,7	2,1	2,3
5$_{\text{den po zabalení}}$	1,9	1,9	2,8	2,7	2,7	2,3	1,2	2,6
6$_{\text{den po zabalení}}$	1,0	2,0	2,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,1
7$_{\text{den po zabalení}}$	1,9	3,0	2,9	1,9	2,3	2,1	2,6	3,0
8$_{\text{konec spotřeby}}$	2,1	2,8	3,0	1,8	2,1	1,2	2,1	2,8
Barva masa	A	A	A	A	A	B	A	B
		Nákup		Nákup			Nákup	Nákup

Nejsou patrné žádné teplotní výkyvy, které by porušily teplotní řetězec suroviny. Teplota v našem případě není příčinou šednutí masa v ochranné atmosféře. Se vztahem k hodnotám pH je příčina šednutí ve stáří a kvalitě baleného masa.

Graf č. 8 zachycuje průměrné teploty pro jednotlivé dny u krkovice s kostí



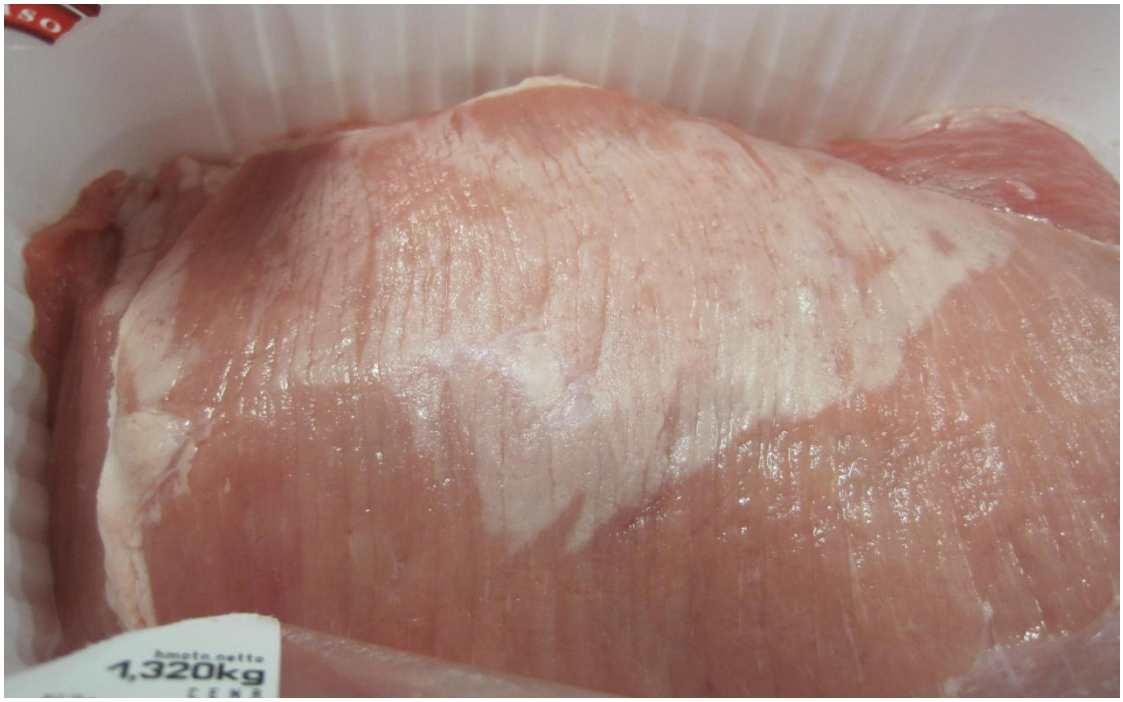
Tabulka 21 s hodnotami teplot pro jednotlivé dny skladování

den	hodnota v °C
1 den	2,2
2 den	2,7
3 den	2,4
4 den	2,0
5 den	1,7
6 den	1,9
7 den	2,3
8 den	2,4

I v tomto grafu je zřejmé, že nedošlo během skladování k porušení teplotního řetězce. Byla zde dodržena skladovací teplota a nedošlo během skladování ani balení k teplotním výkyvům, které by mohly mít za následek šednutí masa.

Obr. č. 25 Deformace misky v důsledku mikrobiální kontaminace- porušení chladírenského řetězce

Obr. č. 26 Deformace misky v důsledku mikrobiální kontaminace- porušení chladírenského řetězce



Obr. č. 27 Ukázka masa znehodnocené špatným nastavením zavařovací hlavy- vysoká teplota způsobí koagulaci bílkovin- maso musí být vyřazeno z balení

9.2.4 Hodnocení

U všech uvedených vzorků, které byly získány z prasat poražených ve společnosti Agrofert Holding a.s. byl dodržen teplotní řetězec. Teplota bouraného masa nepřekročila 8°C. V chladicím boxu, kde byly vzorky uchovávány, byla maximální teplota do 3°C. Žádný ze vzorků nebyl vystaven teplotnímu šoku. V našem případě, tedy teplota není hlavní příčina barevných abnormalit vepřového masa.

U importovaného masa nebylo možné sledovat teplotu při bourání, nemůžeme tedy u vzorků z této suroviny s jistotou tvrdit, že byl po celou dobu opracování a balení dodržen teplotní řetězec. Přesné dodržení teplotního řetězce bylo sledováno až od finálního balení do ochranné atmosféry. Nemůžeme v tomto případě tvrdit, že u této suroviny neměla teplota vliv na změnu barvy v ochranné atmosféře.

Vzorky, které jsme pro měření použili, byly skladovány v téměř ideálních podmínkách. Při převozu suroviny ke konečnému odběrateli a posléze ke konečnému zákazníkovi dochází k porušení teplotního řetězce a ten může mít za následek šednutí masa, ve většině případů toto šednutí či zelenání doprovází rozsáhlá mikrobiální kontaminace a smyslové změny suroviny.

Pokud dochází k porušení teplotního řetězce, šedne maso v celém objemu. Nedochází ke vzniku šedých míst, jako je tomu u masa, které je baleno ve vyšším stupni zrání.

9.3 Vyhodnocení složení ochranné atmosféry

Obecně je balení potravin nezbytným technickým postupem pro ochranu a zabezpečení jejich kvality před vnějšími chemickými a fyzikálními vlivy, minimalizuje mechanické poškození, usnadňuje manipulaci a poskytuje spotřebitelům dostatek informací o vlastnostech baleného produktu. Jednou z inovačních technologií je balení v ochranné resp. modifikované atmosféře, při které je třeba v okolí produktu vytvořit plynné prostředí, které se liší od složení vzduchu, a tím dosáhnout zlepšení jakosti a prodloužení trvanlivosti balené potraviny. Balení masa do ochranné atmosféry vyžaduje použití vhodných obalů s interaktivním charakterem, tj. schopností reakce obalu na změny okolního prostředí.

9.3.1 Vepřová pečeně

V průběhu záruční doby masa, dochází k mírnému poklesu kyslíku a zvýšení obsahu oxidu uhličitého. Pokles obsahu kyslíku je velmi malý a u některých vzorků stagnuje i několik dnů.

Tabulka 22 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou pečeni

Datum porážky	**2. 12. 11**	---------	**13. 12. 11**	**28. 12. 11**	--------	--------	**18. 1. 12**	**23. 1. 12**
Datum balení	**3.12.**	**8.12.**	**15.12.**	**30.12.**	**6.1.**	**10.1.**	**20.1.**	**25.1**
Hodnoty ochranné atmosféry	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**
$1_{den\ po\ zabalení}$	75,2/17,0	78,5/16,9	74,3/17,1	77,0/14,7	77,8/18,6	69,6/16,2	79,9/13,9	73,8/18,9
$2_{den\ po\ zabalení}$	74,6/17,5	78,5/16,9	74,3/17,1	77,0/14,8	77,7/18,5	69,6/16,2	79,8/13,9	73,8/18,9
$3_{den\ po\ zabalení}$	74,6/17,9	78,5/16,9	74,2/17,4	76,9/14,9	77,8/18,6	69,6/16,2	78,8/14,0	73,8/18,9
$4_{den\ po\ zabalení}$	74,1/18,3	78,3/17,2	74,1/17,5	76,9/14,9	77,6/18,9	69,6/16,6	78,7/14,1	73,7/19,2
$5_{den\ po\ zabalení}$	74,1/18,3	78,3/17,3	74,1/17,5	76,9/15,1	77,5/18,9	69,3/16,7	78,5/14,8	73,7/19,7
$6_{den\ po\ zabalení}$	74,0/18,5	78,2/17,5	74,1/17,5	76,9/15,3	77,4/19,2	69,2/16,4	78,5/14,8	73,7/19,7
$7_{den\ po\ zabalení}$	73,8/18,8	78,2/17,5	74,0/17,7	76,6/15,9	77,4/19,2	69,2/16,4	78,5/14,8	73,7/19,8
$8_{konec\ spotřeby}$	73,7/18,9	78,0/17,9	73,9/17,9	76,5/16,1	77,2/19,5	69,1/16,8	78,5/14,8	73,7/20,1
Barva masa	A	B	A	B	B	A	A	B
		Nákup			Nákup	Nákup		

Tabulka 23 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou pečeni

Datum porážky	**3. 2. 12**	**15. 2. 12**	**16. 2. 12**	**25. 2. 12**	**2. 4. 12**	**3. 4. 12**	**6. 4. 12**	**10. 4. 12**
Datum balení	**5.2.**	**12.2**	**18.2.**	**25.2.**	**4.4.**	**6.4.**	**9.4.**	**11.4.**
Hodnoty ochranné atmosféry	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**
$1_{den\ po\ zabalení}$	76,7/17,7	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/12,7
$2_{den\ po\ zabalení}$	76,4/17,5	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/12,7
$3_{den\ po\ zabalení}$	76,3/17,5	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/12,9
$4_{den\ po\ zabalení}$	76,3/17,6	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/13,0
$5_{den\ po\ zabalení}$	76,2/17,7	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/13,4
$6_{den\ po\ zabalení}$	76,1/17,8	79,1/18,2	73,8/18,9	78,6/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,2/13,6	80,6/13,6
$7_{den\ po\ zabalení}$	76,1/18,0	79,1/18,2	73,7/19,2	78,6/14,2	77,2/16,4	77,9/17,4	80,3/13,7	80,6/13,6
$8_{konec\ spotřeby}$	76,0/18,2	78,9/18,8	73,5/19,5	78,6/14,3	77,2/16,4	77,9/17,4	80,0/13,9	80,6/13,7
Barva masa	A	B	A	A	A	B	B	B
		Nákup		Nákup			Nákup	Nákup

9.3.2 Vepřová kýta

Stejně jako v předchozím případě se hodnoty plynů mění velmi pozvolna.

Tabulka 24 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou pro vepřovou kýtu

Datum porážky	**2. 12. 11**	**---------**	**13. 12. 11**	**28. 12. 11**	**--------**	**--------**	**18. 1. 12**	**23. 1. 12**
Datum balení	**3.12.**	**8.12.**	**15.12.**	**30.12.**	**6.1.**	**10.1.**	**20.1.**	**25.1**
Hodnoty ochranné atmosféry	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**
$1_{den\ po\ zabalení}$	79,5/16,4	76,0/17,2	78,6/17,2	76,5/19,7	78,1/13,2	78,1/15,2	71,0/18,0	77,7/17,9
$2_{den\ po\ zabalení}$	79,5/16,4	76,0/17,2	78,6/17,2	76,5/19,7	78,1/13,2	78,1/15,2	71,0/18,0	77,7/17,9
$3_{den\ po\ zabalení}$	79,5/16,4	76,0/17,2	78,6/17,2	76,5/19,7	78,1/13,2	78,1/15,2	71,0/18,0	77,7/17,9
$4_{den\ po\ zabalení}$	79,5/16,4	76,0/17,2	78,6/17,2	76,5/19,7	78,1/13,2	78,1/15,2	71,0/18,0	77,7/17,9
$5_{den\ po\ zabalení}$	79,5/16,4	76,0/17,2	78,6/17,2	76,5/19,7	78,1/13,2	78,1/15,2	71,0/18,0	77,7/17,9
$6_{den\ po\ zabalení}$	78,9/16,9	75,9/17,5	78,6/17,2	76,5/19,7	78,1/13,2	78,1/15,2	71,0/18,0	77,7/17,9
$7_{den\ po\ zabalení}$	78,7/16,9	75,7/17,7	78,6/17,2	76,5/19,7	78,1/13,2	78,1/15,2	71,0/18,0	77,7/17,9
$8_{konec\ spotřeby}$	78,8/16,9	75,8/17,7	78,6/17,2	76,5/19,7	78,1/13,2	78,1/15,2	71,0/18,0	77,7/17,9
Barva masa	A	B	A	B	B	A	A	B
		Nákup			Nákup	Nákup		

Tabulka 25 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou kýtu

Datum porážky	**3. 2. 12**	**15. 2. 12**	**16. 2. 12**	**25. 2. 12**	**2. 4. 12**	**3. 4. 12**	**6. 4. 12**	**10. 4. 12**
Datum balení	**5.2.**	**12.2**	**18.2.**	**25.2.**	**4.4.**	**6.4.**	**9.4.**	**11.4.**
Hodnoty ochranné atmosféry	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**
$1_{\text{den po zabalení}}$	76,7/17,7	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/12,7
$2_{\text{den po zabalení}}$	76,4/17,5	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/12,7
$3_{\text{den po zabalení}}$	76,3/17,5	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/12,9
$4_{\text{den po zabalení}}$	76,3/17,6	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/13,0
$5_{\text{den po zabalení}}$	76,2/17,7	79,1/18,2	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/13,4
$6_{\text{den po zabalení}}$	76,1/17,8	79,1/18,2	73,8/18,9	78,6/13,9	77,2/16,4	77,9/17,4	80,2/13,6	80,6/13,6
$7_{\text{den po zabalení}}$	76,1/18,0	79,1/18,2	73,7/19,2	78,6/14,2	77,2/16,4	77,9/17,4	80,3/13,7	80,6/13,6
$8_{\text{konec spotřeby}}$	76,0/18,2	78,9/18,8	73,5/19,5	78,6/14,3	77,2/16,4	77,9/17,4	80,0/13,9	80,6/13,7
Barva masa	A	B	A	A	A	B	B	B
		Nákup		Nákup			Nákup	Nákup

9.3.3 Vepřová krkovice s kostí

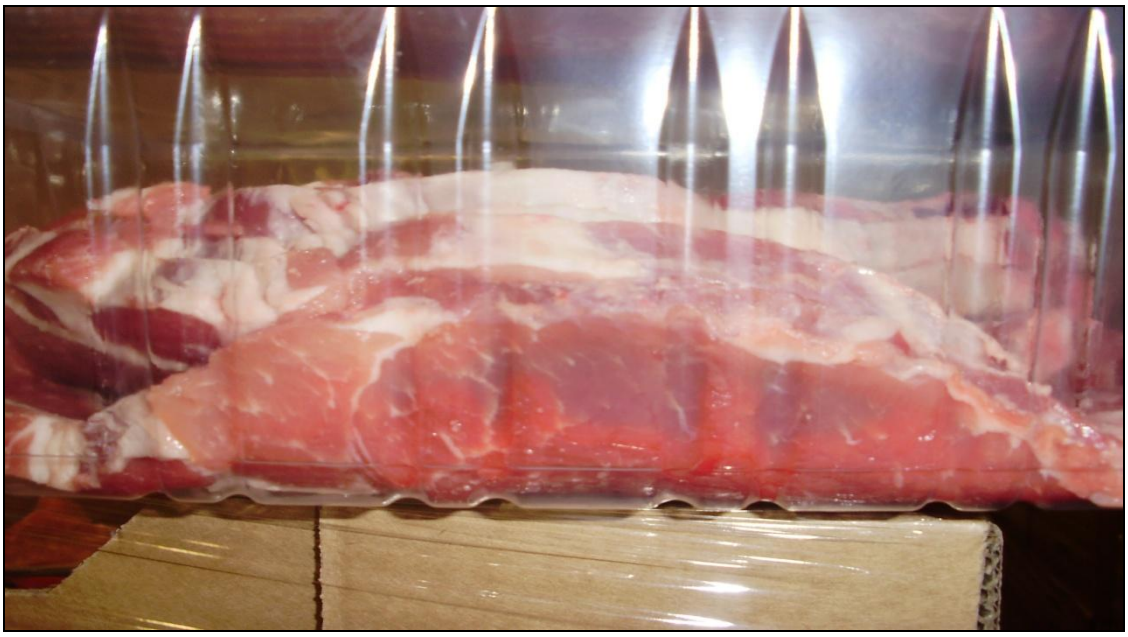
Hodnoty jsou velmi podobné jako v předchozích případech. Obsah kyslíku velmi pomalu klesá, a zvyšuje se obsah oxidu uhličitého.

Tabulka 26 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou krkovici s kostí

Datum porážky	**2. 12. 11**	**---------**	**13. 12. 11**	**28. 12. 11**	**--------**	**--------**	**18. 1. 12**	**23. 1. 12**
Datum balení	**3.12.**	**8.12.**	**15.12.**	**30.12.**	**6.1.**	**10.1.**	**20.1.**	**25.1**
Hodnoty ochranné atmosféry	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**
$1_{\text{den po zabalení}}$	75,2/17,0	78,5/16,9	74,3/17,1	77,0/14,7	77,8/18,6	69,6/16,2	79,9/13,9	73,8/18,9
$2_{\text{den po zabalení}}$	74,6/17,5	78,5/16,9	74,3/17,1	77,0/14,8	77,7/18,5	69,6/16,2	79,8/13,9	73,8/18,9
$3_{\text{den po zabalení}}$	74,6/17,9	78,5/16,9	74,2/17,4	76,9/14,9	77,8/18,6	69,6/16,2	78,8/14,0	73,8/18,9
$4_{\text{den po zabalení}}$	74,1/18,3	78,3/17,2	74,1/17,5	76,9/14,9	77,6/18,9	69,6/16,6	78,7/14,1	73,7/19,2
$5_{\text{den po zabalení}}$	74,1/18,3	78,3/17,3	74,1/17,5	76,9/15,1	77,5/18,9	69,3/16,7	78,5/14,8	73,7/19,7
$6_{\text{den po zabalení}}$	74,0/18,5	78,2/17,5	74,1/17,5	76,9/15,3	77,4/19,2	69,2/16,4	78,5/14,8	73,7/19,7
$7_{\text{den po zabalení}}$	73,8/18,8	78,2/17,5	74,0/17,7	76,6/15,9	77,4/19,2	69,2/16,4	78,5/14,8	73,7/19,8
$8_{\text{konec spotřeby}}$	73,7/18,9	78,0/17,9	73,9/17,9	76,5/16,1	77,2/19,5	69,1/16,8	78,5/14,8	73,7/20,1
Barva masa	A	B	A	B	A	A	A	B
		Nákup			Nákup	Nákup		

Tabulka 27 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou krkovici s kostí

Datum porážky	3. 2. 12	15. 2. 12	16. 2. 12	25. 2. 12	2. 4. 12	3. 4. 12	6. 4. 12	10. 4. 12
Datum balení	**5.2.**	**12.2**	**18.2.**	**25.2.**	**4.4.**	**6.4.**	**9.4.**	**11.4.**
Hodnoty ochranné atmosféry	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 + zbytkové plyny**	**O_2/CO_2 +zbytkové plyny**
$1_{den\ po\ zabalení}$	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/12,7	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	76,7/17,7	79,1/18,2
$2_{den\ po\ zabalení}$	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/12,7	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	76,4/17,5	79,1/18,2
$3_{den\ po\ zabalení}$	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/12,9	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	76,3/17,5	79,1/18,2
$4_{den\ po\ zabalení}$	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/13,0	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	76,3/17,6	79,1/18,2
$5_{den\ po\ zabalení}$	77,9/17,4	80,4/13,5	80,6/13,4	73,8/18,8	78,9/13,9	77,2/16,4	76,2/17,7	79,1/18,2
$6_{den\ po\ zabalení}$	77,9/17,4	80,2/13,6	80,6/13,6	73,8/18,9	78,6/13,9	77,2/16,4	76,1/17,8	79,1/18,2
$7_{den\ po\ zabalení}$	77,9/17,4	80,3/13,7	80,6/13,6	73,7/19,2	78,6/14,2	77,2/16,4	76,1/18,0	79,1/18,2
$8_{konec\ spotřeby}$	77,9/17,4	80,0/13,9	80,6/13,7	73,5/19,5	78,6/14,3	77,2/16,4	76,0/18,2	78,9/18,8
Barva masa	A	A	A	A	A	B	A	B
		Nákup		Nákup			Nákup	Nákup



Obr. č. 28 Vepřová krkovice s kostí- otlak způsobený dotykem masa a obalového materiálu, tento proces je vratný, je- li maso vybaleno do 6hodin po zabalení. V opačném případě je barevná změna nevratná.

Obr. č. 29 Maso nevhodné k balení- maso ve vysokém stupni zrání- počínající autolýza

9.3.4 Hodnocení

Vliv ochranné atmosféry na změny barvy masa je značný. Během měření byly hodnoty značně vyrovnané, nedocházelo k žádným výkyvům v procentuelním zastoupení jednotlivých složek. Měření nám potvrdilo velmi dobrou těsnící schopnost obalového materiálu, v průběhu skladování docházelo k navyšování CO_2 a ubývání kyslíku. Na úbytek kyslíku z ochranné atmosféry má vliv rozvíjení mikrobiální kontaminace. V průběhu zrání dochází k rozvoji nežádoucí mikroflóry, obsah oxidu uhličitého v ochranné atmosféře působí do určité míry jako inhibitor růstu mikroorganismů. Nedokáže však zcela zastavit rozvoj populace mikroflóry.

Ve sledovaném experimentu má, ale větší vliv na šednutí masa hodnota pH nežli složení atmosféry. Při porovnání hodnot je patrné, že pokud bylo baleno maso ve vyšším stupni zrání, došlo k šednutí a vzniku otlakům i tehdy bylo- li složení atmosféry v odpovídající kvalitě.

ZÁVĚR

V diplomové práci jsou popsány vlastnosti masa, jeho chemické složení, postmortální změny, jejich normální průběh, odchylky v těchto změnách a další faktory mající vliv na výslednou kvalitu baleného masa.

V diplomové práci byla sledována hodnota pH, teplota masa a složení ochranné atmosféry v průběhu skladování baleného masa.

Z naměřených hodnot je zřejmé, že maso s vyšším obsahem vody a nižším obsahem tuku je náchylnější k barevným změnám. Pokud bylo maso baleno po ukončení fáze rigoru mortis a byla již nastoupena fáze vlastního zrání, došlo u pečeně i u kýty k barevným změnám v průběhu záruční doby a to téměř ve všech případech stejně. Maso bylo před vlastním balením náchylnější k tvorbě otlaků a po inkrustaci a následném naplátkování byl patrný šedý pruh pod vrchní blánou masa. Po zabalení do ochranné atmosféry byla tato barevná abnormalita již dobře patrná. Na barevnou stálost masa má tedy dle získaných hodnot pH velký vliv vyzrálost a staří baleného masa. Je zřejmé, že je-li maso již v procesu vlastního zrání, reaguje s CO_2 i při nižších koncentracích, naopak u masa ve fázi rigoru mortis tato reakce nenastává.

U krkovice nemělo stáří masa tak velký vliv na jeho barevnou stálost, zde sehrál roli spíše způsob, jakým bylo maso krájeno, sekáno či řezáno. V případě kdy byla krkovice balena již v probíhajícím zrání, bylo maso po ukončení záruční doby červené a v odpovídající kvalitě. Pokud bylo maso řezáno pilou či sekáno na sekačkách, docházelo ke kontaminaci plátků jemnými pilinami. V místě shluků těchto pilin bylo znatelné zelené až šedozelené zabarvení.

U všech uvedených vzorků, které byly získány z prasat poražených ve společnosti Agrofert Holding a.s. byl dodržen teplotní řetězec. Teplota bouraného masa nepřekročila 8°C. V chladicím boxu, kde byly vzorky uchovávány, byla maximální teplota do 3°C. Žádný ze vzorků nebyl vystaven teplotnímu šoku. V našem případě, tedy teplota není hlavní příčina barevných abnormalit vepřového masa.

Vzorky, které jsme pro měření použili, byly skladovány v téměř ideálních podmínkách. Při převozu suroviny ke konečnému odběrateli a posléze ke konečnému zákazníkovi dochází k porušení teplotního řetězce a ten může mít za následek šednutí

masa, ve většině případů toto šednutí či zelenání doprovází rozsáhlá mikrobiální kontaminace a smyslové změny suroviny.

Pokud dochází k porušení teplotního řetězce, šedne maso v celém objemu. Nedochází ke vzniku šedých míst, jako je tomu u masa, které je baleno ve vyšším stupni zrání.

Vliv ochranné atmosféry na změny barvy masa je značný a nesporný. Během měření byly hodnoty značně vyrovnané, nedocházelo k žádným výkyvům v procentuelním zastoupení jednotlivých složek. Měření nám potvrdilo velmi dobrou těsnící schopnost obalového materiálu, v průběhu skladování docházelo k navyšování CO_2 a ubývání kyslíku. Na úbytek kyslíku z ochranné atmosféry má vliv rozvíjení mikrobiální kontaminace. Úbytek kyslíku však ani u jednoho ze vzorků nebyl nijak markantní, nedocházelo tudíž k masivnímu rozvoji mikrobiální kontaminace.

Kvalitu baleného masa ovlivňuje celá řada významných faktorů, ať je to pohlaví zvířete, způsob chovu, opracování. Ale zcela zásadní vliv na kvalitu a senzorické vlastnosti baleného masa má v jakém stádiu zrání je maso baleno. V případě vepřového masa nejsou velké časové prodlevy od porážky zcela na místě, dochází tím k balení masa, které výborné kulinární vlastnosti vykazuje již při samotném balení do ochranné atmosféry. Má- li však maso mít trvanlivost ještě 10dní od zabalení, je třeba brát na zřetel vývoj a délku zrání u vepřového masa. Pokud chce výrobce nabídnout zákazníkovi surovinu s optimálními vlastnostmi, měla by být co nejčerstvější a s co nemenší prodlevou od poražení zvířete až po jeho finální zpracování na balené výrobky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] 11. Steinhauser L., Beneš J., Budig J., Gola J., Hofmann I., Ingr I. Hygiena a technologie masa. LAST Brno, 1995;451-452.

[2] STEINHAUSER, L. a kol., Produkce masa, LAST Brno, 2000. ISBN 80-900260-7-9

[3] STEINHAUSER, L. a kol., Hygiena a technologie masa, LAST Brno, 1995. ISBN 80-9002260-4-4

[4] PIPEK, P. Základy technologie masa.VVŠ PV Vyškov, 1998. ISBN 80-7231-010-0

[5] RADDER, L., ROUX le R., Factors affecting food choice in relation to venison. Department of Marketing, Port Elizabeth Technikon, South Africa 2002, s. 584-587

[6] HRABĚ J.; BŘEZINA P.; VALÁŠEK P.; *Technologie výroby potravin živočišného původu : bakalářský směr.* Vyd. 1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 180 s. ISBN 8073184052.

[7] ZIMA, S., SYNEK, O. Vybrané kapitoly z chemie potravin, Vysoká škola veterinární v Brně 1979. Vydání první.

[8] PIPEK, P. Základy technologie masa.VVŠ PV Vyškov, 1998. ISBN 80-7231-010-0

[9] KADLEC, P., a kol. Technologie potravin I, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2002. ISBN 80-7080-509-9

[10] SIMEONOVOVÁ, J. a kol., Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-7157-405-8

[11] HOFFMAN, L.C.and WIKLUND, Game and venison – meat for the modern consumer, University of Stellenbosch, Department of Animal Sciences, Matieland 2006, s.198-204

[12] STRAKA, I., MALOTA, L. Chemické vyšetření masa (klasické laboratorní metody).OSSIS Tábor, 2006. ISBN 80-86659-09-7

[13] ČSN ISO 13721 Maso a masné výrobky – Stanovení počtu bakterií mléčného kvašení – Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 □C.

[14] Gevers D., Huys G., Swings J. Applicability of rep-PCR fingerprinting for identification of Lactobacillus species. FEMS Microbiology Letters 2001;205:31-36.

[15] Huis in´t Veld J. H. J. Microbial and biochemical spoilage of food and overview. Int J Food Microbiol 1996;33:1-18.

[16] Rao D. N., Sachindra N. M. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. Food Review International 2002;18:263-293.

[17] Hugas M. Bacteriocinogenic lactic acid bacteria for biopreservation of meat and meat products. Meat Sci 1998;49:139-150.

[18] Kröckel L., Hechelmann H. Mikrobiologie der Kühlung, Kühllagerung und Fleischreifung. Fleischwirtschaft 1999;79:90-93.

[19] Pipek P. Bakteriociny v masné výrobě. Maso 1995;6:30-35.

[20] Taylor A. A., Down N. F., Shaw B. G. A comparison of modified atmosphere and vacuum skin packing for the storage of red meats. International Journal of Food Science and Technology 1990;25:98-109.

[21] Gill C. O. Meat spoilage and evaluation of the potential storage life of fresh meat. J Food Protect 1983;46:444-452.

[22] STEINHAUSER, L., et al. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995. 643 s. ISBN 8090026044.

[23] PIPEK, P. *Technologie masa I.* 4. přepracované. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1995. 334 s. ISBN 807080.

[24] KOLDA, O.; ZELINKA, K.; KUBÍČEK, V. *Zpracovávání masa: pro 3. ročník SOU*. 3. upravené vydání. Praha: Sobotáles, 1997. 101 s. ISBN 8085920298.

[25] HRABĚ, J.; ROP, O.; HOZA, I. *Technologie potravin*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. 178 s. ISBN 8073183722.

[26] PIPEK, P. *Technologie masa II.* 1. vyd. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1998. 360 s. ISBN 8071922838.

[27] DAVÍDEK, J.; JANÍČEK, G.; POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. 629 s.

[28] DOBIÁŠ, J.; ČURDA, D. *Balení potravin*. Praha: [s.n.], 2004. 236 s. [cit. 2010-12-12]. Dostupné z WWW: <http://www.vscht.cz/>.

[29] RUŽBARSKÝ, J., GRODA, B., et al. Potravinářská technika. Prešov: FVT, 2005. 564 s. ISBN 8080734100.

[30] HRABĚ J.; BŘEZINA P.; VALÁŠEK P.; *Technologie výroby potravin živočišného původu : bakalářský směr.* Vyd. 1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 180 s. ISBN 8073184052.

[31] Kutr. [cit. 2011-01-20]. Dostupné z WWW: <www.masobrejcha.cz>

[32] TOLDRÁ,F. *Safety of meat and processed meat* [online]. New York: Springer, 699 s. [cit. 2011-02-15]. Dostupné z WWW: <http://www.springerlink.com/

[33] JAMES, S; JAMES, C. *Meat refrigeration* [online]. Cambridge: Woodhead, 347 s. [cit. 2011-02-15]. Dostupné z WWW: <http://www.knovel.com

[34] KERRY, J. *Meat processinh : improving quality* [online]. Cambridge: Wood-head Publishing, 464 s. [cit. 2011-02-15]. Dostupné z WWW: <http://www.knovel.com

[35] LAWRIE, R. *Lawrie's meat science* [online]. 6th ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 336 s. [cit. 2011-02-15]. Dostupné z WWW:<http://www.knovel.com

[36] Vyhláška 326 /2001 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. Zákon č. 306/2000 Sb. Zákon č.119/2000 Sb.

[37] H. ŠTEGNEROVÁ,1 E. NÁPRAVNÍKOVÁ,2 I. STEINHAUSEROVÁ,2 P. ŠVEC1 Masarykova Univerzita, Přírodovědecká fakulta, Česká sbírka mikroorganismů (CCM) Brno, Ústav hygieny a technologie masa Veterinární a farmaceutické univerzity Brno, Veterinářství 2007;57:39-42.

[38] Gevers D., Huys G., Swings J. Applicability of rep-PCR fingerprinting for identification of Lactobacillus species. FEMS Microbiology Letters 2001;205:31-36.

[39] 14. Huis in´t Veld J. H. J. Microbial and biochemical spoilage of food and overview. Int J Food Microbiol 1996;33:1-18.

[40] 15. Rao D. N., Sachindra N. M. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. Food Review International 2002;18:263-293.

[41] 16. Hugas M. Bacteriocinogenic lactic acid bacteria for biopreservation of meat and meat products. Meat Sci 1998;49:139-150.

[42] 17. Kröckel L., Hechelmann H. Mikrobiologie der Kühlung, Kühllagerung und Fleischreifung. Fleischwirtschaft 1999;79:90-93.

[43] 8. Pipek P. Bakteriociny v masné výrobě. Maso 1995;6:30-35.

[44] www.wikipedie.cz

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Balení hovězí roštěné metodou Darfresh 46
Obr. č. 2 Příklad balení plátků z vepřové kýty do ochranné atmosféry 49
Obr. č. 3 Příklad balení vepřových řízků z kýty do ochranné atmosféry 50
Obr. č. 4 Příklad balení vepřových medailonků z válečku do ochranné atmosféry 50
Obr. č. 5 Linka na balení masa do ochranné atmosféry 1 51
Obr. č. 6 Linka na balení masa do ochranné atmosféry (vlastní balící a plnící hlava) 2 51
Obr. č. 7 Vakuově balené hovězí maso 52
Obr. č. 8 pH metr použitý pro měření 56
Obr. č. 9 Teploměr použitý k měření teplotních hodnot 57
Obr. č. 10 Přístroj na měření ochranné atmosféry Multivac 58
Obr. č. 11 Vepřová pečeně- maso, jehož pH je 5,70, hodnota pH ještě mírně klesla. Na konci záruční doby bylo maso plně vyzrálé bez jakýchkoli smyslových změn 64
Obr. č. 12 Vepřová pečeně- černání kostí po špatné sanitaci pili. Pokud jsou kosti řezány, pomocí automatické pili, dochází k tvorbě jemných pilin, které ulpívají na kostech a urychlují černání kostí. V ochranné atmosféře toto černání probíhá daleko rychleji oproti vakuovému balení. 65
Obr. č. 13 Šednutí plátků po inkrustaci, pH masa bylo vyšší 5,75, k poklesu pH již nedošlo- jedná se tedy o maso, u kterého již probíhá vlastní zrání. Maso před zabalením do ochranné atmosféry. 66
Obr. č. 14 Maso po zabalení do ochranné atmosféry. Je zde dobře patrný výrazný šedý pruh pod vrchní blánou. 66
Obr. č. 15 Vepřová pečeně s kostí- maso čerstvé ve fázi rigoru mortis 67
Obr. č. 16 Maso před balením- vyřazené z balení. Maso je ve vysoké fázi zralosti. Po inkrustaci zůstává výrazné šedé zabarvení 67
Obr. č. 17 Maso před balením- vyřazené z balení. Maso je ve vysoké fázi zralosti. Po inkrustaci zůstává výrazné šedé zabarvení. 68
Obr. č. 18 Zařízení na inkrustaci masa 68
Obr. č. 19 Vepřová kýta- šedé zabarvení u vepřové kýty- plátky- pH masa v době balení bylo 5,68- a mělo již vzrůstající tendenci. Jedná se již o maso, u kterého probíhá vlastní zrání. Maso je v 4den po zabalení. U prvních 2plátků je již patrná šedá barva při horním okraji. 72

Obr. č. 20 Vepřová kýta- řezaná ručně nožem. I zde je patrné šedé zbarvení plátků, 7hodin od zabalení do ochranné atmosféry. Jedná se opět o maso, u kterého již plně probíhá vlastní zrání 73
Obr. č. 21 Vepřová kýta- šedé zabarvení na konci záruční doby. Opět se jednalo o maso, které bylo baleno již v průběhu vlastního zrání 73
Obr. č. 22 Vepřová krkovice - viditelné šedé okraje- 3h po zabalení do ochranné atmosféry 76
Obr. č. 23 Vepřová krkovice – viz předchozí obrázek to samé maso na konci záruční doby 77
Obr. č. 24 Vepřová krkovice s kostí - zde dochází k výraznému zčernání kosti. 77
Obr. č. 25 Deformace misky v důsledku mikrobiální kontaminace- porušení chladírenského řetězce 86
Obr. č. 26 Deformace misky v důsledku mikrobiální kontaminace- porušení chladírenského řetězce 86
Obr. č. 27 Ukázka masa znehodnocené špatným nastavením zavařovací hlavy- vysoká teplota způsobí koagulaci bílkovin- maso musí být vyřazeno z balení..... 87
Obr. č. 28 Vepřová krkovice s kostí- otlak způsobený dotykem masa a obalového materiálu, tento proces je vratný, je- li maso vybaleno do 6hodin po zabalení. V opačném případě je barevná změna nevratná. 92
Obr. č. 29 Maso nevhodné k balení- maso ve vysokém stupni zrání- počínající autolýza 93

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 s příkladem koncentrací plynů pro jednotlivé druhy masa 48
Tabulka 2 Průběh hodnot pH pro vepřovou pečeni 61
Tabulka 3 Průběh hodnot pH pro vepřovou pečeni 62
Tabulka 4 Hodnoty pH u vepřové pečeně po zabalení, u masa již byla ukončena fáze rigoru mortis 63
Tabulka 5 Hodnoty pH u vepřové pečeně po zabalení, u masa ještě nebyla ukončena fáze rigoru mortis. 64
Tabulka 6 Průběh hodnot pH u vepřové kýty 69
Tabulka 7 Průběh hodnot pH u vepřové kýty 70
Tabulka 8 s hodnotami pro vepřovou kýtu, která byla balena před ukončením fáze rigoru mortis 71
Tabulka 9 s hodnotami pH pro vepřovou kýtu, která byla balena po ukončení fáze rigoru mortis 72
Tabulka 10 Průběh hodnot pH u vepřové krkovice 74
Tabulka 11 Průběh hodnot pH u vepřové krkovice 75
Tabulka 12 s hodnotami pro vepřovou krkovici, která byla balena před ukončením fáze rigoru mortis 76
Tabulka 13 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou pečeni 79
Tabulka 14 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou pečeni 80
Tabulka 15 s hodnotami tepot během skladování 81
Tabulka 16 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou kýtu 82
Tabulka 17 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou kýtu 82
Tabulka 18 s hodnotami teplot v průběhu skladování 83
Tabulka 19 Průběh teplotních hodnot pro vepřovou krkovici 84
Tabulka 20 Průběh teplotních hodnot u vepřové krkovice 84
Tabulka 21 s hodnotami teplot pro jednotlivé dny skladování 85
Tabulka 22 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou pečeni 89
Tabulka 23 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou pečeni 90
Tabulka 24 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou pro vepřovou kýtu 90

Tabulka 25 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou kýtu 91
Tabulka 26 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou krkovici s kostí 91
Tabulka 27 Hodnoty složení ochranné atmosféry v průběhu skladování pro vepřovou krkovici s kostí 92