

Sledování postmortálních změn jakosti u masa

Radek Holík

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Radek HOLÍK

Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin

Studijní obor: Chemie a technologie potravin

Téma práce: Sledování postmortálních změn jakosti u masa

Zásady pro vypracování:

1. Práce je experimentálního charakteru. Cílem práce je studium postmortálních změn broušeného masa. Student provede měření pH a teploty v rámci stanovených časových intervalů na jatkách "Jacom" v Holešově. Měření provede v rámci možností u více druhů masa. V rešeršní části zpracuje problematiku postmortálních změn masa, včetně vyhodnocení příčin vzniku myopatií masa.
2. V praktické části ve stanovených časových intervalech provést měření pH.
3. Provést měření vnitřní teploty pomocí vpichovacích teploměrů.
4. Vyhodnocení hodnot pH a teploty na standard (masa bez známek myopatie) s použitím statistických metod.
5. V rámci možností vyhodnotit ztráty na hmotnosti masa při tepelném opracování.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Steinhauser, L a kol.: Hygiena a technologie masa. LAST Brno, 1995

Pipek, P. Základy technologie masa. Vyškov: VVŠ Vyškov, 1998. ISBN 80-7231-010-0

Hrabě, J., Březina, P., Valášek, P. Technologie výroby potravin živočišného původu.

Zlín: UTB, 2006. ISBN 80-7318-405-2

Ingr, I. Technologie masa. Brno: MZLU Brno, 1996

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

12. listopadu 2007

Termín odevzdání bakalářské práce:

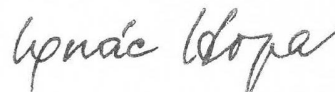
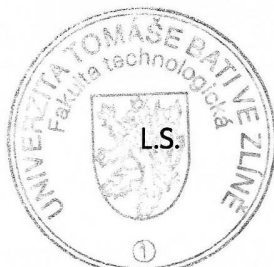
31. května 2008

Ve Zlíně dne 12. května 2008



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.

děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.

vedoucí katedry

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na sledování postmortálních změn u vepřového a hovězího masa. Jejím cílem je zkoumání a vyhodnocení kvality masa. Sledování normálního průběhu posmrtných změn, vzniku odchylek a myopatií a jejich podíl na výsledné kvalitě masa.

Klíčová slova: maso, posmrtné změny, myopatie, kvalita

ABSTRACT

Bachelor work is about after dead changes in pork and beef meat. The aim of this work is research and evaluation of quality of meat. Monitoring of normal process in afterdead changes, creation of variations and myopaties and their part on resulting quality of meat.

Keywords: meat, after dead changes, myopaties, quality

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Janu Hraběti, Ph.D. za rady a pomoc, které mi pomohly vypracovat tuto práci. Dále patří mé poděkování celému kolektivu ústavu chemie a potravinářského inženýrství za vytvoření optimálních pracovních podmínek. Dále pak panu Václavu Bartošovi a všem zaměstnancům firmy Jacom Holešov za umožnění práce a měření v jejich podniku, rodině a přátelům za všestrannou pomoc při studiu.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 MASO A JATEČNÁ ZVÍŘATA	11
1.1 MASO	11
1.2 JATEČNÁ ZVÍŘATA	11
2 STAVBA A SLOŽENÍ MASA	12
2.1 HISTOLOGICKÁ STAVBA MASA	12
2.1.1 Epitel.....	12
2.1.2 Nervová tkáň	12
2.1.3 Pojivová tkáň.....	12
2.1.4 Svalová tkáň	13
2.1.4.1 Příčně pruhovaná svalovina	13
2.1.4.2 Hladká svalovina.....	14
2.1.4.3 Srdeční svalovina	14
3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA	15
3.1 BÍLKOVINY	16
3.1.1 Sarkoplasmatické bílkoviny	16
3.1.2 Myofibrilární bílkoviny	17
3.1.3 Stromatické bílkoviny	17
3.1.4 Kolagen	17
3.2 LIPIDY	18
3.3 EXTRAKTIVNÍ LÁTKY	19
3.3.1 Sacharidy.....	19
3.3.2 Organické fosfáty.....	19
3.3.3 Dusíkaté extraktivní látky.....	20
4 VLASTNOSTI MASA	21
4.1 BARVA MASA.....	21
4.1.1 Hemoglobin	21
4.1.2 Myoglobin	21
4.1.2.1 Oxymyoglobin	23
4.1.2.2 Karboxymyoglobin.....	23
4.1.2.3 Nitroxymyoglobin	23
4.1.3 Světlost masa	23
4.1.4 Změny barvy masa při tepelném opracování.....	23
4.2 VAZNOST MASA	24
4.2.1 Měření vaznosti masa	26
4.3 KŘEHKOST MASA	26
5 INTRAVITÁLNÍ VLIVY NA JAKOST MASA	28

5.1	POHLAVÍ.....	28
5.2	VĚK.....	28
5.2.1	Jatečná zralost.....	28
6	POSTMORTÁLNÍ ZMĚNY V MASE.....	29
6.1	FÁZE PRAE – RIGOR MORTIS.....	29
6.2	FÁZE RIGOR MORTIS.....	30
6.3	ZRÁNÍ MASA.....	31
6.4	HLUBOKÁ AUTOLÝZA.....	32
7	PROTEOLÝZA MASA.....	33
7.1	ZÁKLADNÍ FORMY KAŽENÍ MASA.....	33
7.1.1	Povrchové oslizení.....	33
7.1.2	Povrchová hniloba.....	34
7.1.3	Hluboká hniloba.....	34
7.1.3.1	Ložisková hniloba.....	34
7.1.3.2	Kažení masa od kosti.....	34
7.2	ZVLÁŠTNÍ FORMA KAŽENÍ MASA.....	35
7.2.1	Zapaření masa.....	35
8	ABNORMÁLNÍ PRŮBĚH POSTMORTÁLNÍCH ZMĚN MASA.....	36
8.1	PSE MASO (PALE, SOFT, EXUDATIVE).....	36
8.2	DFD MASO (DARK, FIRM, DRY).....	37
8.3	HAMPSHIRE FAKTOR.....	38
8.4	ZKRÁCENÍ SVALOVÝCH VLÁKEN CHLADEM (COLD SHORTENING).....	39
9	METODY HODNOCENÍ JAKOSTI VEPŘOVÉHO A HOVĚZÍHO MASA.....	40
9.1	SMYSLOVÉ POSUZOVÁNÍ KVALITY MASA.....	40
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	41
10	MĚŘENÍ HODNOTY PH MASA.....	42
11	MATERIÁL A METODY.....	43
11.1	VEPŘOVÉ MASO.....	43
11.1.1	Sledování pH a teploty vepřového masa.....	43
11.1.2	Použité metody.....	43
11.1.3	Posouzení zastoupení jakostních odchylek masa.....	43
11.2	HOVĚZÍ MASO.....	43
11.2.1	Sledování pH a teploty hovězího masa.....	43
11.2.2	Použité metody.....	44
11.2.3	Posouzení zastoupení jakostních odchylek masa.....	44
12	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	45

12.1	SLEDOVÁNÍ JAKOSTI A ODCHYLEK VEPŘOVÉHO MASA	45
12.2	SLEDOVÁNÍ JAKOSTI A ODCHYLEK HOVĚZÍHO MASA	46
	ZÁVĚR	47
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	50
	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
	SEZNAM TABULEK	52
	SEZNAM PŘÍLOH	53

ÚVOD

Maso je velmi důležitou součástí stravy člověka. Z nutričního hlediska je bohatým zdrojem esenciálních aminokyselin a bílkovin, vitamínů skupiny B, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek. Ve výživě člověka je maso významné také svou chutí. Důkazem toho je fakt, že lidé jsou ochotni za kvalitní maso utratit vyšší částku než za ostatní potraviny. Jeho spotřeba u nás zaznamenala v uplynulých šedesáti letech významný nárůst. Ovšem v posledních několika letech se jeho spotřeba zmírnila. Je to dáno změnou životního stylu obyvatel, alternativními způsoby výživy, možností výběru ze širokého spektra ostatních potravin, expanzí kulturních zvyklostí zejména ze zemí dálného východu, ale také výrazným nárůstem ceny masa.

Nejvýznamnějším zdrojem masa jsou domácí zvířata. Nejprve měla domestikace usnadnit získávání a dostupnost masa. Ale během let docházelo k významným změnám v chovu zvířat, jejich výživě a v neposlední řadě také k úmyslnému pozměňování vlastností těchto zvířat. Jedná se především o zvyšování užitkovosti domácích zvířat, zvyšování produkce masa, mléka a vajec. S těmito změnami v domestikaci dochází ke změně tělesných proporcí těchto zvířat, a také k jejich celkové velikosti. Dochází ke zvyšování reprodukčních schopností, jako jsou např. častější vrhy nebo více kusů mláďat v jednom vrhu. Se snahou dosáhnout maximální výtěžnosti masa z těchto zvířat dochází ovšem také k jejich přešlechťenosti. Tato zvířata jsou poté náchylnější ke stresu, snižuje se jejich odolnost vůči vlivům z prostředí a tím pádem jsou náchylnější k chorobám, což může vést k nežádoucím odchylkám a myopatiím.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MASO A JATEČNÁ ZVÍŘATA

1.1 Maso

Jako maso jsou definovány všechny části těl živočichů, včetně ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě. Patří sem i živočišné tuky, droby, kůže a kosti a také masné výrobky. V užším slova smyslu se masem rozumí jen kosterní svalovina, a to buď samostatná svalová tkáň, nebo svalová tkáň včetně vmezeřeného tuku, cév, nervů, vazivových a jiných částí [1].

1.2 Jatečná zvířata

Nejčastějším zdrojem masa jsou domácí (domestifikovaná) zvířata, zejména tzv. velká jatečná zvířata, jako jsou skot, prasata, ovce a koza. Dále sem patří drůbež, a to zejména kuřata, slepice, husy, kachny a perličky. Do skupiny jatečných zvířat také patří lovná zvěř. Tato zvěř žije volně nebo v chovu na farmách a patří sem jelen, srnec, prase divoké, zajíc, bažant aj.

2 STAVBA A SLOŽENÍ MASA

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 [1]. 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 [1].

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.

2.1.3 Pojivová tkáň

Pojivová tkáň má silně vyvinutý podíl mezibuněčné hmoty a mezibuněčná hmota se stává nositelkou funkcí tkáně [1]. Nejvýznamnější složkou mezibuněčné hmoty jsou interfibrilární složky a kolagenní a elastická vlákna.

Mezi pojivové tkáně patří vaziva a z technologického hlediska je nejvýznamnější řídké vazivo. Význam má především při stahování kůže, kde je jeho nedostatek podmínkou pohyblivosti kůže a jejího snadného stažení [1].

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.

Tukové vazivo je z technologického hlediska vedle svaloviny druhou nejvýznamnější tkání v mase [1]. Tuk je v buňkách uspořádán v několika malých kapkách nebo jediné velké kapce. Toto uspořádání je dáno výživovým stavem dobytka.

Chrupavka je tuhá v důsledku impregnace mezibuněčné hmoty organickými látkami a většinou se musí při jatečném opracování nebo při bourání masa odstranit.

Kost má mezibuněčnou hmotu inkrustovanou 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 a různé vývary, které se pak využívají jako krmivo, a dále je lze použít pro výrobu hnojiv [1].

2.1.4 Svalová tkáň

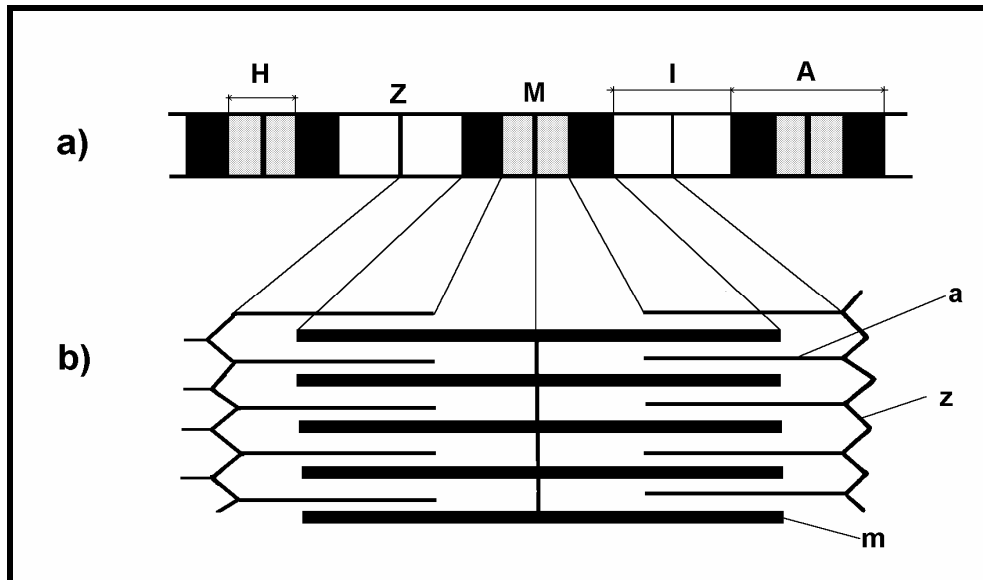
Svalová tkáň je kontraktilní tkáň zvířat, má schopnost vykonávat pohyb. Základem její funkce je přeměna energie chemických vazeb na mechanickou práci. Můžeme na základě buněčné stavby, vzhledu a způsobu inervace rozdělit do tří základních skupin:

- 1) svalovina příčně pruhovaná
- 2) svalovina hladká
- 3) svalovina srdeční [1]

2.1.4.1 Příčně pruhovaná svalovina

Svalovina příčně pruhovaná nebo také žíhaná je stavební tkání kosterních svalů, je uspořádána 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 orgány a inkluze. Z inkluzí se vyskytují v sarkoplasmatu nejvíce myofibrily, které vyplňují téměř celý objem svalového vlákna. Základní jednotkou myofibrily je sarkomer. U příčně pruhované svaloviny je složen z filament, což jsou jedno- (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 [1].



Obrázek I. Struktura myofibrily Pipek 2003

2.1.4.2 Hladká svalovina

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 [1].

2.1.4.3 Srdeční svalovina

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

3 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.

Důležitým ukazatelem je poměr obsahu vody a bílkovin, tzv. Federovo číslo, které u syrového masa bývá poměrně stálé a má hodnotu přibližně 3,5 [1].

Tabulka I. Složení masa % hospodářských zvířat, jak uvádějí různí autoři Pipek 1998

MASO	Voda	Bílkoviny	Tuky	Minerálie	Federovo číslo	Podíl T/B
Čistá svalovina	70-75	18-22	2-3	1-1,5	3,65	
Vepřové maso						
kýta	53	15,2	31	0,8	3,5	2,04
pečeně	58	16,4	25	0,9	3,5	1,52
plec	49	13,5	37	0,7	3,6	2,74
bůček	34	7,1	56	0,5	4,79	7,09
Hovězí maso						
plec	70,03	21,48	6,95	0,99	3,68	0,32
kýta	73,43	20,25	5,04	1,10	3,63	0,25
svíčková	71,98	19,36	7,43	1,06	3,72	0,38
roštěnec	67,77	20,64	10,31	1,01	3,28	0,49
krk	72,36	21,15	5,55	1,03	3,42	0,26

kližka	70,85	21,69	6,68	1,02	3,27	0,26
žebro	65,04	19,87	14,97	0,95	3,37	0,75
bok	67,62	20,83	10,41	1,00	3,25	0,50

3.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější složkou masa z nutričního i technologického hlediska [2]. V čisté libové svalovině činí obsah bílkovin 18-22 % hm. Většinou jde o plnohodnotné bílkoviny, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Rozdělení bílkovin v maso do jednotlivých skupin vychází z jejich rozpustnosti ve vodě a v solných roztocích [1]. Právě tato rozdílná rozpustnost bílkovin má zásadní význam pro masnou výrobu, neboť se jí využívá při vytváření struktury masných výrobků [2].

Třídění bílkovin se shoduje s tříděním podle umístění v jednotlivých svalových strukturních. Jsou to tyto tři skupiny:

- 1) bílkoviny sarkoplasmatické
- 2) bílkoviny myofibrilární
- 3) bílkoviny stromatické [1]

3.1.1 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 [1].

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 [2].

3.1.2 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 [1].

Myosin je hlavní složkou myofibrilárních bílkovin, je obsažen v tlustých filamentech a tvoří 45 % obsahu všech svalových bílkovin[2].

Aktin je hlavní složkou tenkých filament, jež se zasouvají do stromatu silných myofibrilárních vláken. Podíl aktinu činí 20 % myofibrilárních bílkovin [2].

3.1.3 Stromatické bílkoviny

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

Stromatické bílkoviny bývají označovány jako neplnohodnotné, jelikož nemají všechny esenciální aminokyseliny. Zcela chybí tryptofan a jeho nedostatek ve stromatických bílkovinách se kompenzuje jinými složkami stravy (např. lepek v pečivu) [2].

3.1.4 Kolagen

Kolagen bývá nejvíce zastoupen a podle jeho obsahu se určuje obsah všech stromatických bílkovin. Kolagen je čistě bílý, pevný a čistě pružný. Od jiných bílkovin se liší svým aminokyselinovým složením, má vysoký obsah nepolárních aminokyselin, zejména glycinu, naproti tomu neobsahuje tryptofan a cystein [1].

Jeho složitá struktura má vliv i na jeho vlastnosti. Při zahřevu 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 [2]. Teplota, kdy k tomuto jevu dochází, je ostře ohraničená, ohraničuje se jako teplota smrštění a u savců má hodnotu 60°C [1].

Při zahřevu ve vodě kolagen silně bobtná. Po rozrušení všech příčných vazeb pak přechází na rozpustnou látku, která se nazývá želatina neboli glutin [1]. K vytváření želatiny

dochází zejména tehdy, pokud se kolagen zahřívá dlouhou dobu ve vodě při teplotě 65-90°C.

Vznik želatiny má velký význam v technologii masa, jelikož je podstatou měknutí některých typů masa při tepelném opracování. Této skutečnosti se využívá jak při kulinární úpravě, tak při výrobě vařených masných výrobků [1].

3.2 Lipidy

Lipidy jsou v mase zastoupeny z největší části jako estery mastných kyselin a glycerolu [1]. Tuky v mase a tukové tkáni jsou zejména triacylglyceroly vyšších mastných kyselin. Nejčastěji se zde vyskytují kyselina palmitová, stearová a olejová. V menší míře jsou zastoupeny polární lipidy (fosfolipidy), doprovodné látky a jiné [2]. 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 [1]. Maso, které má vyvinuté mramorování v řadě zemí více ceněno než maso zcela libové [2].

Dalším druhem tuku ve zvířecím těle je tuk depotní, který tvoří samostatnou tukovou tkáň. Tuk má v mase význam ze sensorického hlediska, jelikož je nosičem pro řady arómových látek [1].

Fosfolipidy, které tvoří jen malý podíl obsahu všech lipidů v mase, působí často jako emulgátory tuků. Při skladování se však oxidují snáze než tuky. Vedle tuků a fosfolipidů obsahuje svalová tkáň některé doprovodné látky, jako jsou steroly, barviva a lipofilní vitamíny [2].

Cholesterol je nejvýznamnějším steroidem. Působením ultrafialového záření z něj vzniká vitamin D₃. Cholesterol je typický pro živočišné tkáně a jeho zvýšený příjem bývá dáván do souvislosti s výskytem chorob krevního oběhu [1].

Mezi lipochromy, což jsou barviva rozpustná v tucích, patří hlavně karoteny, jež jsou žlutočervené a xantofyly mající žluté zabarvení. Zejména karoteny zbarvují tuk žlutě až oranžově. Některé tuky, jako vepřové sádlo a skopový lůj, jsou však až na výjimky bílé, protože neukládají karoteny. Obsah lipochromů závisí především na složení krmiv a úrovni výživy zvířat [2].

3.3 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 [2].

Extraktivní látky se dělí na sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté extraktivní látky.

3.3.1 Sacharidy

Sacharidy jsou v živočišných tkáních obsaženy v malém množství. Zastoupen je především glykogen [1]. Je důležitým energetickým zdrojem ve svalch. 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 [2]. U vyčerpaných zvířat s nízkým obsahem glykogenu dochází jen k malému okyselení a maso je proto málo údržné [1]. 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 [2].

3.3.2 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 [2].

3.3.3 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 [2].

4 VLASTNOSTI MASA

Stavba masa a jeho chemické složení ovlivňuje jeho technologické a organoleptické vlastnosti. Mezi nejvýznamnější vlastnosti masa patří chutnost, křehkost, textura, barva a vaznost.

4.1 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 [1].

Barva masa souvisí zejména s obsahem hemových barviv, myoglobinu (svalové barvivo) a hemoglobinu [3]. Obsah hemových barviv v mase různých živočichů leží obvykle v rozmezí 100 - 10000 mg.kg⁻¹ a závisí na intravitálních vlivech [1]. Podíl hemoglobinu závisí na tom, jak kvalitně je maso vykřveno. 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 [3].

4.1.1 Hemoglobin

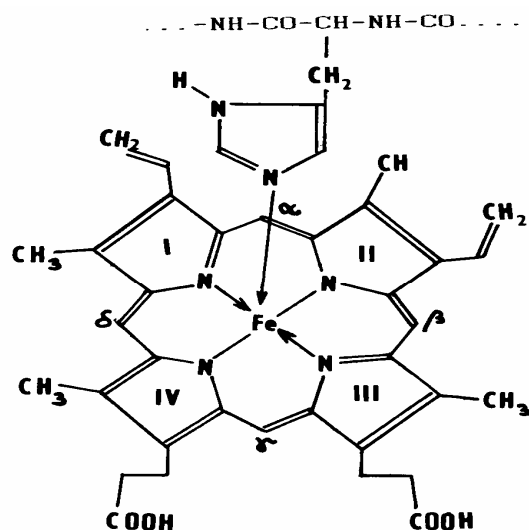
Hemoglobin je krevní barvivo, které zprostředkuje přenos kyslíku z plic do svalů. Je velmi podobný myoglobinu, liší se od něj zejména relativní molekulovou hmotností. Hemoglobin není svalovým barvivem, může však být nalezen v mase v různých koncentracích, jak bylo zvíře dostatečně vykřveno. Podíl hemoglobinu z obsahu všech hemových barviv v mase činí závislosti na stupni vykřvení i celkovém obsahu hemových barviv 10-30% [1]

4.1.2 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 [1].



Obrázek II. Vzorec hemu

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 [1].

4.1.2.1 *Oxymyoglobin*

Oxymyoglobin je rumělkově červený a má navázanou molekulu kyslíku.

4.1.2.2 *Karboxymyoglobin*

Karboxymyoglobin je třešňově červený a má navázanou molekulu oxidu uhličitého.

4.1.2.3 *Nitroxymyoglobin*

Nitroxymyoglobin je růžově červený a má navázanou molekulu oxidu dusnatého.

4.1.3 Světlost masa

Světlost masa ovlivňuje především hodnota pH. Čím je pH blíže izoelektrickému 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 [1].

4.1.4 Změny barvy masa při tepelném opracování

Při tepelném opracování masa (v nepřítomnosti dusitanů) dochází k denaturaci globinu, po níž zpravidla následuje oxidace železa v hemové skupině; v důsledku toho dochází ke změně barvy na hnědou nebo šedohnědou. Této oxidaci nezabrání ani redukční podmínky, které se vytvářejí v mase při tepelné denaturaci uvolněním SH-skupin, ani přídavek redukčních látek (např. kyseliny askorbové). Barviva tepelně opracovaného masa se nazývají hemichromy. V přítomnosti dusitanů nebo dusičnanů se na železo váže oxid dusnatý, který zabráňuje oxidaci a způsobuje růžovou barvu masných výrobků [1].

Významnou reakcí hemových barviv je vytvoření nitroxyhemochromu, růžového barviva salámů i jiných masných výrobků. Dochází k tomu po přidání dusitanů, kdy metmyoglobin, který vznikl v první fázi reakce, je převeden redukčními reakcemi thiolové skupiny za pomoci enzymů, které se v mase nachází, zpět na myoglobin [3].

4.2 Vaznost masa

Schopnost masa vázat vodu – vaznost – je jednou z jeho nejdůležitějších technologických vlastností, neboť výrazně ovlivňuje jakost masných výrobků. Závisí na ní i ekonomika výroby, zejména ztráty při výrobě, skladování a tepelném zpracování. Vaznost masa lze ovlivnit způsobem zacházení s masem. Přidávky některých solí slabých vícesytných kyselin se používá ke zvýšení vaznosti díla při výrobě salámů. Jde zejména o deriváty kyseliny fosforečné (polyfosfáty) [3].

Voda je v libové svalovině vázána různým způsobem a různě pevně. Nejpevněji je vázána hydratační voda, další podíly vody jsou imobilizovány mezi jednotlivými strukturálními částmi svaloviny, zbytek je volně pohyblivý v mezibuněčných prostorech. Z hlediska technologie se rozlišuje voda na volnou a vázanou, a to podle toho, zda z masa volně vytéká za daných podmínek, či nikoliv. Imobilizace vody nastává v síti membrán a filament strukturálních bílkovin a je závislá na nábojích v molekule bílkoviny. Náboje ovlivňují poměr přitažlivých a odpuzivých sil mezi jednotlivými strukturami svaloviny, čímž se zvětšuje nebo zmenšuje prostor, do kterého se pak může imobilizovat více nebo méně vody. Uvnitř tohoto prostoru jsou molekuly vody navzájem propojeny vodíkovými můstky [1].

Imobilizaci zásadním způsobem ovlivňuje spojování a štěpení příčných vazeb mezi bílkovinnými molekulami. Jde o tyto vazby:

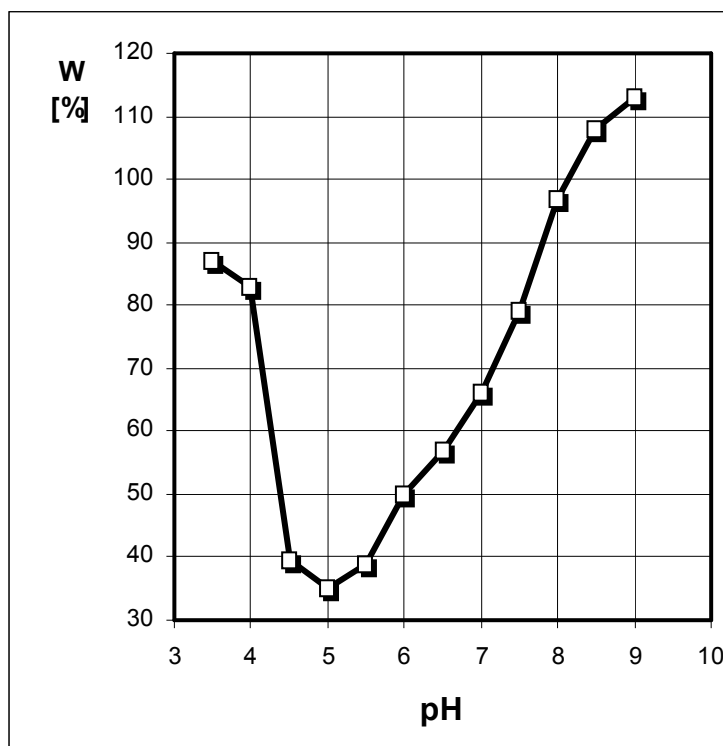
- 1) příčné iontové vazby přes vícemocné kationty (zejména vápník, hořčík a železo)
- 2) vodíkové vazby mezi karbonylovými a iminoskupinami peptidových vazeb
- 3) iontové vazby mezi kladně a záporně nabitými skupinami
- 4) disulfidové vazby cystinu [1].

Vaznost masa závisí na pH, obsahu solí, průběhu posmrtných změn, rozmělnění masa a dalších faktorech. Vaznost masa je nejnižší v izoelektrickém bodě (pH 5-5,3), kdy bílkoviny ztrácejí schopnost reagovat, a směrem od něj prudce stoupá, v reálných systémech masa na bazické straně. V této oblasti se po přidávku solí zvyšuje iontová síla roztoku a tedy i vaznost [3]. Úpravou pH svaloviny (okyselením nebo zalkalizováním) směrem od izoelektrického bodu dochází ke změně disociace funkčních skupin bílkovin, změní se rozložení klad-

ných a záporných nábojů na molekule bílkoviny. Rozštěpí se tak některé příčné elektrostatické vazby a dochází k oddalování peptidových řetězců, v prostoru mezi nimi se imobilizuje více vody. Změny pH masa nastávají jak při posmrtných změnách, tak i při některých technologických operacích, kdy se pH záměrně upravuje. V mase a masných výrobcích se pH pohybuje v rozmezí hodnot 4 až 7 [1].

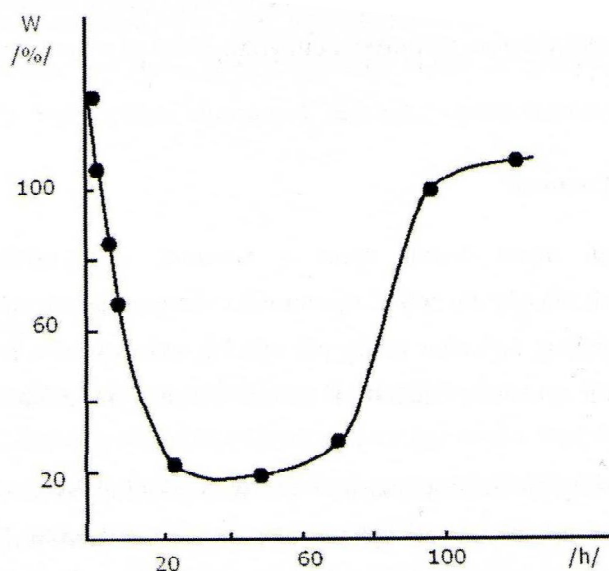
Vícemocné ionty vápníku, hořčíku a železa pro jejich negativní působení na vaznost se vyvazují přidavkem fosfátů a nahrazují ionty alkalických kovů. Přidavku některých solí slabých vícesytných kyselin se používá ke zvýšení vaznosti díla při výrobě salámů.

Z bílkovin se vyznačuje největší vazností myosin, naopak na vaznosti se v podstatě nepodílejí kolagenní bílkoviny. Vaznost je možno zvýšit přidáním cizích bílkovin [3].



Obrázek III. Vliv pH na vaznost PIPEK 2003

Rozdílná vaznost bývá nalézána mezi zvířaty různého pohlaví, věku, význam má i způsob chovu zvířat. Vaznost se výrazně mění v závislosti na průběhu posmrtných změn (nejprve klesá v důsledku okyselení a vytvoření pevné struktury - rigor mortis, aby se pak opět zvyšovala v průběhu zrání). V některých případech dochází v důsledku odchylného průběhu pH ke vzniku tzv. myopatií, kdy vaznost je buď nízká (PSE), nebo naopak vyšší (DFD) [1].



Obrázek IV. Změny vaznosti hovězího masa v postmortálním období PIPEK 1993

4.2.1 Měření vaznosti masa

Měření vaznosti je velmi složitá záležitost. Především totiž záleží na tom, jakým způsobem definujeme volnou a vázanou vodu. Metody lze rozdělit do několika skupin, přičemž se přihlíží k tomu, co má být zjištěno (tj. za jakých podmínek, resp. jaký podíl vody má být zjištěn). Podle toho se buď nepůsobí žádným fyzikálním vlivem, nebo se maso vystaví mechanickému namáhání, či tepelnému zákroku. Mezi jednotlivými metodami nejsou jednoznačné přímé vztahy, metody mají uzanční charakter, a proto je třeba vždy uvádět současně s naměřenými hodnotami i použitou metodu [1].

4.3 Křehkost masa

Křehkost masa je dána jeho strukturou, stavem a chemickým složením. Pro dosažení křehkosti je třeba maso nechat dostatečně dlouho uzrát, aby se uvolnila posmrtná ztuhlost. Křehkost významně závisí i na obsahu pojivové tkáně, tedy na obsahu kolagenu, popř. dalších stromatických bílkovin, které strukturu masa zpevňují. K jejich uvolnění dochází rovněž enzymovou cestou při zrání masa. Kulinární zpracování dlouhodobým záhřevem v přítomnosti vody znamená převedení kolagenu na želatinu a změknutí masa. Křehkost je

dále ovlivňována obsahem intramuskulárního tuku; maso s vyšším obsahem tohoto tuku bývá křehčí [1].

5 INTRAVITÁLNÍ VLIVY NA JAKOST MASA

Po porážení zvířete má výrazný vliv na jakost průběh postmortálních procesů. Postmortální procesy jsou také ovlivněny některými intravitálními jevy [4]. Jsou to vlivy působící na zvíře za života (intra vitam) tedy během výkrmu, při přepravě a v době před porázkou a zpracováním. Vliv na jakost a produkci masa má živočišný druh, plemeno, pohlaví, věk, ranost, kastrace, způsob výživy, úroveň výživy, nemoci, použití léků, únava, hladovění, podmínky při přepravě, stres [1].

5.1 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 [1].

5.2 Věk

S věkem zvířete se mění chemické složení; s věkem (po dosažení dospělosti) se zvyšuje ukládání tuku. U většiny zvířat se zvyšuje ukládání zásobního tuku před zimou. Této skutečnosti se využívá např. při výkrmu hus a kachen. U starších zvířat bývá vyšší obsah barviv, maso je tmavší. Chuť masa mladých zvířat je méně výrazná v důsledku nízkého obsahu extraktivních látek, kterých s věkem přibývá. Z hlediska produkce masa je nejvýhodnější porážet zvířata v tzv. jatečné zralosti [1].

5.2.1 Jatečná zralost

Jatečná zralost je fáze, v níž se ukončuje vývoj svaloviny a začíná ve zvýšené míře produkce depotního tuku.

Dnes se požaduje, aby zařízení a způsoby chovu zvířat co nejvíce respektovaly biologické potřeby zvířat. Při sestavování krmné dávky se musí vycházet i z rozdílného způsobu trávení u jednotlivých zvířat. Velký podíl krmiv tvoří krmné směsi sestavované z jednotlivých složek. Při jejich výrobě se vychází z nároku na výživu v jednotlivých fázích výkrmu. Jednostranné krmení vede vždy ke zhoršení jakosti masa nebo tuku.

6 POSTMORTÁLNÍ ZMĚNY V MASE

Procesy probíhající v těle zvířat vedou k tomu, že se nativní svalová tkáň přeměňuje na maso. Průběh postmortálních změn ovlivňuje kvalitu masa. Postmortální procesy jsou zahajovány okamžikem usmrcení jatečného zvířete a zahrnují soubor dějů, kterými se svalovina poraženého zvířete transformuje v maso [5]. Vytváří se křehkost a údržnost masa, probíhají děje vytvářející extraktivní složky masa. Dochází však také ke ztrátám

masové šťávy a odparu vody.

Postmortální změny probíhající v mase mají čtyři stádia:

- 1) prae-rigor mortis (období teplého masa)
- 2) rigor mortis
- 3) zrání masa
- 4) hluboká autolýza

Autolýza masa má u jednotlivých druhů masa odlišný průběh v rychlosti a intenzitě [6].

6.1 Fáze prae – rigor mortis

Toto období je označováno jako období teplého masa nebo též jako období před rigorem mortis.

Období před nástupem rigoru mortis je charakterizováno přítomností dostatečného množství ATP, takže aktin a myosin jsou disociované. Hodnota pH leží v neutrální oblasti, což odpovídá hodnotám v rozmezí 6,9 - 7,2.

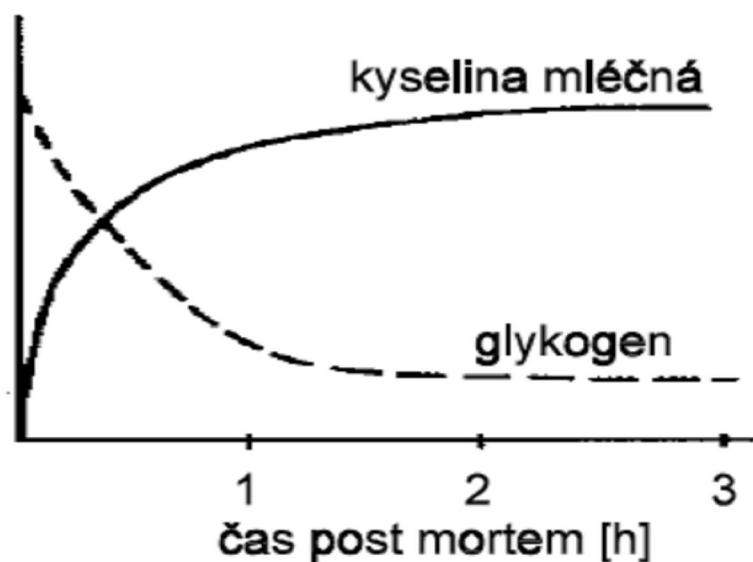
Usmrcením zvířete je zastaven přísun kyslíku do svalu, zároveň vzhledem k chybějícímu krevnímu oběhu nemůže být obsah glykogenu doplňován resyntézou v játrech. Místo toho nastupují pochody anaerobní glykolýzy, které neposkytují tak bohatý přísun energie ve formě ATP.

Po určitém čase začne koncentrace ATP klesat. Při těchto procesech je koncentrace iontů vápníku v sarkoplazmě buněk velice nízká a při postupu iontů vápníku ze sarkoplazmatického retikula do sarkoplazmy se v prvních hodinách po usmrcení zvířete zkracují a blokují jejich systémy [7]. Během těchto dějů na sebe vzájemně působí aktinová a myosinová vlákna. Doba trvání této fáze je poměrně krátká. Zpravidla trvá do dvou hodin po porážce.

Nejdéle trvá u hovězího masa, krátkou dobu u vepřového a velmi krátce u drůbeže a ryb [4].

Ve fázi prae-rigor mortis má vaznost masa maximální hodnotu, neboť ještě nedošlo k poklesu pH a postupnému odbourávání ATP.

Ztuhnutím tj. vytvořením příčných vazeb mezi aktinem a myosinem přechází maso do druhé fáze posmrtných změn [5]. Tato fáze se nazývá rigor mortis.



Obrázek V. Přeměna glykogenu na kyselinu mléčnou

6.2 Fáze rigor mortis

Poklesne-li koncentrace ATP na 20 % původní koncentrace, nestačí se již udržovat aktin a myosin v disociovaném stavu a ireversibilně se spojí tenká a tlustá filamenta na tzv. aktomyosinový komplex, nastává posmrtná ztuhlost - rigor mortis. Svalovina ztrácí svoji průtažnost, stává se postupně pevnější. V důsledku spojení aktinu a myosinu se svalová vlákna smrští v příčném směru [1]. Dochází ke tvorbě kyseliny mléčné a tím je také spojen pokles pH. Tento pokles závisí na řadě faktorů, jako je teplota, zásoba glykogenu, druh zvířete aj. Se snížením hodnoty pH také souvisí prodloužení údržnosti masa. V některých

případech může docházet k neobvyklému průběhu, s čímž je spojen vznik vad masa, jako jsou DFD a PSE. Negativním jevem snížení pH je snížení vaznosti masa na minimální hodnotu [6].

Maso je ve stádiu rigor mortis zcela nevhodné jak pro kulinární úpravu, jelikož je neobvykle tuhé, tak i pro masnou výrobu, jelikož špatně váže vodu a dochází k značným hmotnostním ztrátám [6]. Toto maso má špatné sensorické vlastnosti. Při tepelném zpracování se uvolňuje velké množství masné šťávy, a v ní mnoho cenných nutričních látek [2]. U hovězího masa je rigor mortis úplný asi po 20 hodinách a trvá 24 až 48 hodin, u vepřového masa nastává do 6 hodin [3]. Na tuto fázi postupně navazuje fáze třetí, což je fáze nazývaná zrání masa.

6.3 Zrání masa

Zrání masa je třetí fází, kdy se postupně uvolňuje ztuhlost svalu, zlepšuje se vaznost, mírně roste pH a výrazně se zlepšují organoleptické vlastnosti. Uvolnění rigor mortis, a tím i zvýšení křehkosti masa, souvisí zejména s proteolýzou myofibrilárních bílkovin působením vlastních proteáz svalové tkáně [6]. Dochází ke zvýšení hodnoty pH. Toto zvýšení však nedosahuje výše hodnoty původní.

Zrání masa probíhá u masa dle druhů zvířat s rozdílnou rychlostí. Vepřové maso k tomu potřebuje minimálně 3 – 4 dny. Čerstvé hovězí maso staré jen 3 – 5 dní je tuhé a nezkřehne ani při normálním obvyklém postupu úpravy.

Čím vyšší je teplota ve svalech, tím rychleji probíhají biochemické procesy [8]. Z hygienických důvodů musí být maso vychlazeno na + 3 až 7 °C. Enzymatické procesy naopak ustávají při tvorbě krystalků ledu pod – 1,5 °C. Maso musí být proto uchováno v této teplotní oblasti. K zajištění co nejrychlejšího průběhu zrání masa je optimální nastavení teploty pro uchování masa mezi + 3 a + 5 °C. Po ukončení procesu zrání masa se může skladovací teplota snížit na 0 až + 1 °C. Je nutné ale zabránit tvorbě krystalků ledu v mase [9].

Vzhledem k možnosti mikrobiálního napadení probíhá zrání téměř výhradně v chladírnách, takže doba úplného zrání je poměrně dlouhá a ekonomicky náročná. Také kapacita chladíren obvykle nedovoluje vyčkat plného uzrání, a tak se v praxi maso z chladíren vyskladňuje často dříve, což se negativně odráží na kvalitě [6].

6.4 Hluboká autolýza

Zrání masa přechází plynule do stádia hluboké autolýzy [2]. Hluboká autolýza je děj, k němuž dochází při delším skladování. Je to děj vysloveně nežádoucí, neboť dochází k rozkladu bílkovin na peptidy a aminokyseliny, maso získává nepříjemnou chuť a aróma, nastává hydrolyza tuků. K tomu často přistupuje i mikrobiální napadení a zkáza [6]. Hlubokou autolýzu nelze u masa jatečných zvířat připustit, ale také ji nelze ochránit nebo izolovat od mikrobiálního rozkladného procesu. Ve zcela mírném stupni se připouští u některých druhů zvěřiny, pokud byla po ulovení správně ošetřena. Ulovení zajíci a ulovení bažanti ponechaní v kůži a peří a skladování při teplotách blízkých 0 C jsou zbaveni rozsáhlejší mikrobiální kontaminace z endogenních zdrojů a jsou chráněni před mikrobiálním napadením zvenčí. Hluboká autolýza katalyzovaná nativními enzymy tak může probíhat v poměrně izolovaném stavu dál. Její produkty dodávají takto uzrálé zvěřině typickou chuť a vůni, která je ovšem pro mnohé na hranici sensorické přijatelnosti nebo až nepříjemná. I když v těchto situacích převládá hluboká autolýza, nelze spolehlivě zamezit podílu mikrobiální proteolýzy na těchto dějích [2].

7 PROTEOLÝZA MASA

Proteolýza je postmortálním procesem, který probíhá souběžně s autolýzou od okamžiku porážení zvířete, má však opačnou dynamiku [2]. Zatímco se autolýza s ubývajícím aktivitou nativních enzymů zpomaluje, proteolýza postupně nabývá na intenzitě. Proteolýzu způsobují mikroorganismy a jimi produkované mikrobiální enzymy. Svalovina právě poražených zvířat je prakticky sterilní, kyselost masa během rigor mortis a na počátku zrání inhibuje přítomnou mikroflóru [10]. Proto počáteční stádium proteolýzy probíhá bez vnějších projevů a počet mikroorganismů v mase se zvyšuje jen nepatrně, aritmetickou řadou. Pokračující autolytickou fází zrání masa se postupně odbourává kyselina mléčná na oxid uhličitý a vodu, kyselost masa klesá a hodnoty pH směřují k neutrální oblasti. Tím se změní podmínky pro mikroorganismy, začínají se masivně pomnožovat, zvyšování jejich počtu přechází z fáze lineární na geometrickou a případně až exponenciální [2].

7.1 Základní formy kažení masa

Svalovina je uvnitř v okamžiku porážky téměř sterilní. Kontaminace mikroorganismy nastává z vnějšího prostředí. Při jatečném opracování zvířat z jeho povrchu a z jeho okolního prostředí. Velké nebezpečí mikrobiální kontaminace nastává při a po bourání masa. V této době již maso ztratilo obranyschopnost na základě své kyselosti, poněvadž kyselina mléčná ve fázi pokročilejšího zrání byla již degradována [2]. Hlavním faktorem kažení masa je, kromě mikrobiální kontaminace, teplota masa a teplota prostředí, v němž se nachází. Mikrobiální stav masa odráží podmínky chovu, způsob ustájení, krmení a hlavně transport a manipulace před porážkou [11].

Běžné kažení masa má tři na sebe navazující fáze. Je to povrchové oslizenutí, povrchová hniloba a hluboká hniloba.

7.1.1 Povrchové oslizenutí

Povrchové oslizenutí masa nastává masivním pomnožením obecné (banální) mikroflóry na jeho povrchu. Mikrobiální enzymy rozkládají složky masa na pestrou řadu degradačních produktů, které vytvoří tenkou povrchovou vrstvu slizu s šedohnědým barevným odstínem a typickým hnilobným zápachem. Na zápachu se podílejí hlavně konečné degradační produkty bílkovin-amoniak, aminy, merkaptany, sirovodík a další. Pokud je povrchové oslizenutí

zjištěno na samém počátku, je maso v praxi obvykle ošetřováno omytím v mírně okyselené vodě a následným důkladným omytím pitnou vodou se odstraní povrchový sliz. Kyselé prostředí inaktivuje mikroorganismy a neutralizuje produkty proteolýzy. Takto ošetřené maso, vykazuje-li zcela normální smyslové vlastnosti, lze použít k potravním účelům, je však třeba je okamžitě tepelně zpracovat [2].

7.1.2 Povrchová hniloba

Povrchová hniloba je pokračováním povrchového oslizení, pokud nebylo včas zachyceno a maso zmíněným způsobem ošetřeno. Povrchová mikroflóra proniká do hloubky a její enzymy způsobují rozklad bílkovin [2].

7.1.3 Hluboká hniloba

Hluboká hniloba masa představuje mikrobiální napadení a zkažení masa v celých anatomických nebo technologických kusech. Její výskyt v praxi je dnes minimální. Hluboké hniloby masa jsou obvykle lokálního charakteru – ložiskové hniloby nebo kažení masa od kosti [2].

7.1.3.1 Ložisková hniloba

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 [12].

7.1.3.2 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 porážení 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.

7.2 Zvláštní forma kažení masa

7.2.1 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 mizních 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 [12].

8 ABNORMÁLNÍ PRŮBĚH POSTMORTÁLNÍCH ZMĚN MASA

Průběh autolytických a proteolytických dějů se někde odchýlí od standardního průběhu a to z různých příčin, v jiném rozsahu a rozličné intenzitě. Výsledkem abnormálního průběhu postmortálních změn ve svalovině poražených zvířat jsou odchylky v jakosti masa [5].

V průběhu postmortálních změn se vyskytují dvě hlavní anomálie, které vedou ke ztrátě kvality masa a ekonomickým ztrátám. Vyplynají z genetického základu některých velmi vyšlechtěných plemen a rovněž ze způsobu zacházení zvířat před porážkou. Změny vlastností masa se týkají zejména vaznosti a barvy [3]. Zdravotní nezávadnost masa je zachována respektive není dotčena [12].

U vepřového masa se setkáváme s jakostní odchylkou mezinárodně označovanou symbolem PSE. Rovněž se u vepřového masa vyskytuje jakostní odchylka DFD.

V hovězím mase se poměrně často vyskytuje jakostní odchylka DFD. U hovězího masa se jakostní odchylka PSE prakticky vůbec nevyskytuje [2].

8.1 PSE maso (pale, soft, exudative)

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. Ostrou selekcí prasat na vysokou zmasilost a nedostatečnou adaptací zvířat na dosažené změny došlo k biologickým změnám v organismu prasat, které měly za následek zvýšení citlivosti vyšlechtěných prasat na stres. Tato zvířata mají maximum libového masa

a váhových přírůstků [13].

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 [12].

Hlavní příčinou vzniku vady PSE je abnormálně rychlá anaerobní glykolýza v postižených kosterních svalech, která je vyvolaná stresem [14].

Pro skutečný projev PSE vady 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 glyko-

genolýza uvolní velmi mnoho energie a zvýší teplotu svaloviny třeba až na + 43°C [12]. Kombinace zvýšené teploty a nízkého pH se projeví částečnou denaturací svalových bílkovin [15]. Vlivem denaturace svalových bílkovin je omezena schopnost PSE masa vázat vlastní vodu, struktura svalové tkáně se otevírá a z masa odtéká značné množství masové šťávy [16]. Všechny jakostní znaky masa vykazují velkou variabilitu a vada PSE projevuje v intenzitách od sotva postřehnutelné až po velmi výraznou [12].

Na povrchu PSE masa dochází i ke změně barevného odstínu na šedozelený, který je znatelný, jak u syrového masa, tak i výrobků z něj [5]. PSE maso je pro kulinární úpravu nevhodné, protože se spéká, dochází k velkým ztrátám šťávy a maso je pak suché a tuhé. V masné výrobě způsobuje PSE maso obtíže zejména vzhledem k nízké vaznosti a vysokým ztrátám při tepelném opracování. Kusy masa jsou nesoudržné, rozpadavé, vyskytují se zde dutiny [1].

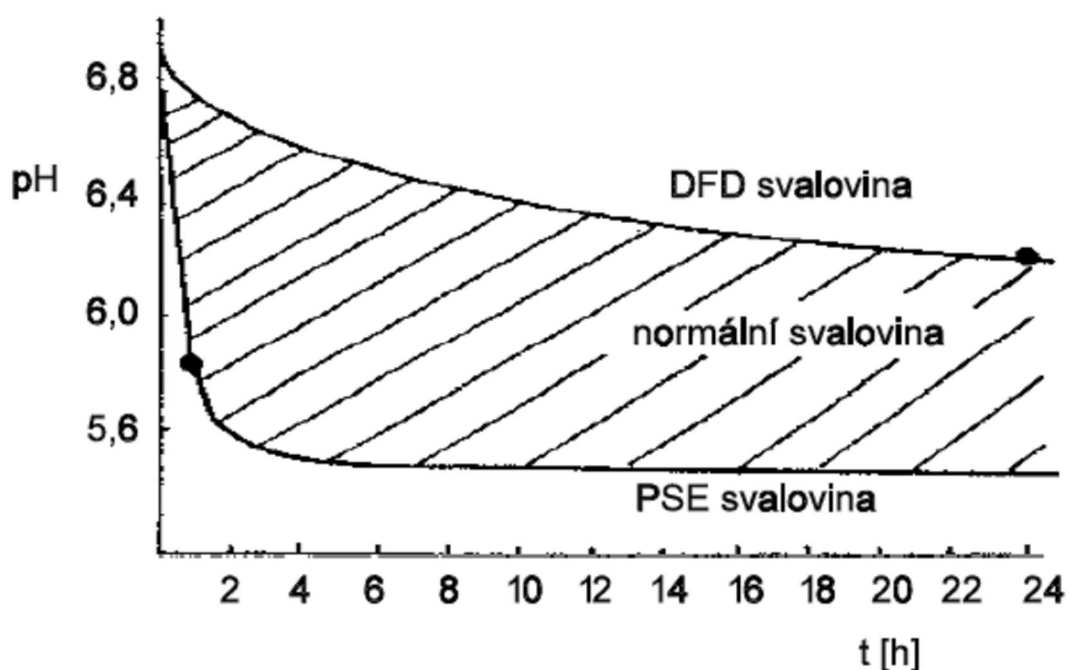
8.2 DFD maso (dark, firm,dry)

Vada DFD se vyskytuje především u masa hovězího. Ve větší míře se začíná vyskytovat DFD maso u prasat [17], kde je však poněkud mimo pozornost, poněvadž u něj dominuje vada PSE. 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. Zřetelnější výskyt DFD masa je ve svalovině kýty [19].

Hlavní negativní vlastností DFD masa je jeho neúdržnost. Nemá obvyklou vlastní kyselost a proto velmi rychle podléhá mikrobiálnímu kažení. pH_{24} 6,20 a vyšší je spolehlivým indikátorem DFD masa.

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 je riziko vzniku vady DFD velmi sníženo [12].

U DFD masa bývá negativně hodnocena nevýrazná chuť a pach. Problémem při využití DFD masa pro přímou spotřebu je zmíněná nižší údržnost, která omezuje distribuci masa. Vzhledem k vysoké vaznosti je DFD maso vhodné k výrobě měkkých salámů, lze ho použít i pro výrobu kusových výrobků. Do těchto výrobků může být použito i ve směsi s PSE masem, kdy se kompenzují negativní vlastnosti PSE masa. Pro fermentované salámy je DFD maso nevhodné vzhledem k vysoké hodnotě pH i vysoké vaznosti, což znesnadňuje sušení i průběh zrání [1].



Obrázek VI. Průběh pH u normálního, PSE a DFD masa

8.3 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, což vyvolává rychlejší průběh postmortální glykogenolýzy [12]. Zvýšení hladiny glykogenu způsobuje snížení hodnoty pH_1 až do oblasti isoelektrického bodu $pH_{5,3-5,4}$ [5]. Projev Hampshire faktoru se odvozuje z hodnoty pH_{24} 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 [12].

8.4 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 chladiřenského 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. kondicionáním. Další možností prevence je tzv. elektrostimulace poražených zvířat. Elektrostimulace střídavým nebo stejnosměrným proudem vyvolá velmi rychlou degradaci glykogenu a ATP, rigor mortis nastoupí velmi rychle a umožní intenzivní další chlazení. Tato vada masa je vyřešena a nezpůsobuje v praxi větší problémy [12].

9 METODY HODNOCENÍ JAKOSTI VEPŘOVÉHO A HOVĚZÍHO MASA

Základním kritériem kvality jatečných zvířat je jateční výtěžnost poražených kusů. Kvalita jatečně opracovaného těla je vyjádřena především podílem svalových tkání. Z hlediska vlastního masa (svaloviny) však jde o kritérium kvantitativní (tedy jaký je podíl svaloviny a nikoli jaká je kvalita masa) [5].

9.1 Smyslové posuzování kvality masa

Čerstvé, chlazené a nakládané maso se smyslově posuzuje na čistém laboratorním stole při standardní teplotě místnosti. Podle bodovacího schématu se posuzují povrchový vzhled, kvalita opracování, vůně a zápach, vzhled na řezu, konzistence masa.

U vzhledu povrchu si všímáme především netypické barvy masa, množství tukové a vazivové tkáně a znečištěného povrchu masa. Závažnou vadou je oslizlý, eventuálně plesnivý povrch, hnilobná zapáchající ložiska. V případě kvality opracování hodnotíme nedodržení hygienických zásad při zpracování masa, nedostatečné vykrevnění, znečištění krevním obsahem a krví, vadné dělení masa či jeho pořezání. Vůně a zápach mohou být atypický, kyselý, zapáchající po zkaženém tuku, hnilobný. Vzhledem na řezu hodnotíme nežádoucí barevné změny nebo i nestandardní odchylky.

Zásadními rozhodujícími znaky jsou chuť a vůně masa, proto se smyslové hodnocení čerstvého masa doplňuje hodnocením tepelně upravených vzorků. Nejčastěji se používá metoda tepelného opracování varem nebo pečením [19].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

10 MĚŘENÍ HODNOTY PH MASA

Hodnota pH je záporně vzatý dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů. Jeho hodnota je jeden z mnoha kvantitativních znaků pro objektivní posouzení změn v mase [19].

Význam hodnoty pH spočívá v tom, že hodnota pH značně ovlivňuje některé kvalitativní ukazatele a to vaznost vody, údržnost, křehkost, chuť a barvu. Pro hodnocení a stanovení vad masa PSE a DFD se už více jak 20 let používá měření pH 45 minut a 24 hodin po porážce (post mortem). Výhodou tohoto sledování je poměrně nenáročné měření pH pomocí patřičné aparatury přímo v mase [5]. Nejčastěji se hodnota pH měří 1 hodinu a 24 hodin po porážení. Tyto hodnoty jsou rozhodující pro určení vad masa. Pro identifikaci PSE masa je rozhodující hodnota pH_1 . Za maso optimální jakosti je považováno takové u něhož je hodnota pH_1 5,8 a vyšší, pH_1 v rozmezí 5,61-5,80 je inklinující k PSE a pH_1 nižší než 5,6 je považováno za PSE. Maso s hodnotou pH_1 5,3-5,4 vykazuje příznaky vady Hampshire – faktoru [5]. Pro identifikaci DFD masa, vepřového i hovězího, je rozhodující hodnota pH_{24} , která je v tomto případě vyšší než 6,2. Nejnižší dosažená hodnota pH je označována jako ultimativní (pH_{ult}). Hodnota pH_{ult} bývá v rozmezí 5,3-5,7 a je jí dosaženo 24 hodin po porážení vepřového masa a za 48 hodin u hovězího masa.

K identifikaci myopatií v mase pomocí zjišťování pH masa je nejlépe a v praxi nejvíce využíváno měření pH pomocí vpichového pH metru v zádovém svalu *Musculus longissimus lumborum et thoracis (MLLT)* a svalu kýty *Musculus semimembranosus (MS)* [5].

11 MATERIÁL A METODY

11.1 Vepřové maso

11.1.1 Sledování pH a teploty vepřového masa

Měření pH a teploty vepřového masa bylo prováděno na jatkách Jacom v Holešově. Sledované kusy pocházely z chovu společnosti Karlín, kde se jednalo o plemena Landrace, Pietrain a Duroc. K měření bylo vybráno vždy 10 kusů od každého plemene.

11.1.2 Použité metody

Hodnoty pH byly měřeny pomocí vpichového pH metru v zádovém svalu *Musculus longissimus lumborum et thoracis (MLLT)* a svalu kýty *Musculus semimembranosus (MS)* 1 hodinu po porážce. Na vznik PSE a DFD jsou citlivé bílé svaly [5]. U červených svalů se vyskytuje jen vada DFD [20]. Teplota byla měřena čtyřkanálovým sondovým teploměrem na dvou místech téhož kusu. Vzdálenost mezi body, při níž byla měřena teplota byla 30 cm.

11.1.3 Posouzení zastoupení jakostních odchylek masa

Pro stanovení jakostních odchylek masa ve svalovině *Musculus longissimus lumborum et thoracis (MLLT)* byla použita charakteristická veličina pH_1 , a to pro optimální jakost pH vyšší nebo rovno 5,8 [5].

Maso jehož pH_1 bylo stanoveno v rozmezí hodnot 5,61-5,8 zařazujeme jako inklinující k PSE. Svalovina s pH_1 nižším nebo rovno 5,6 byla zařazena do masa s vadou PSE. Maso charakteristické vysokým okyselením 1 hodinu po porážce s hodnotou $pH_1 = 5,3-5,4$ jsme označili vadou Hampshire – faktor [5].

11.2 Hovězí maso

11.2.1 Sledování pH a teploty hovězího masa

Měření pH a teploty hovězího masa bylo prováděno na jatkách Jacom v Holešově. Sledované kusy pocházely z chovu společnosti ZD Peruc, kde se jednalo o plemena H100, H75 X25 a H50 X50. K měření bylo vybráno vždy 10 kusů od každého plemene.

11.2.2 Použité metody

Hodnoty pH byly měřeny pomocí vpichového pH metru v zádovém svalu *Musculus longissimus lumborum et thoracis (MLLT)* a svalu kýty *Musculus semimembranosus (MS)* 24 hodin po porážce. Teplota byla měřena čtyřkanálovým sondovým teploměrem na dvou místech téhož kusu. Vzdálenost mezi body, při níž byla měřena teplota byla 30 cm.

11.2.3 Posouzení zastoupení jakostních odchylek masa

Pro stanovení jakostních odchylek masa ve svalovině *Musculus longissimus lumborum et thoracis (MLLT)* byla použita charakteristická veličina pH_{24} , a to pro optimální jakost pH nižší nebo rovno 6,2.

Maso jehož pH_{24} bylo rovno hodnotě 6,2 zařazujeme jako inklinující k DFD. Svalovina s pH_{24} vyšším než je hodnota 6,2 byla zařazena do masa s vadou DFD [1].

12 VÝSLEDKY A DISKUZE

12.1 Sledování jakosti a odchylek vepřového masa

Ve sledovaném souboru byla zjištěna průměrná hodnota pH_1 u plemene Landrace 6,03, u plemene Pietrain 6,01 a u plemene Duroc 6,07. Zjištěné naměřené hodnoty odpovídají jakosti normálního masa. Průměrné naměřené teploty masa u jednotlivých plemen byly 17,67 °C u plemena Landrace, 17,16 °C u plemene Pietrain a 17,36 °C u plemene Duroc.

Tabulka II. Naměřených hodnot teploty a pH u vepřového masa.

plemeno LANDRACE		plemeno PIETRAIN		plemeno DUROC	
teplota průměrná [°C]	pH_1	teplota průměrná [°C]	pH_1	teplota průměrná [°C]	pH_1
17,1	6,13	16,8	5,71	16,55	6,15
18,2	6,08	17,1	6,02	17	6,13
17,95	6,03	16,35	6,11	17,05	5,98
16,85	5,97	17,1	6,05	17,95	6,03
17,9	6,12	17,1	6,13	17,1	6,07
17,95	6,09	17,35	5,73	17,05	6,03
17,75	6,11	17,1	6,05	17,85	6,13
17,95	5,76	16,8	6,07	16,9	6,05
17,95	6,02	18,05	6,13	18,05	6,08
17,1	6,03	17,8	6,11	18,05	6,02

Po vyhodnocení naměřených hodnot pH_1 byly zjištěny odchylky v hodnotách pH_1 u plemene Landrace a Pietrain. Hodnoty pH_1 , jež jsou zapsány v tabulce č.2 ukazují, že u plemene LANDRACE dochází u jednoho kusu k možné myopatii masa. Naměřená hodnota ukazuje, že maso je inklinující k PSE. U plemena Pietrain dochází ke dvěma odchylkám v hodnotě pH_1 , jež naznačují, že toto maso rovněž inklinuje k PSE. U plemene Duroc se

nevyskytují žádné výrazné odchylky od stanoveného pH_1 pro vznik myopatií, tudíž se jedná o jateční těla bez myopatií masa.

12.2 Sledování jakosti a odchylek hovězího masa

Ve sledovaném souboru byla zjištěna průměrná hodnota pH_{24} u plemene H100 5,95, u plemene H75 X25 6,05 a u plemene H50 X50 6,00. Zjištěné naměřené hodnoty odpovídají jakosti normálního masa. Průměrné naměřené teploty masa u jednotlivých plemen byly 17,71 °C u plemena H100, 17,60 °C u plemene H75 X25 a 17,77 °C u plemene H50 X50.

Tabulka III. Naměřených hodnot teploty a pH u hovězího masa.

plemeno H100		plemeno H75 X25		plemeno H50 X50	
teplota průměrná [°C]	pH_{24}	teplota průměrná [°C]	pH_{24}	teplota průměrná [°C]	pH_{24}
18,1	5,88	17,95	6,03	17,35	5,96
17,2	5,85	18,1	6,11	18,1	6,02
17,1	5,92	17,2	6,05	17,95	6,00
17,35	5,81	17,1	5,98	18,1	6,05
17,95	5,96	18,1	6,09	17,2	5,98
18,1	6,01	17,05	6,02	18,05	6,09
17,1	5,99	17,85	6,05	17,1	5,91
18,05	5,96	17,35	5,99	17,8	5,95
17,95	6,03	17,2	6,03	18,1	6,01
18,2	6,05	18,1	6,10	17,95	5,98

Po vyhodnocení naměřených hodnot pH_{24} nebyly zjištěny odchylky v hodnotách pH_{24} u žádného ze všech tří sledovaných plemen. Hodnoty, které jsou zaznamenány v tabulce č.3 ukazují, že u sledovaných kusů hovězího masa nedochází k výskytu myopatie, jež u hovězího masa představuje hlavně odchylka DFD.

ZÁVĚR

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

Pro vznik myopatií je důležitá hlavně genetická dispozice a její vnímavost ke stresu. Rozdíly této vnímavosti jsou nejenom mezi plemeny, ale i mezi jednotlivými kusy tohoto plemene. Zvířata náchylná ke stresu mají často maso nevhodné jakosti, narozdíl od zvířat necitlivých na stres. Záleží ovšem na šetrném zacházení se zvířaty před porážkou. Při nešetrném zacházení se výskyt myopatií může objevit i u jedinců na stres necitlivých. K zamezení těchto nežádoucích vlivů může dopomoci několik faktorů. Jedním z nich je způsob chovu. V provozech se klade důraz na maximální využití krmiv a maximální hmotnostní přírůstky. Takto chovaná zvířata jsou pak náchylnější ke stresu v době přepravy. Tento nedostatek je možné odstranit zvýšením životního prostoru zvířat. Přeprava zvířat představuje velmi silné riziko vzniku fyzického a psychického zatížení. K odstranění, respektive zmírnění negativních následků dopravy napomáhá kratší vzdálenost chovné stanice od jatek. Významným faktorem pro jateční opracování je vyhladovění zvířat. Pozitivní význam z hlediska vzniku myopatií má dvanáctihodinové vyláčení zvířat před porážkou. Doba předporážkového ustájení by měla být tak dlouhá, aby se zvířata uklidnila, došlo u nich k regeneraci sil. Nesprávná doba ustájení vede k odchylkám masa PSE a DFD. Pro kulinární úpravu je nevhodné PSE maso, neboť dochází k velkým ztrátám šťávy, maso je suché, tuhé a spéká se. U DFD masa je snížena údržnost, která omezuje distribuci tohoto masa. Díky své vysoké vaznosti je vhodné pro výrobu měkkých salámů. U tohoto masa bývá negativně hodnocena vůně a chuť.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PIPEK, P. *Základy technologie masa*. VVŠ PV Vyškov, 1998. ISBN 80-7231-010-0.
- [2] STEINHAUSER, L. a kol. *Hygiena a technologie masa*. LAST Brno, 1995.
- [3] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu (bakalářské studium)*. UTB ve Zlíně 2006. ISBN 80-7318-405-2
- [4] ŠIMEK, J. *Hodnocení postmortálních procesů u vepřového a hovězího masa*. [Disertační práce]. VFU Brno, 2003, 93 s.
- [5] GÁL, R. *Hodnocení vybraných vlastností masa a zvěřiny* [Doktorská disertační práce]. Brno, 2004.
- [6] PIPEK, P. *Technologie masa I*. VŠCHT Praha 1995. ISBN 80-7080-174-3.
- [7] HVÍZDALOVÁ, I. Přítomnost iontů vápníku a jeho funkce v tělech jatečně opracovaných zvířat [online]. *Meat industry magazine*, 84, 2007, č.3, s. 22-24. [cit 2007-13-10]. Dostupný z WWW:
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=64437&ids=166>>
- [8] SCHWÄGELE, F. Chemische und physikalische Grundlagen. *Fleischwirtschaft*, 79, 1999, č. 3, s. 43 – 44. ISSN 0015-363X.
- [9] HONIKEL, K.O., JOSEPH, R. Very Fast Chilling. *Fleischwirtschaft*, 2002, č.3. ISSN 0015-363X.
- [10] ROHÁNKOVÁ, V. *Hodnocení jakosti jatečných prasat a vepřového masa*. [Diplomová práce]. UTB ve Zlíně, 2006.
- [11] GROSSMANN, M. *Mikrobiologie v hygieně*. VVŠ PV Vyškov, 1999, 90 s. ISBN 80-7231-037-2
- [12] INGR, I. *Technologie masa*. MZLU v Brně, 2003. ISBN 80-7157-719-7.
- [13] AALHUS, J. L., JONES, S.D.M., ROBERTSON, A.K.W., and Tong, Sather, A.P. Growth characteristics and carcass composition of pigs with known genotypes for

- stress susceptibility over a weight range of 70 to 120 kg. *Animal Production*, 1991
- [14] VALENTA, J., PROVAZNÍK, J. Stanovení vady vepřového masa PSE pomocí elektrické vodivosti u jatečných prasat s ohledem na jejich přepravy a dobu jejich odpočinku před porážkou. *Živočišná výroba*, 40, 1995, 11, s. 513-518.
- [15] LAWRIE, R., A. Lawrie's meat science. Sixth edition. Woodhead publishing limited. Cambridge. 336 p.
- [16] ŠIMEK, J., STEINHAUSER, L. Barva masa. *Maso*, 12, 2001, č. 4, s. 35-38. ISSN 1210-4086
- [17] KOUBKOVÁ, M., NOVÝ, Z. Stresový syndrom u prasat – nové poznatky pro praxi. *Náš chov*, 8, 1997, s. 15-16.
- [18] BLICHARSKI, T., OSTROVSKI, A., NOVAK, B., KOMENDER, P. Preliminary estimation of the value of electric conductivity measurements for detecting PSE and DFD in pork. *Anim. Sci. Pap. and Report Polish academy of Sciences*, 13, 1995, 1, s. 45-49.
- [19] STRAKA, I., MALOTA, L. Chemické vyšetření masa (klasické laboratorní metody). OSSIS Tábor, 2006. ISBN 80-86659-09-7
- [20] WARNER, R. D., KAUFFMAN, R. G., RUSSELL, R. L. Quality Attributes of Major Porcine Muscle: A Comparison with the Longissimus Lumborum. *Meat science*, 33, 1993, s. 359-372.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DFD Tmavé tuhé suché maso (dark, firm, exudative)

PSE Bledé měkké vodnaté maso (pale, soft, exudative)

pH₁ Hodnota pH měřená 1 hodinu po porážce

pH₂₄ Hodnota pH měřená 24 hodin po porážce

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek I. Struktura myofibrily Pipek 2003	14
Obrázek II. Vzorec hemu.....	22
Obrázek III. Vliv pH na vaznost PIPEK 2003	25
Obrázek IV. Změny vaznosti hovězího masa v postmortálním období PIPEK 1993	26
Obrázek V. Přeměna glykogenu na kyselinu mléčnou	30
Obrázek VI. Průběh pH u normálního, PSE a DFD masa	38

SEZNAM TABULEK

Tabulka I. Složení masa % hospodářských zvířat, jak uvádějí různí autoři Pipek 1998	15
Tabulka II. Naměřených hodnot teploty a pH u vepřového masa.	45
Tabulka III. Naměřených hodnot teploty a pH u hovězího masa.	46

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY