

# Změny vybraných vlastností masa v průběhu tepelného zpracování

Tomáš Dostál

---

Bakalářská práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Tomáš Dostál
Osobní číslo:	T17109
Studijní program:	B2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor:	Chemie a technologie potravin
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Změny vybraných vlastností masa v průběhu tepelného zpracování

### Zásady pro vypracování

Teoretická práce

1. Charakteristika suroviny
2. Tepelné kulinární úpravy
3. Popis změn jednotlivých složek jednotlivých druhů masa během kulinárních úprav
4. Možnosti sledování změn vlastností masa

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

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] RAKOTONDRAMAVO, Anja et al., 2019. Ham processing: effects of tumbling, cooking and high pressure on proteins. *European Food Research and Technology*. 245 (2), 273-284. DOI: 10.1007/s00217-018-3159-4. ISSN 1438-2377. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00217-018-3159-4>.
- [2] BARZEGAR, Fatemeh, Marzieh KAMANKESH a Abdorreza MOHAMMADI, 2019. Heterocyclic aromatic amines in cooked food: A review on formation, health risk-toxicology and their analytical techniques. *Food Chemistry*. 280, 240-254. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.12.058. ISSN 03088146. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814618321629>.
- [3] KLINTH JENSEN, Werner, Carrick DEVINE a Michael DIKEMAN. *Encyclopedia of meat sciences*. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, c2004, 1473 s. ISBN 0-12-464970-X.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jana Šenkýřová, Ph.D.**  
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **17. února 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem 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.

### Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá masem a změnám během tepelného záhřevu. Je zde popsána základní charakteristika masa, stavba a jeho chemické složení. Část práce je věnována vlastnostem masa, které jsou důležité při tepelné úpravě masa. Dále jsou popsány možnosti a způsoby kulinární úpravy masa. V další části jsou popsány změny určitých vlastností masa, které se dějí během tepelného záhřevu. Poslední část se zabývá způsoby měření změn vybraných vlastností masa během samotného tepelného záhřevu masa.

Klíčová slova: maso, tepelný záhřev, změny chemického složení, bílkoviny, tuk, textura

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with meat and its changes during thermal warming. The primary characteristics of meat, its structure, and its chemical compounds are described herein. A part of this thesis is dedicated to the features of meat important during thermal modification. Possibilities and ways of culinary modifications of meat are also described. The following part talks about changes of given features during thermal modification. The last part deals with methods of measuring changes in selected properties of meat during the thermal heating of meat.

Keywords: meat, thermal warming, changes in chemical compounds, proteins, fat, texture

Na tomto místě bych chtěl poděkovat své vedoucí Ing. Janě Šenkýřové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>1 DEFINICE MASA</b> .....	<b>9</b>
1.1 ZDROJE MASA.....	9
1.2 SPOTŘEBA MASA .....	9
1.3 SVALOVÁ TKÁŇ.....	10
1.3.1 Příčně pruhovaná svalovina .....	10
1.3.2 Hladká svalovina .....	11
1.3.3 Srdeční svalovina .....	12
1.3.4 Kosterní svalovina.....	12
<b>2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA</b> .....	<b>13</b>
2.1 BÍLKOVINY.....	14
2.1.1 Sarkoplazmatické bílkoviny.....	14
2.1.2 Myofibrilární bílkoviny.....	14
2.1.3 Stromatické bílkoviny .....	15
2.2 LIPIDY .....	15
2.3 EXTRAKTIVNÍ LÁTKY .....	16
2.3.1 Sacharidy.....	17
2.3.2 Organické fosfáty .....	17
2.4 MINERÁLNÍ LÁTKY .....	17
2.5 VITAMINY .....	18
2.6 VODA .....	19
2.7 CIZORODÉ LÁTKY .....	19
<b>3 POSMRTNÉ ZMĚNY V MASE</b> .....	<b>21</b>
3.1 <i>RIGOR MORTIS</i> .....	21
3.2 ZRÁNÍ MASA.....	22
3.3 HLUBOKÁ AUTOLÝZA.....	22
<b>4 VLASTNOSTI MASA</b> .....	<b>23</b>
4.1 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI .....	23
4.1.1 Barva .....	23
4.1.2 Vaznost.....	24
4.2 SMYSLOVÉ VLASTNOSTI .....	25
4.3 NUTRIČNÍ HODNOTA.....	26
4.4 KULINÁRNÍ VLASTNOSTI .....	27
4.5 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI .....	27
<b>5 TEPELNÁ ÚPRAVA MASA</b> .....	<b>28</b>
5.1 MOKRÉ ZPŮSOBY TEPELNÉ ÚPRAVY MASA .....	28
5.1.1 Vaření.....	28
5.1.2 Ohřev.....	29
5.1.3 Dušení .....	29
5.1.4 Paření.....	29
5.1.5 $\Delta T$ ohřev.....	30
5.1.6 Odporový ohřev .....	30

5.1.7	Mikrovltný ohřev.....	30
5.2	SUCHÉ ZPŮSOBY TEPELNÉ ÚPRAVY MASA.....	31
5.2.1	Pečení .....	31
5.2.2	Grilování .....	31
5.2.3	Smažení .....	31
5.2.4	Krátkodobé smažení.....	32
5.2.5	Smažení v tukové lázni .....	32
<b>6</b>	<b>ZMĚNY V MASE BĚHEM TEPELNÉHO ZÁHŘEVU .....</b>	<b>34</b>
6.1	DENATURACE BÍLKOVIN.....	34
6.2	ZMĚNY KONZISTENCE MASA.....	36
6.3	ZMĚNY TUKŮ V MASE.....	36
6.4	ZMĚNY ENZYMŮ V MASE .....	37
6.5	ZMĚNY BARVY MASA .....	37
6.6	ZMĚNA CHUTI A VŮNĚ .....	38
6.7	VZNIK TOXICKÝCH LÁTEK.....	39
<b>7</b>	<b>MOŽNOSTI SLEDOVÁNÍ ZMĚN V MASE.....</b>	<b>40</b>
7.1	MĚŘENÍ TEXTURY MASA .....	40
7.2	MĚŘENÍ BARVY MASA .....	40
7.3	MĚŘENÍ VŮNĚ A AROMA.....	41
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>42</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>43</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>48</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>49</b>

## ÚVOD

V bakalářské práci je popsáno maso, jeho stavba a vlastnosti. Také možnosti tepelné úpravy masa a změny, které se při nich dějí a rovněž také možnosti sledování těchto změn.

Maso se konzumuje již od pradávna, kdy se lidé snažili lovit divoká zvířata. Maso pro ně byla značná část výživy a konzumovali jej v syrovém stavu. V pozdějších dobách začali lidé pořádat organizované lovy divokých zvířat. Po éře lovu zvěře lidé přešli na chov divokých zvířat v zajetí. Domestikace zvířat byla přelomem v získávání potravy a tento způsob je využíván dodnes. Domestikací si lidé postupem času měnili fyzické vlastnosti zvířat tak, aby jim vyhovovaly. Tímto způsobem jsme se dostali až do dnešní doby, kdy lidé chovají zvířata ve velkém množství převážně za účelem výroby potravy. [1,2]

Ve středověku byly vytvořeny cechy, které se staly důležité z pohledu dodržování správného porážení zvířat. Později se nároky na správné zpracování, ale i hygienu začali zvyšovat. Díky objevům v biologii ohledně nemocí, které způsobují původci v mase. Začala výstavba jatek, v roce 1895 byla v Praze Holešovicích postavena jatka a později byla postavena i v Olomouci, Brně a v dalších městech. Dalším významným vynálezem se staly chladírny, které začaly být vyráběny kolem roku 1860. Tento objev u nás nahradil používanou konzervaci masa solením. [1,2]

Ve 20. letech 20. století začala být věnována pozornost zdravotní nezávadnosti masa. Na jatkách byl zaveden systém, který obsahoval prohlídky masa i testy v laboratořích. Tím se podařilo zamezit vzniku onemocnění, které způsobují původci v mase. [1,2]

Dle poznatků, které máme, se dá říci, že maso se těší stále větší oblibě. Nejvíce oblíbené je dle statistik vepřové maso. Hovězí maso již není tolik konzumováno, jako tomu bylo dříve. Konzumace drůbežího masa také roste. [1,2,3]

Pravěcí lidé konzumovali maso syrové, tak jak zvíře ulovili. Později přešli na úpravu masa na ohni. V současnosti jsou možnosti v úpravě masa značně jiné. Je mnoho způsobů přípravy pokrmů z masa. Kromě masa jako takového jsou dnes k dostání i polotovary, kdy například je maso naloženo v marinádě a zabaleno. Dále například mražené masné polotovary.

## 1 DEFINICE MASA

Za maso se z obecného hlediska považují všechny požitelné části jatečných a jiných zvířat, včetně ryb vhodné k lidské výživě. Tato definice bývá někdy vztažena pouze na teplokrevné živočichy. Mezi maso také patří i krev, droby, tuky, kůže. Dále i mastné výrobky. Masem se rozumí kosterní svalovina, samotná nebo protkaná tukem, cévami, nervy a jinými částmi. [2]

Požadavky na maso jsou definovány ve vyhlášce č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. [4]

Maso je důležité hlavně z nutričního hlediska. Lze ho považovat za nenahraditelnou složku výživy, protože obsahuje plnohodnotné bílkoviny, dále pak nenasycené kyseliny, minerální látky nebo vitaminy. [5]

### 1.1 Zdroje masa

Nejčastějším zdrojem masa jsou domestikovaná zvířata. Lovná zvěř má na našem území význam z pohledu obohacení sortimentu masa. Celosvětově mezi zdroje masa řadíme bezobratlé živočichy, obojživelníky, ryby, ptáky a savce. Nejvýznamnější z nich jsou právě savci, ptáci a ryby. [5]

Pro lidskou výživu představují nevýznamnější zdroj masa savci. Jedná se převážně o domácí neboli hospodářská zvířata. Hospodářská zvířata, která jsou jatečná a jejich maso slouží pro výživu lidí. Nejdůležitější jsou velká jatečná zvířata, což jsou hlavně prasata, skot, ovce, kozy nebo koně. Mezi malá hospodářská jatečná zvířata se řadí mláďata prasat, koz, skotu. Dále také králíci nebo zajáci a v neposlední řadě drůbež. [6]

Co se týče ptáků, tak je to hlavně drůbež, což jsou uměle chovaní domestikovaní ptáci, převážně kuřata, husy, kachny nebo krůty. Třetím nejvýznamnějším zdrojem jsou ryby. Ty mohou být sladkovodní, které se chovají i u nás. Dále jsou ryby mořské, které se nechovají, loví se a dováží k nám. [5]

### 1.2 Spotřeba masa

Produkce masa celosvětově roste. V roce 2018 bylo celosvětově vyprodukováno 119 962,1 tun vepřového masa, 69 433,7 tun hovězího masa a 122 899,6 tun drůbežího. Největší podíl na celkové produkci masa má Asie. Produkce Asie tvoří 55,6 % světové

produkce vepřového masa, 25,1 % hovězího a 35,9 % drůbežního masa. I přes to musí Asie maso dovážet. Evropa je v produkci masa soběstačná, na rozdíl od Afriky. Severní Amerika je dle statistik v produkci masa přebytková a vývoz všech zmíněných druhů mas převládá nad dovozem. I přesto, že Austrálie je nejmenší kontinent, v produkci hovězího masa dosahuje přebytku a vyváží jej. [7]

Spotřeba masa v České republice se roce 2018 zvýšila o 2,1 kilogramu na celkových 82,4 kg. Spotřeba masa má v posledních letech stále stoupající trend. Vepřové maso bylo konzumováno, a to 43,2 kg na osobu na rok. Konzumace drůbežního masa byla rekordní a zvýšila se i spotřeba hovězího masa, která je ovšem oproti drůbežimu a vepřovému nízká. [3]

Tabulka 1 – Spotřeba masa v Česku v letech 2014 – 2018 v kg na osobu na rok [3]

Rok	2014	2015	2016	2017	2018
Vepřové	40,7	42,9	42,8	42,3	43,2
Hovězí	7,9	8,1	8,5	8,4	8,7
Drůbeží	24,9	26,0	26,8	27,3	28,4

### 1.3 Svalová tkáň

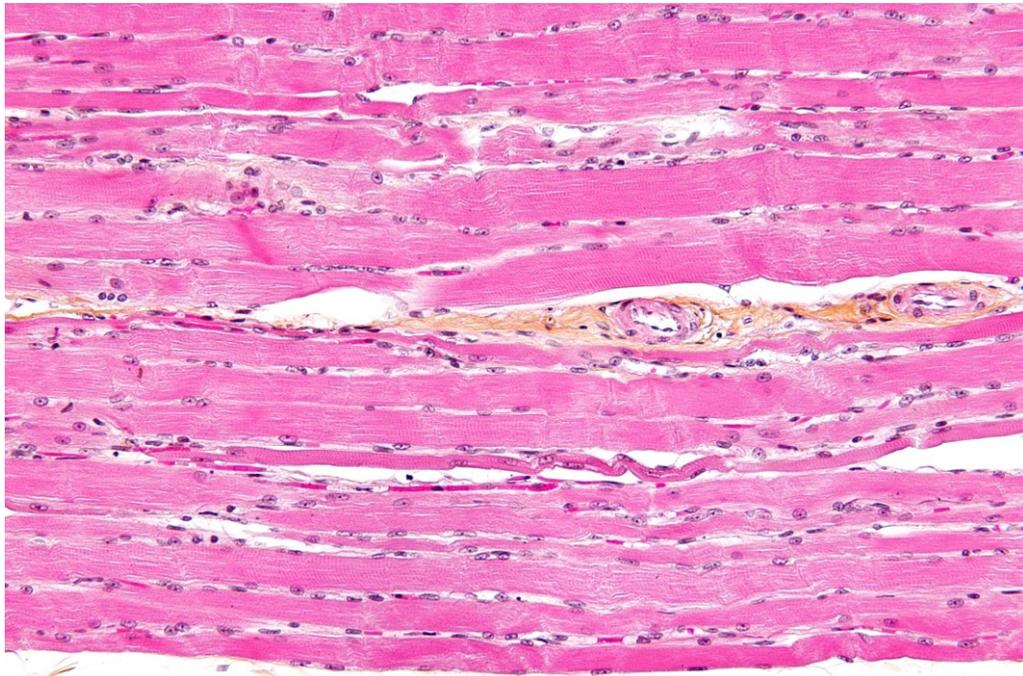
Svalová tkáň a tkáň obecně je soubor buněk společného původu. Meziprostor buněk vyplňuje mezibuněčná hmota, někdy se jí říká i základní hmota. Základní hmota má tekutou až hustou konzistenci. Tkáň se rozděluje na příčně pruhovanou, hladkou, srdeční a kosterní svalovinu. [5]

Svalová tkáň je označována v užším pojetí jako maso. Dělí se na hladkou a příčně pruhovanou. Kosterní svalstvo a srdeční sval se řadí mezi příčně pruhované svalstvo. Jedná se o kontraktní tkáň čili má schopnost vykonávat pohyb. Příčně pruhovanou tkáň tvoří svalové buňky, které s cévami, vazivy a nervy tvoří orgány. Z pohledu potravinářství je příčně pruhovaná svalová tkáň nejdůležitější a nejvíce využívána. [8]

#### 1.3.1 Příčně pruhovaná svalovina

Příčně pruhovaná svalovina má rychlé kontrakce, které jsou rytmické. Její základní stavební jednotkou je svalové vlákno, na povrchu vláken jsou buněčné blány, sarkolema a pod ním jsou uložena jádra. Sarkoplazma neboli cytoplazma svalového vlákna obsahuje buněčné orgány. Největší význam se udává myofibrilám. Myofibrily jsou kontraktilní vlákna

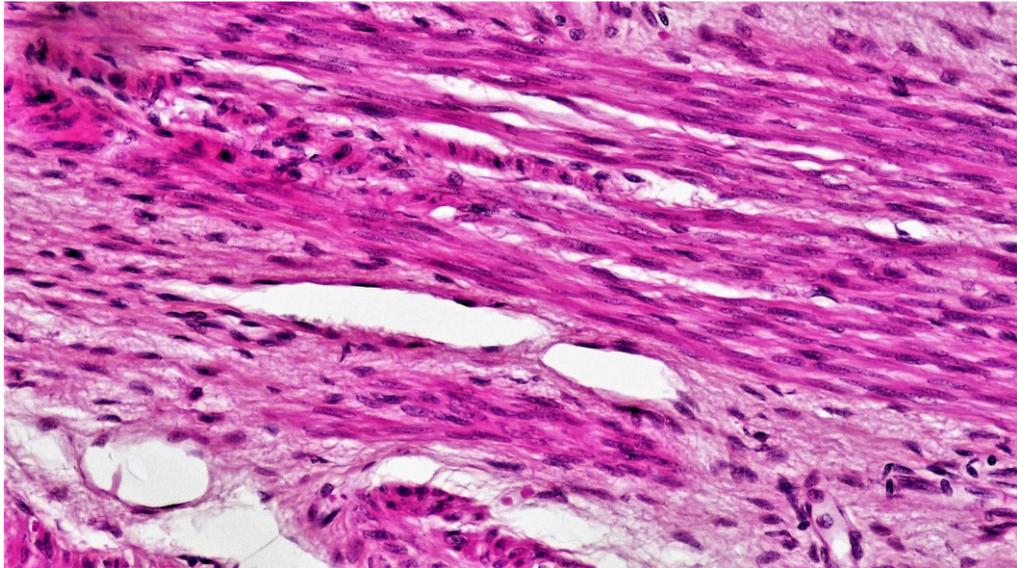
a vyplňují objem svalového vlákna. Z technologického hlediska nemá tento typ svaloviny velký význam. [8,9]



Obrázek 1 – Příčně pruhovaná svalovina pod mikroskopem [10]

### 1.3.2 Hladká svalovina

Hladká svalovina je tvořena buňkami štíhlého a vřetenovitého tvaru. Na povrchu těchto buněk je sarkolema a jejich jádra jsou v sarkoplasmě centrálně uložena. Spolu buňky vytvářejí kompaktní vrstvu na stěně dutých orgánů a cév. Jsou jí tvořeny orgány močového, dýchacího a trávicího aparátu. Hladká svalovina není ovládaná vůlí a nemá příčné pruhování, řídí ji autonomní nervy. Také je ve stěně střeva a po úpravě lze střeva použít pro technologii výroby klobás nebo párků. [8,9]



Obrázek 2 – Hladká svalovina pod mikroskopem [11]

### 1.3.3 Srdeční svalovina

Jedná se o zvláštní typ příčně pruhované svaloviny. Stavbou připomíná příčně pruhované kosterní svalstvo, ale liší se od ní funkcí. Kontrakce nejsou ovládány vůlí, ale ovládají ji autonomní nervy. Udržují automatickou rytmickou činnost srdce. [8]

### 1.3.4 Kosterní svalovina

Příčně pruhovaná kosterní svalová tkáň představuje budoucí maso. Je hlavní složkou svalu s cévami, nervy a vazivem. Její kontrakce jsou ovlivněny vůlí jedince. Tkáň je také stavební součástí orgánů, jako je hltan, hrtan, jícen a svalstvo jazyka. [8]

## 2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA

Složení masa může být velice rozdílné. Záleží, jestli se zaměříme pouze na čistou svalovinu, která je zbavena šlach, tuku a dalších částí nebo na maso jako celek. Chemické složení lze také brát jako jakostní charakteristiku masa. Od této charakteristiky se odvíjí další vlastnosti samotného masa, což je sensorická, nutriční hodnota, dále technologické vlastnosti a s tím související kulinární vlastnosti. V neposlední řadě je to i zdravotní bezpečnost masa. [5,9]

Maso bude mít jiné složení, když se podíváme na průměrné maso, kdy obsahuje mezisvalový tuk a jiné části, a odlišné složení bude mít také celek jakožto jatečně opracovaný kus. Za jatečně opracovaný kus se považuje část zvířete, která zůstane po odstranění krve, vnitřností a kůže. Navíc může být odstraněna i hlava a části končetin. Záleží na průběhu porážky, kdy mohou být dvě půlky prasete, čtvrtky skotu nebo oškubanou drůbež. [5,9]

Podíváme-li se na jatečně opracovaný kus jako na celek, tak tento kus obsahuje svalovinu, tukovou tkáň, chrupavky, kosti, vaziva a další tkáň. Z toho vyplývá, že složení masa je těžké určit. Složení masa je ovlivněno hned několika faktory, které jsou například druh zvířete, stáří, plemeno nebo výživový stav. Z důvodu, že chemické složení u masa je těžké jednoznačně určit, tak se uvádí chemické složení čisté svaloviny. Ta obsahuje, bílkoviny, tuky, minerální látky, vitaminy, extraktivní látky a vodu. [5,9]

Složení masa je ovlivněno i druhem jatečného zvířete. U hovězího masa jatečně upraveného je obsah vody 58,21 %, bílkoviny 17,48 %, tuk 22,55 %. Vepřové maso obsahuje 49,83 % vody, 13,91 % bílkovin a 35,07 % tuku. Vepřové maso je tedy tučnější než hovězí a má menší obsah bílkovin. Kuřecí maso má ještě nižší obsah tuku, a to 15,06 %, dále obsahuje 18,60 % bílkovin a 65,99 % vody. Co se týče ryb, tak například losos obsahuje 75,52 % vody, 20,50 % bílkovin a 4,40 % tuku. [12]

Tabulka 2 – Chemické složení čisté svaloviny [13]

Složka	Obsah [%]
Voda	70 – 75 %
Bílkoviny	18 – 22 %
Tuk	2 – 3 %
Minerální látky	1 – 1,5 %
Extraktivní látky dusíkaté	1,7 %
Extraktivní látky bezdusíkaté	0,9 – 1 %

## 2.1 Bílkoviny

Jsou významnou složkou masa jak z nutričního, tak z technologického hlediska. Většinou se jedná o tzv. plnohodnotné bílkoviny, které obsahují všechny esenciální mastné kyseliny. V čisté libové svalové bílkovině je obsaženo 18 – 22 % bílkovin. Bílkoviny se dělí na několik skupin, které vycházejí z rozpustnosti bílkovin ve vodě a solných roztocích. Schopnosti rozpustnosti ve vodě se využívá např. u technologického zpracování masa na mastné výrobky. Bílkoviny jsou děleny na skupiny i podle toho, ve kterých svalových strukturách jsou umístěny. Podle umístění se bílkoviny dělí na sarkoplazmatické, myofibrilární a stromatické. [5]

### 2.1.1 Sarkoplazmatické bílkoviny

Sarkoplazmatické bílkoviny jsou převážně v sarkoplazmatu čili uvnitř svalových buněk. Jsou rozpustné ve vodě i v solných roztocích. Hlavním zástupcem této skupiny je zejména myoglobin a hemoglobin, což jsou červená krevní barviva. Tato hemová barviva způsobují červené zbarvení masa a krve. Při tepelné úpravě patří mezi první, které zdenaturují. Jsou to bílkoviny plnohodnotné a lehce stravitelné. [5]

### 2.1.2 Myofibrilární bílkoviny

Myofibrilární bílkoviny se nacházejí ve vlákních svalových buněk. Rozpustné jsou ve zředěných roztocích solí. Mezi myofibrilární bílkoviny patří myozin, aktin. Mají rozhodující význam pro výrobu salámů, protože vážou největší podíl vody v mase. Jsou zodpovědné za průběh posmrtných změn ve svalech a také jejich kontrakci. [5,14]

Myozin, který se nachází v tlustých filamentech a v tenkých filamentech je hlavní složkou aktinu. Myozin je velmi asymetrická molekula, má protáhlý tvar s kulovitým koncem.

Aktin, který tvoří tenká vlákna je protein, který může existovat ve dvou formách. Spojením aktinu a myozinu vzniká komplex aktomyozin. Ke vzniku komplexu dochází nejčastěji při kontrakci svalů nebo posmrtných pochodech. Při posmrtných změnách dochází k zasunutí tlustých a tenkých filament do sebe a dále k jejich vazbě pomocí hlaviček myozinových molekul, dále přes vápníkové – můstky, iontovými vazbami nebo disulfidovými můstky. [5,14]

### 2.1.3 Stromatické bílkoviny

Stromatické bílkoviny se vyskytují v pojivových tkáních, které představují vaziva, šlachy, kosti, kůže a další. Nalézají se i ve svalové tkáni, kde vytváří různé membrány. Nejsou rozpustné ve studené vodě ani roztocích solí. Tento druh bílkovin je považován za neplnohodnotné bílkoviny, protože nemají všechny esenciální mastné kyseliny. Mezi hlavní zástupce této skupiny patří elastin, keratin nebo kolagen. Elastin je velmi chemicky odolný. Není rozpustný ve vodě, roztocích solí ani ve zředěných kyselinách a zásadách. Elastin také drží pohromadě svalová vlákna. Keratiny se nacházejí ve vlasech, rohovině nebo v kožních produktech. Kolagen se svým složením liší od ostatních bílkovin. Obsahuje nepolární aminokyseliny, především glycin. Neobsahuje cystein a tryptofan, ale má vysoký obsah hydroxyprolinu a prolinu. Jeho složitá struktura se odráží na vlastnostech. [5]

## 2.2 Lipidy

Lipidy jsou v mase zastoupeny estery mastných kyselin. Většina tuku je v tukové tkáni přítomna jako glycerolestery, ale tuk ve svalové tkáni obsahuje i fosfolipidy. Ve fosfolipidech je jedna ze tří hydroxylových skupin glycerolu kombinována s cholinem, etanolaminem, serinem, inositolem nebo glukózou. V plazmatických lipidech je druhá hydroxylová skupina glycerolu esterifikována aldehydem s dlouhým řetězcem místo mastné kyseliny. Ve sfingolipidech je aminoalkohol sfingosin vázán amidovou vazbou na mastnou kyselinu a esterovou vazbou na fosforylcholin. [15]

Mastné kyseliny se v mase vyskytují v několika formách. Většina druhů masa obsahuje podobné podíly nasycených mastných kyselin a mononenasycených mastných kyselin, což z nich dělá jejich důležitý zdroj. Obsah polynenasycených mastných kyselin k nasyceným mastným kyselinám je rozdílný ve vepřovém mase a v mase hovězím. Vepřové maso

obsahuje 1,9 g nasycených mastných kyselin a 0,6 g polynenasycených mastných kyselin. Oproti tomu v hovězím masu je 6,9 g nasycených mastných kyselin a 0,6 g polynenasycených mastných kyselin. [15,16]

Cholesterol patří mezi významné steroly, obsažen je v živočišné tukové tkáni i ve svalovině. Nachází se ve dvou formách. Jako volný cholesterol a ester cholesterolu. Volný cholesterol je primárně spojen s buněčnými a pod buněčnými membránami svalu. Obsah volného cholesterolu je nízký, asi jen 25 % z celkového cholesterolu. Ester cholesterolu, který se nachází v triacylglycerolu a obsah činí přibližně 75 % celkového cholesterolu v tukové tkáni. Obsah cholesterolu v masu není vysoký ve srovnání s jinými potravinami. Například hovězí maso má 60 – 70 mg na 100 g masa. Oproti tomu slepičí vejce má obsah 380 mg cholesterolu na 100 g. [12,15]

Mezi lipidy patří i lipochromy, což jsou barviva rozpustná v tucích. Do skupiny lipochromů řadíme xantofyly, ty se zbarvují žlutě a žlutočervené karoteny. Jsou i tuky, které jsou žluté, bílé nebo nahnědlé. Lipochromní tuky v sobě neukládají karoteny, jedná se o skopový lůj nebo vepřové sádlo, které je bílé a někdy i nažloutlé. Obsah lipochromů závisí na krmivu a zvířeti. [5,8, 17]

Uložení tuků v masu je nerovnoměrné. Má vliv na několik vlastností masa. Jedná se hlavně o křehkost a chuť masa, tyto vlastnosti ovlivňuje intramuskulární tuk. Intramuskulární tuk se nachází mezi buňkami ve formě žilek, které tvoří v masu mramorování. Pokud má maso vyvinuto mramorování, tak je více ceněno než maso libové. Je to právě z důvodu, že toto maso je křehčí a má lepší chuťové vlastnosti. [12]

V masu je obsažen i tuk depotní a ten tvoří samostatnou tukovou tkáň, která se u zvířat tvoří převážně pod kůží a mezi orgány. Depotní tuk je hlavní zásobárna energie. [12]

### 2.3 Extraktivní látky

Extraktivní látky jsou takové látky, které lze extrahovat, vylouhovat vodou během zpracování masa. K extrakci dochází nejvíce při teplotě vody 80 °C. Extraktivní látky uvolněním do vody vytvářejí typickou chuť a vůni masa, ale je nutné nechat maso zrát, jelikož se vytváří během zrání. Mezi dalšími zástupci extraktivních látek můžeme řadit sacharidy, organické fosfáty nebo dusíkaté extraktivní látky. Hovězí maso obsahuje asi 8 % extraktivních látek, drůbeží má vyšší obsah a to 10,4 %. [5]

### 2.3.1 Sacharidy

Nacházejí se v živočišné tkáni v malém množství, přítomen je především glykogen. Při odbourávání glykogenu vniká kyselina mléčná, která vzniká anaerobně. Voda a oxid uhličitý vzniká při aerobním odbourávání glykogenu. Obsah glykogenu je důležitý z technologického hlediska. Při nízkém obsahu glykogenu dochází k mírnému okyselené tkáně a maso se stává málo údrzné. [5]

Glykogen hraje důležitou roli během posmrtných změn v mase. Ve fázi *rigor mortis* dochází k anaerobní glykolýze a vzniká kyselina mléčná. Glykogen se touto reakcí zcela vyčerpá. [13]

Při zrání masa může docházet i k odchylkám. Označovány jsou mezinárodními zkratkami. U vepřového masa je nejčastější jakostní odchylka označována zkratkou PSE (z počátečních písmen anglických slov pale – bledé, soft – měkké, exudative – vodnaté) maso. U hovězího se odchylka označuje DFD (z počátečních písmen anglických slov dark – tmavé, firm – tuhé, dry – suché) maso. Anomálie DFD se vyskytuje hlavně u hovězího masa. Obě tyto odchylky dělají maso nepoužitelné jak pro konzumaci, tak i pro další zpracování a sťažují technologickou výrobu masných výrobků. [13,18,19]

### 2.3.2 Organické fosfáty

Mezi organické fosfáty jsou řazeny nukleotidy, nukleové kyseliny a jejich produkty. Pro přenos energie je zde hlavní článkem ATP (adenosintrifosfát). Při posmrtných změnách dochází k přeměně ATP na látky, jako je adenosinmonofosfát a adenosindifosfát. Dále vzniká kyselina močová, inosin a kyselina inosinová nebo hypoxantin. Vznik meziproductů ATP dává masu některé vlastnosti jako je například chutnost. Pro vznik chutnosti hraje roli hlavně ribosa, inos a kyselina inosinová. [5,13]

## 2.4 Minerální látky

Minerální látky tvoří asi 1 % hmotnosti masa a jsou přítomny ve svalovině v iontové formě. Patří sem sloučeniny draslíku, fosforu, hořčíku, vápníku, zinku a železa. Obsah draslíku je potřebný pro správnou funkci biologických membrán a dále pro správnou činnost svalů. Pro správnou funkci mozku je potřebný fosfor, ten dále s vápníkem napomáhá k růstu kostí a zubů. Hořčík ovlivňuje aktivitu enzymů, jako například enzymu ATPasy (adenosin trifosfatáza) nebo enzymu metabolismu cukrů. Hořčík je i součástí enzymů, pomáhá tělu využívat vitaminy a vytvářet energii z glukosy. Kostní tkáně obsahují vápník, který přechází

do krve a zde plní důležité funkce, jako je správná srážlivost krve nebo sjednocení svalových kontrakcí. Zinek, který je obsažen v mase je pro tělo lépe využitelný než ten pocházející z rostlinných bílkovin. [5]

Tabulka 3 – Obsah minerálních látek ve 100 gramech libového masa [20]

	Hovězí	Vepřové	Kuřecí
Sodík [mg]	63	63	77
Vápník [mg]	5	7	6
Hořčík [mg]	22	24	26
Fosfor [mg]	200	190	160
Železo [mg]	2,7	1,4	0,7
Měď [mg]	0,003	0,05	0,03
Zinek [mg]	4,1	3,3	1,2

U hovězího a kuřecího masa je obsah minerálních látek vyšší v játrech. Například fosforu je v hovězích játrech 380 mg, u kuřecího masa to je 350 mg. V hovězím mase je také více mědi, a to 23,86 mg. [20]

## 2.5 Vitaminy

Maso obsahuje také několik vitaminů a je jejich významným zdrojem. Vitaminy rozlišujeme na dvě skupiny. Skupina vitaminů rozpustných v tucích a druhá skupina vitaminů rozpustná ve vodě. Mezi vitaminy rozpustné v tucích, které jsou v mase, řadíme vitamin A (retinol), D (kalciferol) a E (tokoferol). Mezi vitaminy rozpustné ve vodě, které se nachází v mase, řadíme hlavně vitamin B (B-komplex) a C (kyselina askorbová). Ze skupiny B vitaminů je důležitý hlavně vitamin B<sub>12</sub> (kobalamin), který se vyskytuje pouze v potravinách živočišného původu. Nejvíce vitaminu B je obsaženo v játrech všech druhů zvířat a také v ledvinách. Vitamin C se v mase vyskytuje v malé až zanedbatelné koncentraci. Vyšší obsah tohoto vitaminu je pak pouze v játrech a čerstvé krvi živočichů. Mezi vitaminy rozpustné v tucích řadíme vitamin E, který působí na lidský organismus jako antioxidant. Vitamin A je v tucích rozpustný vitamin, kterého je například v hovězím nebo vepřovém mase velice málo, naopak kuřecí maso má vyšší obsah tohoto vitaminu. Vyskytuje se v játrech a některých vnitřnostech. Vitamin D je důležitý hlavně pro vstřebávání vápníku a

fosforu v organismu člověka. Nejvíce vitamínu D je obsaženo v rybím mase. Do organismu člověka se vitamíny dostávají společně s bílkovinami, to je nutné pro správné vstřebání vitamínů a také pro další využitelnost. [5,8]

Tabulka 4 – Obsah vybraných vitamínů ve 100 gramech syrového masa [20]

	Hovězí	Vepřové	Kuřecí
B <sub>12</sub> (kobalamin) [μg]	2	1	stopové množství
A (retinol) [μg]	stopové množství	stopové množství	11
D (kalciferol) [mg]	0,5	0,5	0,1
E ( tokoferol) [mg]	0,13	0,05	0,15
C (kys. askorbová) [mg]	0	0	0

## 2.6 Voda

Voda je důležitou složkou masa a její poměrná část je v něm obsažena. Obsah vody je u masa závislý na druhu masa a také na obsahu tuku v něm. U hovězího masa je obsah vody 35 – 73 % a u vepřového masa je 30 – 70 %.

V mase se vyskytují dva druhy vody. Jedná se o vodu vázanou a vodu volnou. Voda volná je taková, která samovolně vytéká z masa. Mezi vodu vázanou v mase je řazena voda hydratační, která je vázaná na polární skupiny. Hydratační voda je na polární skupiny vázaná monomolekulárně, což je pravá hydratační voda anebo multimolekulárně. Vázaná voda je také imobilizovaná ve filamentech nebo mezi nimi. Dále může být uzavřená v sarkoplazmatickém prostoru nebo vázaná kapilárně. [9,21]

Voda v mase je významná hlavně pro senzoryckou jakost, ale také pro technologii výroby mastných výrobků. Z nutričního hlediska není zajímavá ani významná. Maso má také schopnost vázat vodu a tím se tato vlastnost stává velice důležitou. Vaznost je důležitá pro jeho zpracování, další výrobu a kvalitu. [9,21]

## 2.7 Cizorodé látky

U masa a dalších částí zvířat je nutno počítat i s přítomností cizorodých látek, které mohou způsobovat zdravotní potíže a tím dochází i ke zdravotní závadnosti masa. Jako cizorodé lze označit látky, které by se neměly vyskytovat v mase. Látky se do masa mohou dostávat například krmivem. Jedná se o insekticidy, pesticidy, polychlorované bifenyly a těžké kovy.

Dostávají se do těla a jsou filtrovány přes játra a ledviny, proto je například rizikovější právě konzumace jater. Přijímané množství cizorodých látek při konzumaci není nějak vysoké, a tak dávka cizorodých látek je pro člověka malá. [22]

### 3 POSMRTNÉ ZMĚNY V MASE

Po usmrcení zvířat dochází ve svalovině k autolýze, což je děj, který přeměňuje nativní svalovou tkáň na maso. Je to soubor enzymových reakcí, které jsou nevratné. Autolýza masa je členěna do tří stádií (fází). Je to posmrtné ztuhnutí, nebo také *rigor mortis*, dále zrání masa a hluboká autolýza. [13]

#### 3.1 *Rigor mortis*

*Rigor mortis*, nebo také posmrtné ztuhnutí je první fází posmrtných změn v mase po porážce. V této fázi dochází ke dvěma hlavním pochodům, a to k odbourávání energetických složek svalové tkáně a její následné okyselování, a s tím spojené změny v konformaci bílkovin. *Rigor mortis* se projevuje tuhnutím masa a ztrátou schopnosti vázat vodu. [13]

Po porážce zvířete a jeho vykrvení dochází k zastavení přívodu kyslíku do tkání a tím dojde k anaerobnímu rozkladu glykogenu na kyselinu mléčnou z ATP, následnému okyselování tkáně a poklesu pH. S klesající hodnotou pH dochází ke snižování koncentrace glykogenu a zpomaluje se resyntéza ATP. Pod určitou koncentrací ATP ve svalech již nedochází k uvolňování aktinu a myozinu. Aktin s myozinem zůstávají vázány k aktomyozinovému komplexu. Navíc s nízkou koncentrací ATP dochází ke ztrátě funkce iontové pumpy a dochází k uvolňování vápenatých iontů ze sarkoplazmatického retikula. Těmito reakcemi dochází ke ztrátě pružnosti svaloviny, dochází k jejímu zpevnění a stává se tuhou. [9,12,23]

Čas, kdy nastává posmrtné ztuhnutí je závislý na počáteční koncentraci glykogenu, teplotě a pH. Dalším faktorem je i druh zvířete. Například u hovězího masa ztuhnutí nastává za 3 – 6 hodin po porážení, úplný *rigor mortis* nastane za 20 hodin a trvá asi 24 – 48 hodin. Rybí maso přechází do fáze *rigor mortis* během několika hodin. [12,13,24]

Maso ve fázi posmrtného ztuhnutí má naprosto nevhodné technologické, kulinární i senzorické vlastnosti. Nedá se využít ani pro další výrobu masných výrobků, protože špatně váže vodu. To má za následek, že při tepelném opracování uvolňuje šťávu a snižuje množství důležitých látek. [13]

### 3.2 Zrání masa

Zrání je druhá fáze autolýzy masa. V této fázi dochází k uvolňování ztuhlosti svalové tkáně a zlepšují se jeho vlastnosti, hlavně sensorické. [13]

Při uvolňování ztuhlosti dochází k postupné degradaci kyseliny mléčné a tím zvyšování pH. Aktinomyozinový komplex se znovu disociuje na aktin a myozin. Maso křehne, vaznost se zvyšuje a zlepšují se sensorické vlastnosti. Štěpí se kolagen. Dochází k tvorbě degradačních produktů, jako jsou peptidy a aminokyseliny, protože se zvyšuje rozpustnost bílkovin. Tím se vytváří typická chuť a aroma masa. [5,13]

Doba zrání masa se odvíjí od druhu a teploty uchovávání. Zrání probíhá neustále. Zrání masa se provádí za chladírenských podmínek, aby se zamezilo mikrobiální kontaminaci. U hovězího masa, které je skladované za chladírenských podmínek, je optimální doba zrání 10 – 14 dní a u vepřové půlky to je 5 – 7 dnů. [13]

### 3.3 Hluboká autolýza

Z fáze zrání přechází maso plynule do fáze hluboké autolýzy, která je u masa nežádoucí. Degradální produkty bílkovin se při hluboké autolýze dále degradují na nižší peptidy, aminokyseliny a jejich rozkladné produkty. Je to například amoniak, sirovodík nebo aminy, které způsobují nepříjemné smyslové vlastnosti masa. Výrazně se rozkládají tuky, což vede k jejich oxidačnímu a hydrolytickému žluknutí. [2,13]

Hluboká autolýza masa je nežádoucí z technologického hlediska, protože vzniká nebezpečí pomnožení mikroorganismů a následnému kažení masa. Maso se tak stává zdravotně nebezpečné pro konzumaci. [2,13]

## 4 VLASTNOSTI MASA

Vlastnosti masa se odvíjejí hlavně od jeho složení. Mezi nejdůležitější vlastnosti řadíme, barvu, vaznost, textura a chuť masa. Vlastnosti masa můžeme rozdělit na fyzikální, smyslové a kulinární. Za fyzikální vlastnosti masa se považují vlastnosti, které lze měřit nebo hodnotit pomocí fyzikálních metod. Převážně se jedná o strukturu, vaznost nebo barvu masa. Za smyslové vlastnosti masa je považována hlavně chuť masa. Kulinární vlastnosti masa ovlivňují samotnou kulinární úpravu a přípravu pokrmů z masa. Řadit sem lze i výživovou hodnotu masa. [5,25]

### 4.1 Fyzikální vlastnosti

#### 4.1.1 Barva

Barva masa je jeden ze znaků, které jsou již na pohled viditelné. Podle barvy spotřebitel posuzuje kvalitu masa i výrobků z něj. Podle barvy masa ho lze rozdělit do skupin – bílá a červená. Barva masa je dána hlavně obsahem hemových barviv. Mezi tato barviva se řadí hemoglobin a myoglobin. Myoglobin je hlavní pigment masa a představuje asi 90 – 95 % hemových barviv. Tato barviva nám o mase také prozradí, jak je maso čerstvé. Mezi bílé maso řadíme rybí a drůbeží maso. Mezi červené maso se řadí hovězí, vepřové nebo zvěřina, skopové a kozí. Při výrobě se barva využívá jako indikátor správného technologického postupu. Pro spotřebitele je barva jedním z vodítek při nákupu masných výrobků.

Informaci o jakosti masa související s barvou udává světlost, která je ovlivněna několika vlivy. Patří sem především obsah hemových barviv, dále pak hodnotu pH a hydratační stav masa. [24,26]

#### **Myoglobin**

Myoglobin slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech. Tvoří ho peptidový řetězec, na kterém je navázána hemová skupina. Má větší afinitu ke kyslíku a tím se liší od hemoglobinu. Obsah myoglobinu ovlivňuje podíl hemoglobinu. Myoglobin je pigment svaloviny, který převládá po porážce a vykrvení zvířete. [2,5,27]

#### **Hemoglobin**

Hemoglobin je globulární bílkovina, která zprostředkovává přenos kyslíku z plic do svalů. Je tvořen ze dvou párů polypeptidového řetězce. Hemoglobin není svalovým barvivem, sice je s myoglobinem velice podobný, ale liší se od něj relativní molekulovou hustotou.

Relativní hustota může být u hemoglobinu až čtyřnásobně větší. Nachází se však v masě v různých koncentracích dle vykrvení zvířete. Dle stupně vykrvení závisí podíl hemoglobinu z obsahu hemových barviv v masě. Celkový obsah hemových barviv je 10 – 30 %. Podíl hemoglobinu závisí také na obsahu myoglobinu. Pokud je obsah myoglobinu nízký, potom je podíl hemoglobinu relativně vysoký. [5,28]

### **Deriváty hemových barviv**

Centrální atom železa, který dokáže vázat různé ligandy pomocí dativní vazby, má za následek vznik derivátů. Mezi tyto deriváty patří oxymyoglobin, který má navázan na centrální atom železa kyslík a je rumělkově červený. Dále pak růžově červený nitroxymyoglobin, který má navázanou molekulu oxidu dusného. Jako třetí derivát je karboxymyoglobin. Ten je třešňově červené barvy a má navázanou molekulu oxidu uhelnatého. Oxidace centrálního atomu železa nastává účinkem vzdušného kyslíku, peroxidu vodíku a jiných oxidačních činidel. Při oxidaci přechází myoglobin na metmyoglobin, to má za následek změnu barvy na šedohnědou. [5]

### **Hodnocení barvy masa**

Barvu masa lze stanovit pomocí některých instrumentálních metod. Jako fyzikální hodnocení barvy se nejčastěji využívá měření remisí, což je světlost nebo jas. Pro toto hodnocení se používá vzorek masa, který je celistvý. Vzorek je měřen pomocí přístrojů na měření odrazu a absorpci světla, jako je např. spektrofotometr. Jelikož je maso translucenční, čili je průsvitné, tak dopadající světlo na jeho povrch se úplně neodrazí. Část dopadajícího světla je absorbováno a rozptýleno. Myoglobin a jeho formy z velké části způsobují absorpci světla. Každá forma myoglobinu má své charakteristické absorpční chování. Jeho rozptyl se odvíjí na způsobu porážení zvířete nebo na jeho stavu před samotným porážením. [20,29,30]

#### **4.1.2 Vaznost**

Jedná se o vlastnost, která je jedna z nejdůležitějších pro technologii masa a masných výrobků. Vaznost je schopnost vázat vodu a tím významně ovlivňuje jakost masných výrobků. Technologicky je tato vlastnost definována jako schopnost udržet vodu. [5,13]

Voda je vázána v masě různými způsoby a také různě pevně. Dle pevnosti vaznosti vody v masě je voda hydratační vázána nejpevněji, dále je voda imobilizována mezi strukturními částmi svaloviny a zbytek vody, která není nikde vázána, je voda volně se pohybující

v prostorech mezi buňkami. Voda z pohledu technologie je rozdělena jen na dva druhy a to vodu volnou nebo vázanou. [5,13]

Na vaznost působí několik vlivů. Jedním z nich je podíl svalové tkáně a podíl plazmatických bílkovin. Další je stádium postmortálních změn. Maso má nejlepší vaznost, když je teplé a vyzrálé. Ve stádiu posmrtného ztuhnutí má maso nejhorší vaznost. Vliv na vaznost má také stupeň rozmělnění, kdy se vaznost zvýší následkem dokonalejšího uvolnění plazmatických bílkovin. Teplota masa má vliv na vaznost, a to pomáhá při technologii výroby. Při nízké teplotě je vaznost masa podporována a naopak. [5,13]

Vaznost ovlivňuje spoustu technologických kroků, jelikož na ní závisí ztráty při výrobě, tepelné opracování nebo skladování. Tato vlastnost se může korigovat, způsobem zacházení s masem nebo přidáním různých přísad. Vaznost můžeme zvýšit přidávkem cizích bílkovin, jako jsou například mléčné nebo vaječné bílkoviny. [5,13]

Přídavek soli a polyfosfátů zvyšuje vaznost masa. V prostředí se zvýšeným množstvím iontů se lépe rozpouští myofibrilární bílkoviny. [5,13]

## 4.2 Smyslové vlastnosti

Smyslové vlastnosti, u masa jsou významné zejména pro sensorické hodnocení masa a pro technologickou výrobu masných výrobků. Konzument je ovlivňován smyslovými vlastnostmi, které mu dávají celkový dojem na masný výrobek. Mezi smyslové vlastnosti je zařazena textura a chuť masa. [9,12,31]

### Texturní vlastnosti masa

Za texturu jsou považovány všechny mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti. Jsou vnímány pomocí dotykových, mechanických nebo zrakových a sluchových receptorů.

Mezi texturní vlastnosti masa patří křehkost, která je považována jako souhrn vlastností struktury, chemického složení a stavu masa. Dále sem patří i měkkost, tuhost, šťavnatost nebo vláknitost. Vláknitost může být jemná nebo hrubá. Pro křehkost je velmi důležité vyzrání masa. V průběhu zrání dochází k uvolnění posmrtné ztuhlosti, následnému uvolňování bílkovin. Uvolněné aromatické bílkoviny zpevňují strukturu masa. Křehkost masa je dána obsahem intramuskulárního tuku, který tvoří v mase mramorování a je důležitý pro křehkost a chuť masa. Křehkost masa nemusí být ovlivněna jen změnami při zrání, ale lze ji určitými postupy napomoci. Můžeme maso zkřehčit pomocí enzymů, máčením v různých lázních jako například v roztocích organických kyselin. [5,9]

Stanovení textury probíhá pomocí instrumentálních metod. Nejčastěji jsou používány testy, při kterých je měřena síla potřebná pro přeříznutí masa nebo kompresní testy založené na stlačování vzorku masa. [9,12,31]

### **Chuť**

Chuť a vůně jsou u masa základní senzorycké znaky. Chuť je nutné u masa hodnotit z hygienických důvodů až po tepelné úpravě. Tepelná úprava by měla být typická pro daný druh masa a výsekovou část. [9]

S chutí jsou úzce spojeny texturní vlastnosti, které ovlivňují celkové vnímání masa. Chuť a vůně se může hodnotit jako typická, výrazná nebo naopak jako netypická, prázdná, nevýrazná. Pokud jsou senzorycké vlastnosti jiné nebo odlišné, může se hodnotit jako cizí, nepříjemná až odporná. Výsledek senzoryckého hodnocení může být ovlivněn i přípravou a tepelnou úpravou masa. Je tedy nutné při přípravě vzorků masa pro senzorycké hodnocení postupovat dle předepsaných podmínek. [9]

## **4.3 Nutriční hodnota**

Výživová hodnota masa je souhrn obsahu živin a energie v mase, míry jejich využitelnosti lidským organismem. Nutriční hodnota tedy vychází z chemického složení masa. (viz. kapitola 2.). [13]

Není pochyb, že význam masa v lidské stravě je důležitý. Maso je zdrojem plnohodnotných bílkovin, což jsou bílkoviny, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Bílkoviny jsou v mase v potřebném a vyváženém poměru. Dále jsou v mase obsaženy minerální látky, které jsou potřebné pro lidský organismus, a to převážně železo, vápník a fosfor. Přítomny v mase jsou i vitaminy, které jsou hlavně hydrofilní ze skupiny B, pak i některé lipofilní. Důležitá je hlavně využitelnost organismem přijatých nutričních faktorů z masa. V případě potravin rostlinného původu je využitelnost mnohem nižší než u potravin živočišného původu. [2]

Tabulka 5 – Nutriční hodnoty pro vybrané druhy masa [16]

	Vepřové	Hovězí	Kuřecí
Energetická hodnota [kcal]	143	234	111
Bílkoviny [g]	21,4	18,7	20,3
Tuk celkově [g]	5,7	17,1	2,7
SFA [g]	1,9	6,9	0,7
MUFA [g]	2,6	7,4	0,8
PUFA [g]	0,6	0,6	0,7

#### 4.4 Kulinární vlastnosti

Mezi kulinární vlastnosti jsou zařazeny hlavně vlastnosti, potřebné při zpracování masa v kuchyni na pokrmy a jídla. Hotová jídla a pokrmy by neměly představovat zdravotní riziko pro spotřebitele. Pokrmy by měly spotřebiteli chutnat, měly by mít i nutriční přínos. Takové jsou cíle kuchyňského zpracování masa. Jelikož se jedná o hotový pokrm, tak mezi kulinární vlastnosti se zahrnují kromě hygienických a technologických, také smyslové nebo výživové vlastnosti. V souvislosti s kulinárními vlastnostmi jsou zavedeny i požadavky, které vedou ke konečné přípravě pokrmu. Je to hlavně časová náročnost a s tím související i pracnost, aby došlo ke konečné tepelné přípravě. Důležitá je i údržnost masa jak v domácnosti, tak i ve stravovacím zařízení. Kulinární vlastnosti masa jsou závislé na druhu jatečného zvíře, jeho věku a plemeni nebo hybridní příslušnosti. [13]

#### 4.5 Technologické vlastnosti

Pro technologii má význam několik vlastností. Potřebný je co největší podíl svalové tkáně v mase, také co největší podíl veškerých bílkovin. Největší podíl plazmatických bílkovin a co možná nejnižší podíl kolagenních. Také co nejlepší vaznost masa, která souvisí se schopností vázat vodu. Dále je žádoucí normální průběh postmortálních změn. Barva masa by měla být typická pro daný druh a s tím související i chuť a vůně bez cizích pachů. Dobrá by měla být stabilita podílu tuku v mase vůči oxidaci. [13]

## 5 TEPELNÁ ÚPRAVA MASA

Maso tepelně opracováváme hlavně z hygienických důvodů. Tato operace má za následek zničení mikroorganismů a enzymů, to vede k lepší údržnosti masa. Zvýšení údržnosti je nejdůležitější cíl při tepelné úpravě masa. Tohoto účinku se docílí použitím dostatečné teploty při přípravě masa, výroby masných výrobků a dalších potravin. Podle vyhlášky je při výrobě tepelně opracovaného masného výrobku nutné, aby byly dostatečně zahřáty všechny části výrobku a tím zajištěna zdravotní nezávadnost. [4,12,25,32,33]

Tepelným opracováním lze maso připravit k přímé spotřebě, ale i vyrábět masné výrobky. Způsoby tepelné úpravy se mohou lišit sdílením tepla nebo přítomností, respektive absencí vody v teplonosném médiu. Rychlost sdílení tepla je také rozdílná. Rychlost ohřevu je závislá na několika podmínkách. Sem můžeme zařadit tvar a velikost ohřívaného tělesa, relativní vlhkost, teplota prostředí a její proudění a také tepelná vodivost masa. Tučnost masa má vliv na dobu ohřevu, maso tučnější se upravuje déle. [25,30,32]

Existují dva způsoby tepelné úpravy masa – mokrý a suchý. Pokud je přítomnost vody nebo vodní páry v uzavřené nádobě při teplotě kolem 100 °C, tak se jedná o mokrý způsob. Naopak v otevřené nádobě s nízkým parciálním tlakem a teplotami nad 100 °C se používá u suchého způsobu. [25,32,33]

### 5.1 Mokrý způsob tepelné úpravy masa

Při mokrému způsobu se využívá pro tepelné opracování masa tepelného média. Nejvíce se jako médium používá voda, ale také pára, mokrý vzduch nebo vývar. K přípravě masa se využívají uzavřené nádoby, například autokláv nebo hrnec s pokličkou. Maso s vysokým obsahem kolagenu je nejlepší upravovat právě mokrým způsobem, ale musí být zajištěno dostatečné množství vody. Pokud je zajištěno dostatečné množství vody, dochází k hydrolýze kolagenu a uvolnění tkáně, zlepšení křehkosti a šťavnatosti masa. Při výrobě převážně většiny masných výrobků se využívá mokrý způsob tepelné úpravy. Tento způsob je využíván i při ohřevu již hotových masných výrobků a pokrmů. Mezi mokré způsoby se řadí například vaření, ohřev, dušení nebo paření. [32]

#### 5.1.1 Vaření

Za vaření se označuje příprava masa ohřevem ve vodě, případně ve vývaru. Teplota varu při vaření je odlišná podle tlaku, při kterém je maso vařeno. Jedná se o základní kulinární

operaci jak doma, tak i v masném průmyslu. Vařit je možné při normálním atmosférickém tlaku nebo za přetlaku a podtlaku. Pokud je vařeno za přetlaku nebo podtlaku, využívá se Papinova hrnce nebo autoklávu. Voda je pro tento způsob úpravy důležitá, jelikož je skrze ni sdíleno teplo konvekcí. Voda jakožto médium má své výhody, ale i nevýhody. Mezi hlavní nevýhody patří vyluhování složek masa, jako je tuk, vitaminy, extraktivní látky do vodní lázně. Cenné látky z nutričního hlediska jsou při vaření ztraceny, a i sensorické vlastnosti masa se zhoršují. Dochází ke ztrátě šťavnatosti a křehkosti. Nevýhodou je i velká spotřeba energie při procesu vaření. Naopak výhodou je snadné udržení teploty při vaření, což odpovídá velké tepelné kapacitě vody. [16,32,34]

Maso je při vaření možné vkládat do studené vody nebo až do vody vroucí. Pokud je maso vloženo do studené vody a poté vařeno, dochází ke zhoršení jeho sensorických vlastností, ale vzniká z něj kvalitní vývar. V druhém případě, pokud je maso vloženo až do vroucí vody, dojde ke sražení povrchové bílkovinné vrstvy, následkem toho se maso stává šťavnatější. [16,32,34]

### 5.1.2 Ohřev

Při ohřevu masa se používá voda jako lázeň, při teplotách nižších, než je její bod varu (kolem 75 °C). Výhodou u kousků masa jsou jejich lepší sensorické vlastnosti, jako je chuť nebo šťavnatost. Ovšem často se tento způsob využívá při ohřevu již uvařeného pokrmu nebo masného výrobku. [32]

### 5.1.3 Dušení

Při dušení se využívají dvě fáze ohřevu. V první fázi je třeba na malém množství tuku při teplotě asi 160 °C maso předsmažit. Vzniká hnědá vrstva na povrchu masa má sensoricky žádoucí vlastnosti. V následující druhé fázi se v uzavřené nádobě maso tepelně upravuje za pomoci vodní páry. Pára vzniká buď přidáním malého množství vody do nádoby, nebo se jedná o kapalinu samovolně vytékající z připravovaného masa. [12,32]

### 5.1.4 Paření

Paření se označuje tím, že se při něm používá vlhká vodní pára, která je kolem celého kusu masa. Konvekce páry, kterou se přenáší teplo je buď přirozená, nebo nucená. Výhoda paření spočívá v menším vyluhu extraktivních látek než například u ohřevu ve vodě. Dále je také při takové přípravě menší spotřeba vody a manipulace s masem je pohodlnější. Je zde i určitá nevýhoda, která spočívá v teplotní nerovnoměrnosti v nádobě, ve které se maso ohřívá.

Páření se využívá již při jatečném opracování zvířat. Dále pak v masném průmyslu při tepelném opracování výrobků. U měkkých salámů je páření závěrečnou fází tepelného opracování a uzení. Co se týče domácí a kulinární úpravy, tak páření lze využít při ohřevu již tepelně opracovaného masa nebo uzeniny. [32,35]

#### 5.1.5 $\Delta T$ ohřev

Pokud opracováváme větší kusy masa, jako je třeba vaření šunky, tak může docházet k nežádoucím změnám. Tato změna vzniká v důsledku malé rychlosti vedení tepla v mase, kdy při dlouhé době ohřevu dojde k velkému přehřívání povrchových vrstev masa. Proti této nežádoucí změně lze využít stupňový ohřev vaření. U stupňového ohřevu teplota vody, ve které maso připravujeme, závisí na teplotě v jádře. Tímto způsobem se udržuje konstantně teplota v jádře a teplota vody. U šunky je teplotní rozdíl asi 10 – 25 °C. [32]

#### 5.1.6 Odporový ohřev

U odporového ohřevu je využíváno elektrické energie. Pokud prochází masem elektrický proud, dochází k jeho přeměně na tepelnou energii. Pro ohřev se používají elektrody, které jsou vyrobeny ze zlata nebo grafitu. Využívá se střídavého proudu o vyšší frekvenci. Nejlépe jsou odporovým ohřevem opracovávány materiály, které jsou rozmělněné nebo tekuté. Jako příklad lze uvést párky, kdy se dílo ohřívá odporovým ohřevem až k denaturační teplotě. [32]

#### 5.1.7 Mikrovlnný ohřev

Mikrovlnný ohřev je velmi často používán k ohřevu již tepelně opracovaných potravin, ale dá se využít i při samotné kulinární úpravě. Výhodou tohoto ohřevu je fakt, že nemá účinky na nutriční hodnotu potravin. Také extraktivní látky jsou v mase zachovány a nedochází k jejich výluhu. Mikrovlnný ohřev je ovšem nerovnoměrný, pokud se nejedná o elektricky homogenní materiál. U větších kusů dochází k malému prohřátí středu a velkému ohřátí okrajů. Nedochází také k vytvoření sensoricky žádoucí hnědé vrstvy na povrchu. Z tohoto důvodu se využívá infračerveného záření ve spojení s mikrovlnným zářením. Mikrovlnné záření prohřeje maso a infračervené způsobí zhnědnutí povrchu. Oproti běžné tepelné úpravě jsou hmotnostní ztráty asi o 3 – 6 % vyšší při mikrovlnném ohřevu. [12,32]

## 5.2 Suché způsoby tepelné úpravy masa

Při úpravě masa suchými způsoby se využívá tzv. suchého tepla. Přenos tepla se děje v neuzavřené nádobě a teplotnosné medium má nízký parciální tlak. V krátkém čase při intenzivním záhřevu dochází rychle k několika změnám z důvodu nízkého parciálního tlaku. Po krátkém čase se vyskytuje hnědé zbarvení na mase, po dalším záhřevu začínají okraje osychat. Pokud bude záhřev příliš dlouhý, dojde až k zuhelnatění. Při záhřevu se také vytváří na povrchu masa krusta. Tato krusta má odpor vůči difuzi vody. Největší význam má u pečení, kdy brání vytékání šťávy z masa. Jako suché způsoby označujeme, pečení, smažení, grilování nebo kontaktní ohřev. [32]

### 5.2.1 Pečení

Pečení probíhá nejčastěji v pečící troubě. Vzduch působí na maso ze všech stran a teplo je přenášeno nucenou nebo přirozenou konvekcí. Tento způsob úpravy je běžná kulinární úprava a v průmyslu se využívá při výrobě hotových pokrmů jako je například sekaná. V jádře výrobku je při pečení dosahováno teploty 65 – 67 °C, aby bylo dosaženo této teploty, musí být použita pro pečení teplota vyšší než 100 °C. Do vnějšího prostředí se intenzivně odpařuje vlhkost, která se nachází na vnější vrstvě masa a dochází tak k jejímu odvodnění. [12,32,36]

### 5.2.2 Grilování

Grilování je způsob tepelné úpravy, kdy dochází k sálání tepla. Jako zdroj tepla lze využít infrazářiče, žhnoucí dřevo nebo dřevěné uhlí. Při grilování dochází i k částečnému pečení, protože teplo je sdíleno hořením splodin a konvekcí přehřátého okolního vzduchu. Typická chuť grilovaného masa se vytváří s hnědou vrstvou na povrchu masa, která je rychle vyvolána sáláním tepla. Ve hmotě masa dochází ke sdílení tepla vedením. Připravovaná potravina může být grilována buď napíchnutá na rožni, nebo volně položena na roštu. Grilovat můžeme jakékoliv maso jatečného zvířete, a to buď celé tělo, nebo jejich části. [12,32]

### 5.2.3 Smažení

U smažení se využívá tuku spolu s teplotním procesem. Rovnoměrný záhřev po celém povrchu masa zde zajišťuje právě vrstva tuku při teplotách nad 100 °C. Nedochozí k místnímu přehřátí, protože tuk má malou tepelnou vodivost a chrání tak maso. [12,32]

Tak jako u dalších druhů tepelné úpravy, i zde dochází ke specifickým změnám v povrchových vrstvách masa. Při 105 °C již začíná v povrchových vrstvách rozkladný proces. Čím je vyšší teplota, tím se tento proces stupňuje. Nepříjemná chuť a vůně se začne projevovat při teplotě nad 135 °C, při zvyšování teploty tyto změny zesilují. Ke zhoršení jakosti masa nebo výrobku dochází při 150 °C. Z těchto důvodů je nutné, aby teplota povrchové vrstvy nepřesáhla teplotu 135 °C a tuk teplotu vyšší než 150 – 180 °C. [12,32]

Na začátku smažení dochází k intenzivnímu odpařování vlhkosti, teplota na vnějších vrstvách nedosáhne 100 °C, stejně tak jako v ostatních vrstvách masa. Důsledkem tepla dochází k uvolňování vlhkosti a její části se vydělují jako masová šťáva. Tato šťáva vzniká při denaturaci bílkovin, kdy dochází ke kontrakci objemu a šťáva odchází s tukem. Difuze vlhkosti je významně zpomalena v okamžiku, kdy se vytvoří krusta na povrchu masa. Dochází ke zvyšování tlaku z důvodu obtížnějšího přechodu vlhkosti přes povrchové vrstvy. Teplota uvnitř masa má v této době kolem 102 – 103 °C. V jádře dochází ke změnám složek jako při vaření, je to z důvodu velkého obsahu vlhkosti v mase. [12,32,34]

Pokud je připravováno maso, jehož perimysium se rozpadá, je možné usmažit maso tak, aniž by došlo ke zhoršení kulinárních vlastností. Většinou se jedná o hovězí maso. Při jeho smažení dochází k destrukci kolagenu v intracelulárním vazivu. Intracelulárního vaziva se v mase nachází až 20 %. K této tepelné úpravě se hodí i vepřové nebo skopové maso, a to téměř všechny jejich části. Intramuskulární vazivo těchto druhů masa je homogenní a díky tomu jsou vhodné ke smažení. [12,32,34]

#### **5.2.4 Krátkodobé smažení**

Používá se malé množství tuku na dně pánve, případně jiné nádoby. Přenos tepla je veden pomocí tuku na pánvi a přenáší se na spodní stranu masa. Konvekce vzduchu po stranách masa není moc významná, nedochází k přehřátí díky tepelným vlastnostem tuku, který je při ohřevu používán. Krátkodobé smažení často předchází dalšímu tepelnému opracování, a tím je dušení. Smažit se dá ovšem i zcela bez tuku, ale je potřeba použít například teflonovou pánev. Smažení bez tuku na teflonové pánvi se říká také pánvové grilování, ale ve své podstatě se již jedná o kontaktní ohřev. [32,34]

#### **5.2.5 Smažení v tukové lázni**

Smažení v tukové lázni, nebo také fritování je způsob tepelné úpravy masa, kdy je smažený kus celý obklopen tukem. Přenos tepla obvykle přirozenou konvekcí. Teplota tukové lázně

se pohybuje mezi 150 – 180 °C. Smažením v tukové lázni se nepřipravuje pouze maso nebo ryby, ale také smažený květák, sýr nebo pokrmy čínské kuchyně. [12,32]

## 6 ZMĚNY V MASE BĚHEM TEPELNÉHO ZÁHŘEVU

Maso je tepelně opracovááno hlavně z důvodu lepší údržnosti, ale i stravitelnosti. Z masa jsou případně vyráběny další výrobky a tím je docíleno zdravotní nezávadnosti a dlouhé údržnosti těchto výrobků. Zvyšování údržnosti se zajišťuje záhřevem, při kterém působí i další vlivy. Při tepelném záhřevu dochází k inaktivaci enzymů a také k oxidaci tuků. To má za následek nižší citlivost tepelně opracovaného masa k oxidaci. Aby bylo dosaženo zdravotní nezávadnosti, je nutné dosáhnout ve všech částech masa teploty nejméně 70 °C po dobu nejméně 10 minut. [4,33]

Během záhřevu se mění složení masa, ale i jeho vlastnosti. Jedná se převážně o fyzikálně-chemické procesy, které se dějí v mase při záhřevu a způsobují významné změny. Ovlivňují prostorové uspořádání jednotlivých složek masa, a to má za následek změnu textury, barvy nebo chuti masa. Většina těchto reakcí se může projevit jako žádoucí nebo nežádoucí změny barvy masa, ale i chuti nebo šťavnatosti. Chutnost masa se dá ovlivnit přidávkem různých látek. Ty se mění i při samotné přípravě masa k přímé konzumaci. V konečném důsledku záhřev masa ovlivňuje celkové konečné vlastnosti připravovaného pokrmu. [33,37]

Co se týče stravitelnosti masa, tak i bílkoviny v syrovém mase jsou stravitelné. Záhřevem je dosaženo jen nepatrného zlepšení stravitelnosti masa. Pokud ovšem maso obsahuje více kolagenu, který se záhřevem převádí na želatinu, tak v tom případě se zvyšuje stravitelnost tohoto masa. Záhřevem může docházet také ke zhoršení stravitelnosti v případě, kdy maso zahříváme dlouho, a to při teplotách nad 100 °C. [33]

### 6.1 Denaturace bílkovin

Tepelný záhřev způsobuje v mase významné změny v prostorovém uspořádání. V tomto důsledku se mění i přirozené prostorové uspořádání bílkovin, a ty denaturují. Struktura bílkovin se mění v důsledku pohybu peptidových řetězců a uvolňujících se vodíkových můstků. Naopak vazby mezi karbonyly a aminokyselinami se nějak vážně neporušují. Disulfidové můstky cystinu jsou také zachovány. Záhřevem se vodíkové můstky rozruší a po vychladnutí se opět vytvoří, ale mají jinou orientaci. Bílkovinná struktura je tedy porušena. Pro denaturaci je nutná přítomnost vody, aby se uvolnily vodíkové můstky. Pokud bychom použily záhřev bez vody, denaturace nedosáhneme ani při teplotě nad 100 °C. [33]

Podle počtu rozrušených vodíkových můstků je možné rozlišit stupeň denaturace. Mezi peptidovými řetězci v molekule bílkoviny se tvoří nová vazebná místa. Důsledkem je blokáce polárních skupin, a to vede ke snížení počtu hydrofilních center. V blízkosti polárních skupin je silný pokles stabilizujícího účinku hydratační vrstvy. To je způsobeno zmenšením hydratace, kvůli zvýšení hydrofobních vlastností a zároveň zmenšení hydrofilních vlastností. [33]

Po samotné denaturaci bílkovinných molekul dochází ke shlukování těchto molekul do větších útvarů. Tento děj se nazývá agregace. Útvary, které vznikají, jsou závislé na koncentraci roztoků, ve kterých se tvoří. Vločky se vytváří v málo koncentrovaných roztocích, a naopak v koncentrovaných roztocích vzniká struktura gelu. Pokud je gel vystaven dalšímu záhřevu, dochází k jeho zahuštění. Denurací také dochází ke zvýšení citlivosti globulárních bílkovin. Ty jsou citlivé vůči proteolytickým enzymům. Denurací hemových barviv dochází ke změně barvy. [21]

U stromatických bílkovin dochází k nejvýznamnější denaturaci u kolagenu. Kolagen se začíná smršťovat při teplotě 56 – 60 °C a zvýší se tím i jeho pevnost. K denuraci kolagenních struktur dochází v případě, že se kolagen zahřívá na teplotu 80 °C delší dobu a je přítomná voda, v takovém případě dochází ke vzniku želatiny z kolagenu. Kolagen nabobtnává a měkne, pokud je přítomna voda a je zahříván mezi 50 – 70 °C. Zvětšuje se šířka strukturních vláken kolagenu, ale jejich délka se zkracuje až o 60 %. Čím déle je kolagen zahříván, tím lépe je pro nás stravitelným. Rozpustnost kolagenu se může zřetelně lišit dle toho, o jaký sval se jedná, nebo jak staré je maso. [21,37]

Glutin je polydisperzní produkt, který vzniká desagregací kolagenu za při tepelné záhřevu. Kolagen spojují peptidové řetězce a v něm se při desagregaci rozpadají iontové a vodíkové vazby. Glutin začíná bobtnat ve vodě už při 40 °C a je také rozpustný ve vodě. Glutin je velmi dobře stravitelný, protože jej jednoduše štěpí proteasy. [21]

Elastin a keratin patří mezi bílkoviny, které se záhřevem, ani dlouhodobým vařením nijak zásadně nemění. Změny se začínají dít až při teplotách přes 150 °C, kdy se keratin rozpadá a vzniká z něj například sulfan a další látky. [21,38]

## 6.2 Změny konzistence masa

Reologické vlastnosti masa čili i textura je závislá na změnách různých bílkovin ve svalech masa. Tyto vlastnosti jsou ovlivněny hlavně množstvím a strukturou kolagenu, dále jsou závislé na morfologické stavbě masných tkání, biologickém stavu masa. [37]

Textura se mění hlavně při tepelném záhřevu masa. Zahřátím masa na teplotu 40 – 50 °C dochází k denaturaci myozinu. To má za následek zvýšení tvrdosti masa, což souvisí právě s denaturací myofibrilárních bílkovin. Při teplotě 60 – 75 °C maso dále tuhne následkem smršťování kolagenu. Pokud je maso dále zahříváno až na teplotu 90 °C, tak dochází k želatinizaci kolagenu v důsledku dalšího smršťování a dehydratace. [37]

Změna konzistence masa je závislá také na zastoupení skupin bílkovin, protože každá skupina se chová při tepelném záhřevu jinak. Při teplotě nad 75 °C denaturují myofibrilární bílkoviny a ty tuhnou. Konzistence masa je pak tvrdší, ale i křehčí. Denaturace sarkoplazmatických bílkovin nijak nezpůsobuje samotné tuhnutí masa. Denaturují při teplotě 40 – 60 °C a napomáhají tvorbě gelu. Vzhledem ke změnám konzistence masa je nejdůležitější složkou kolagen. Kolagen způsobuje změnu křehkosti masa tím, že svalová vlákna se za přítomnosti vody uvolňují. Míra křehkosti, respektive uvolnění svalových vláken je závislé hlavně na věku zvířete. Více pojivové tkáně mají starší zvířata, a proto dochází k uvolnění tkáně až později. Pokud má maso vysoký obsah vaziva, tepelným záhřevem tvrdne. Naopak maso s menším obsahem vaziva je po tepelném záhřevu měkčí. [38]

Rozdíl v konzistenci masa je jiný, pokud se jedná o libové maso nebo maso s vyšším obsahem vaziv. V případě libového masa dochází tepelným záhřevem k tomu, že je tužší, protože svalové bílkoviny koagulují. Pokud má maso vysoký obsah vaziv, tak v důsledku rozpadu kolagenu křehne. [38]

## 6.3 Změny tuků v mase

V mase je přirozeně přítomen i tuk, který se při tepelném záhřevu významně mění. Již při teplotě kolem 20 °C začíná tuk tát. Velká část tuku přechází do kapalného stavu při teplotě asi 26 °C. Tuk je úplně roztaven při záhřevu na 60 °C. Koloidní systémy se záhřevem začínají porušovat a tuk po roztátí začíná tvořit spojitou fázi. Tomuto ději se říká koalescence. Takový tuk může začít vytékat, pokud by došlo k poškození tukových buněk. [38,39]

Bez přítomnosti vody při záhřevu se dějí procesy polymerace, dále oxidativní změny a v neposlední řadě tuk tmavne. Pokud je při záhřevu přítomna voda, dochází k hydrolytickému rozkladu lipidů. Hydrolýza triacylglycerolů se urychluje až při teplotě záhřevu nad 100 °C. [38]

#### 6.4 Změny enzymů v mase

V mase je několik aktivních enzymů a tepelným záhřevem ovlivňujeme jejich aktivitu. Stabilita enzymů při záhřevu je u každého enzymu velice rozdílná. Například při záhřevu hovězího masa dochází ke změně proteolytické aktivity až při záhřevu nad 60 °C. Tato aktivita nejvíce klesá při teplotě 60 – 70 °C. [38]

#### 6.5 Změny barvy masa

Barva masa se při tepelném záhřevu výrazně mění a ovlivňuje celkové vnímání masa po kulinární úpravě. Syrové maso má světle růžovou nebo červenou barvu, ta závisí hlavně na druhu a složení masa. Nejvýraznější změny barvy se dosáhne při ohřevu pomocí suchého tepla, naopak při vaření není změna barvy tak razantní. [12]

Na změně barvy se nejvíce podílejí hemová barviva. Myoglobin začíná denaturovat asi při 60 °C, a je odpovědný za změnu barvy z červené na šedohnědou. Tato změna nastává, pokud nejsou použity dusitany. To odpovídá změně ze syrového masa na uvařené. Indukovaná změna barvy také závisí na oxidačním stavu myoglobinu před samotným vařením masa. [12]

Dusitany se používají pro lepší a přirozenější barvu masa. Ovšem i když nejsou použity, tak maso může mít někdy při tepelné úpravě červený střed. To může být důsledek chemické reakce dusičnanů, které jsou například v koření. Reakcí amoniaku v mase může vznikat růžový odstín, který je závislý na hodnotě pH. Růžový odstín je intenzivnější při vyšších hodnotách pH. Při zvyšování teploty nad 80 °C je odstín stále stabilní. [38]

Vliv na barvu masa má i Maillardova reakce, což je neenzymatická reakce, která způsobuje hnědnutí masa. Jedná se o reakci mezi aminokyselinami a redukujícími cukry, dochází k rozkladu a oxidaci lipidových složek. Tato reakce začíná při 90 °C a s rostoucí teplotou a dobou záhřevu se urychluje. Důležitý vliv na tuto reakci má i pH. Při Maillardově reakci mohou vznikat prospěšné, ale i toxické sloučeniny. [12,38]

## 6.6 Změna chuti a vůně

Syrové maso nemá skoro žádnou vůni a má krvavou chuť. Je ale rezervoárem sloučenin, které slouží jako prekurzory vůně a chuti. Chuť tedy pak závisí na množství těchto prekurzorových sloučenin. Záhřevem masa dochází ke změnám látek v mase, které tak ovlivňují jeho chuť a aroma. Chuť je ovlivněna oxidací tuků a Maillardovou reakcí, aroma vzniká za pomoci sirných sloučenin. [18,24]

Tepelná úprava má za následek vývoj Maillardovy reakce a vznik produktů z aminokyselin, a redukujících cukrů. Nejčastější aminokyseliny v této reakci jsou cystein, methyoinin a glutathion. Reakce má vliv jak na chuť, tak i vůni zpracovaného masa. Mezi látky způsobující chuť masa můžeme zahrnout thiamin, nuklotidy a další aminosloučeniny, jako je například keratin, karnosin a kreatiny. Při zahřívání cysteinu dochází k jeho rozkladu na acetaldehyd, sirovodík a amoniak. Ten může dále reagovat s karbonyly, které se získají z rozkladu cukrů a tím se získají heterocyklické těkavé sloučeniny obsahující síru. Při štěpení sirných sloučenin vznikají látky, které způsobují příjemnou vůni masa. Sulfan vzniká při rozkladu glutathionu, ale přidávkem dusitanů lze jeho tvorbu snížit. Pro vůni masa mají význam thiazoly a thyofeny. U masa smaženého nebo pečeného jsou deriváty pyrazinu důležité pro vznik vůně. [18,38]

Tepelné zpracování masa může mít i negativní následky na chuť a vůni masa. Pokud je maso připravováno v prostředí o malé vlhkosti, dochází k vysychání vnějších vrstev a vytváří se křusta. Ta je tvořena převážně z bílkovin a solí, má nahořklou chuť a žlutohnědé zbarvení. Toto zbarvení je tvořeno z masové šťávy a roztaveného tuku. [38,40]

Za původce nepříjemného pachu i chuti řadíme oxidační produkty mastných kyselin, které vznikají při opětovném ohřívání již tepelně opracovaného masa, které bylo ochlazené. Je to důsledek toho, že tepelně opracované maso je náchylnější k oxidaci, než syrové. Nejnáchylnější k oxidaci je hovězí maso, naopak nejméně náchylné je rybí. Rozsah oxidace závisí na složení fosforečnanů, iontů kovů, kyslíku a dalších prooxidantů. Míra oxidace masa přímo souvisí se stupněm nenasycení PUFA (polynenasycené mastné kyseliny), dále dostupností antioxidantů a expozicí kyslíku. Reakce je katalyzována ionty kovů v mase. Ionty železa jsou uvolněny z myoglobinu při záhřevu a dochází k autooxidaci mastných kyselin. Touto reakcí vznikají aldehydy a ketony, případně jejich produkty. Tyto negativní vlastnosti vznikají převážně u masa, které je připraveno mokřím způsobem. [38,40]

## 6.7 Vznik toxických látek

Při tepelném opracování masa může docházet ke vzniku jedovatých látek. Mezi toxické látky patří heterocyklické aromatické aminy (HAA). Jsou to mutagenní látky, které mohou způsobit neočekávanou syntézu DNA (deoxyribonukleová kyselina). Jsou to i karcinogenní látky a způsobují rakoviny. HAA se vytváří při dlouhodobém vaření potravin s vysokým obsahem proteinů, kam patří i maso. HAA vznikají u několika způsobů kulinární úpravy masa, kdy se používá vysokých teplot, které napomáhají vzniku heterocyklických aromatických amidů. Jedná se hlavně o pečení, grilování nebo smažení. [41]

Sloučeniny HAA se dělí na dvě skupiny podle jejich formačních reakcí. První skupina jsou termické HAA, které vznikají v rozmezí teplot 100 až 300 °C. Druhá skupina jsou pyrolytické HAA, ty se tvoří pyrolýzou aminokyselin při teplotě 300 °C. Vznik HAA ovlivňuje několik faktorů, jako je druh a doba vaření, druh masa, hodnota pH, obsah lipidů, koncentrace aminokyselin nebo množství kreatinu a kreatininu. [41]

Dále se HAA dělí na polární a nepolární typy. Polární skupina je složena převážně z imidazochinolinu a vytváří se imidazoquinoxalinové a imidazopyridinové typy z uhlohydrátů, aminokyselin a kreatinu. Děje se tak při teplotě 150 – 250 °C. Druhá, nepolární skupina se vytváří dipiridoimidazolu nebo piridoindolové skupiny za pyrolýzy aminokyselin při teplotách vyšších než 250 °C. [41]

Množství tuku v mase má výrazný vliv na tvorbu HAA a v masu bohatém na tuk je menší koncentrace HAA než v libovém mase. Také účinek aminokyselin, bílkovin nebo cukru jako prekurzorů tvorby těchto látek se snižuje v tučném mase. Důvodem je i to, že v tučném mase je lepší přenos tepla a celková doba přípravy masa je tak kratší než u masa libového. [41]

## 7 MOŽNOSTI SLEDOVÁNÍ ZMĚN V MASE

Při tepelném záhřevu masa se v něm odehrává mnoho změn a mění se tak jeho vlastnosti. Některé změny jsou pozorovatelné pouhým okem a pro některé je potřeba mít techniku. Sledování a měření změn v mase je důležité pro kvalitu samotného masa, ale i při výrobě masných výrobků.

### 7.1 Měření textury masa

Důležité při měření textury masa je vybrat správnou metodu. Při hodnocení celkové textury masa a zejména podílu pojivové tkáně se využívají testy, které měří adhézní sílu mezi jednotlivými vlákny. Dále se měří maximální smyková síla, počáteční odpor a komprese. Tyto faktory korelují s texturou masa. [12]

Například maso starších zvířat vykazuje při měření zvýšenou adhézní sílu a sníženou rozpustnost kolagenu. Maso těchto zvířat je tedy tvrdší, ovšem na tvrdosti masa závisí další faktory, jako je orientace vláken masa ve vzorku a jejich velikost, dále teplota a druh úpravy a podíl pojivové tkáně. [12]

Kompresní testy lze použít k určení relativního podílu každého vlákna a spojovací tkáně, které mají vliv na texturu. Pomocí těchto testů jde spíše zjistit rozdíly v textuře masa mezi plemeny jatečných zvířat. [12]

Při tepelné úpravě je možné měřit i želatinizaci masa. Protože počáteční tepelné smrštění endomysia během vaření způsobuje expulzi tekutiny ze svalových vláken (myofibrum). Pozdější želatinizace perimysia, což je obalová vrstva svalových vláken způsobuje charakteristickou strukturu vařeného masa. Pro sledování průběhu želatinizace kolagenu lze použít ztrátu jeho dvojlomu. [42]

### 7.2 Měření barvy masa

Barva je jedním z důležitých smyslových aspektů. Ať je jedná o barvu masa jako takového nebo o barvu hotového tepelně opracovaného masného výrobku. [20]

Barva může být založena na kvalifikaci různých forem myoglobinu, což nám umožňuje hodnocení chemických změn, které barvu ovlivňují. Měření barvy u syrového masa obecně zahrnuje analýzu celkové koncentrace myoglobinu nebo poměry jeho redoxních forem. Pokud je zkoumána barva naplátkovaného masa, k měření je využívána technika povrchové odrazivosti za použití spektrofotometru. Mleté maso je měřeno stejným způsobem v případě,

že je prováděna pouze povrchová analýza. Častěji se ovšem používá metoda homogenizace za použití vhodného pufru, kdy se po homogenizaci zfiltruje vodná fáze a extrakt je analyzovaný spektrofotometrickou absorpcí světla. Každá redoxní forma myoglobinu jako je například oxymyoglobin má charakteristické absorpční chování napříč viditelným spektrem. Všechny formy při stejné koncentraci absorbují stejné množství světla při vlnové délce 525 nm a tato vlnová délka je tak označována jako isosbestický bod (průsečík spekter) pro celkový myoglobin. [20]

### 7.3 Měření vůně a aroma

Syrové maso má slabou vůni. Charakteristické aroma masa vzniká až při jeho tepelném opracování. Toto aroma je výsledkem různých reakcí, ke kterým dochází právě při tepelné úpravě a vzniká mnoho těkavých látek. Konkrétně to jsou pyraziny, aldehydy, alkoholy, piperidiny a sloučeniny obsahující síru. Pro měření těkavých produktů se používají chemické metody. Nejpoužívanější separační metodou je chromatografie. Mobilní fáze, což je nejčastěji plyn nebo kapalina, přenáší vzorek kolonou naplněnou materiálem, který drží stacionární fázi. Rozdělení vzorku na mobilní a stacionární fázi má za následek různou rychlost eluce pro chemické sloučeniny ve vzorku. Detektor převádí výsledky měření do píků v grafu a podle retenčních časů a výšek píků mohou být identifikovány typy přítomných těkavých látek. [24]

Plynová chromatografie v kombinaci s hmotnostní spektrometrií se používá pro detekování těkavých látek v mase. Zkoumá těkavé látky, které vznikají při pečení vedlejších produktů konkrétně u zpracování drůbeže. Jsou to páteřní kosti, prsní kosti nebo kůže. Mezi těkavé látky zde patří aldehydy, ketony, alkoholy, uhlovodíky, estery a sloučeniny obsahující dusík a síru. [24]

## ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši zabývající se změnami masa, které se dějí při tepelném opracování. Pozornost byla také věnována chemickému složení masa a jeho vlastnostem. Popsány jsou vlastnosti, které jsou využívány při výrobě masných výrobků a s tím související způsoby kulinární úpravy masa. Část práce je věnována i senzorickým vlastnostem, které se významně mění vlivem kulinárních úprav a také pohled na maso z výživového hlediska. V neposlední řadě jsou popsány metody pro sledování změn, které nastávají při tepelném záhřevu.

Během záhřevu se mění hlavní složky masa, jako jsou bílkoviny, které denaturují a ovlivňují tak nutriční i technologické vlastnosti, jako je textura masa. Působením teploty se mění i tuk, který začíná tát při velmi nízké teplotě. Vznikají těkavé látky, které způsobují typickou chuť a vůni masa. Záhřevem dochází ke změně barvy masa, případně nastává Maillardova reakce, která má na barvu vliv a ovlivňuje i chuť masa. V neposlední řadě můžou vznikat toxické látky v mase.

Maso tepelně opracováváme hlavně z důvodu hygieny, zdravotní nezávadnosti, ale i z hlediska senzorických vlastností. Pro přípravu masa samotného nebo pokrmů z něj, je možné využít široké spektrum způsobů. Mezi základní způsoby patří vaření, pečení, smažení nebo grilování.

Každý z výše uvedených způsobů má samozřejmě nějaké výhody a nevýhody. U vaření je výhodou, dle postupu možnost připravit buď kvalitní vývar, nebo šťavnaté maso. Nevýhodou je například extrakce látek do vody. Při pečení je nevýhodou vysoušení masa, ale jedná se o univerzální způsob přípravy masa. Smažení masa je jedna z nejrychlejších kulinárních úprav, ale při delším opracovávání dochází ke vzniku nepříjemné chuti i vůně. Grilování dodává masu typickou chuť, ale vznikají i toxické látky během spalování uhlí nebo dřeva.

Během záhřevu je možné sledovat několik změn. Jedná se o barvu, texturu, vznik aromatických a toxických látek. Nejlépe lze sledovat změnu barvy, která se mění v závislosti na obsahu barviv. Změny barvy lze sledovat například i při Maillardově reakci. Barva a její změna v mase se měří pomocí spektrofotometrie. Měřit je možné texturu masa, ale je důležité vybrat správnou metodu. Nejčastěji se měří adhézní síla vláken nebo komprese. Sledovat lze i změnu chuti a aroma masa. Aroma a chuť je soubor těkavých látek, které jsou měřeny pomocí chemických metod. Nejpoužívanější metoda je chromatografie.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

1. LAWRIE, R. A. a D. A. LEDWARD. *Lawrie's meat science*. 7th ed. Cambridge: Woodhead Publ., 2006. Woodhead publishing in food science and technology. ISBN 978-1-84569-159-2.
2. STEINHAUSER, L., *Hygiena a technologie masa*. Brno: LAST, 1995. ISBN 80-900260-4-4.
3. ČTK. ČSÚ: Spotřeba masa loni vzrostla o 2,1 kilogramu na osobu. *České noviny* [online]. 2019, 2. 12. 2019, [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/csu-spotreba-masa-loni-vzrostla-o-2-1-kilogramu-na-osobu/1827534>.
4. ČESKO. Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich - znění od 1. 8. 2016. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 28. 2. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69/zneni-20160801?porov=0#f5759158>.
5. PIPEK, P., *Základy technologie masa*. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska, 1998, ISBN 8072310100.
6. LOUDA, F. a kol., *Chov skotu*. Česká zemědělská univerzita v Praze a ISV Praha, 1999.
7. KAM, Produkce a spotřeba masa v regionech světa v roce 2018. *Maso.cz* [online]. 2019, 9. 9. 2019 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.maso.cz/produkce-a-spotreba-masa-v-regionech-sveta-v-roce-2018/>.
8. STEINHAUSER, L., *Produkce masa*, Tišnov: Last, 2000. ISBN 80-900260-7-9.
9. INGR, I., *Technologie masa*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996. ISBN 80-7157-193-8.
10. NEPHRON., *Skeletal striated muscle*. In: *Wikimedia Commons* [online]. 2013, 20. 10. 2013 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Skeletal\\_striated\\_muscle.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Skeletal_striated_muscle.jpg).
11. MESISAM., *Muscle Tissue Smooth*. In: *Wikimedia Commons* [online]. 2018, 23. 6. 2018 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Muscle\\_Tissue\\_Smooth\\_\(41894249131\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Muscle_Tissue_Smooth_(41894249131).jpg)
12. DIKEMAN, M. a C. DEVINE., *Encyclopedia of Meat Sciences (2nd Edition)* [online]. 2nd ed. Elsevier, 2014 [cit. 2020-03-12]. ISBN 978-1-68015-340-8. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpEMSE0003/encyclopedia-meat-sciences/encyclopedia-meat-sciences>

13. INGR, I., *Produkce a zpracování masa*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-510-2.
14. LINDEN, G. a D. LORIENT. *New Ingredients in Food Processing: 7.2.1 Myofibril and Sarcoplasma Proteins* [online]. 1. Woodhead Publishing, 1999 [cit. 2020-03-12]. ISBN 978-1-85-573654-2. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpNIFP0004/new-ingredients-in-food/new-ingredients-in-food>
15. CHRISTINE, W. a J. BUTTRISS. *Improving the Fat Content of Foods* [online]. 1. Woodhead Publishing, 2006 [cit. 2020-05-18]. ISBN 978-1-84-569107-3. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpIFCF0001/improving-fat-content/improving-fat-content>
16. PURSLOW, Peter P. *New Aspects of Meat Quality - From Genes to Ethics* [online]. 1. Elsevier, 2017 [cit. 2020-04-30]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpNAMQFGEH/new-aspects-meat-quality/new-aspects-meat-quality>.
17. BRÁT, J. *Tuky a oleje*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, 2014. Jak poznáme kvalitu? ISBN 978-80-88019-00-8.
18. KERRY, J. P. a D. LEWARD. *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat* [online]. 1. Woodhead Publishing, 2009 [cit. 2020-05-08]. ISBN 978-1-84-569543-9. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpISNQFM03/improving-sensory-nutritional/improving-sensory-nutritional>
19. BHUMIA, A. K., S. MOON a CH. R. TAITT. *High Throughput Screening for Food Safety Assessment - Biosensor Technologies, Hyperspectral Imaging and Practical Applications* [online]. 1. Elsevier, 2015 [cit. 2020-05-13]. ISBN 978-0-85709-807-8. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHTSFSAB1/high-throughput-screening/high-throughput-screening>
20. TOLDRÁ, F. *Lawrie's Meat Science (8th Edition)* [online]. 8th ed. Elsevier, 2017 [cit. 2020-05-08]. ISBN 978-0-08-100697-9. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpLMSE0011/lawries-meat-science/lawries-meat-science>
21. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-866-5900-3.
22. PIPEK, P., *Technologie masa I*. Vyd. 4. Praha, 1995.
23. SKIBSTED, L. H., J. RISBO a M. L. ANDERSEN. *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages: 15.3 The Rigor mortis Process page* [online]. 1. Woodhead Publishing, 2010 [cit. 2020-05-18]. ISBN 978-1-84-569926-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCDPIFB02/chemical-deterioration/chemical-deterioration>.

24. NOLET, Leo M. L. *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality (2nd Edition): 3.3 Color* [online]. 2nd ed. John Wiley, 2012 [cit. 2020-05-05]. ISBN 978-1-5231-1076-6. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHMPSQE02/handbook-meat-poultry/handbook-meat-poultry>
25. KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDRICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-051-4.
26. ŠIMEK, J., STEINHAUSER, L., *Barva masa*. *Maso*, 12, 2001, ISSN 1210-4086.
27. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
28. DAINTITH, J. a E. MARTIN. *Dictionary of Science (6th Edition)* [online]. 6th ed. Oxford University Press, 2010 [cit. 2020-04-20]. ISBN 978-1-61583-540-9. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpDSE00001/dictionary-science-6th/dictionary-science-6th>
29. MUSILOVÁ, H., DVOŘÁK, P., ŠVARCOVÁ, I.: *Objektivní měření barvy masa*. *Maso*, 1, 2001.
30. INGR, I. a kol.: *Hodnocení živočišné výroby*, VŠZ Brno, 1993.
31. ČSN 110 36: *Senzorická analýza - Metodologie - Profil textury*. Česká republika, 1997.
32. PIPEK, P., *Technologie masa II*. Praha: VŠCHT, 1992, 1 sv. (různé stránkování). ISBN 8070801433.
33. INGR, I., *Produkce a zpracování masa*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-719-7.
34. AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC. *2018 ASHRAE Handbook - Refrigeration (I-P Edition): 31.4.1.3 Cooking Techniques page* [online]. I-P ed. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE), 2018 [cit. 2020-05-18]. ISBN 978-1-5231-2138-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpASHRAES3/ashrae-handbook-refrigeration/ashrae-handbook-refrigeration>
35. FEINER, G. *Meat Products Handbook - Practical Science and Technology: 8.4.7 Cooking with Moisture (Steam or Water)* [online]. Woodhead Publishing, 2006 [cit. 2020-05-18]. ISBN 978-1-84-569172-1. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMHPST0H/meat-products-handbook/meat-products-handbook>

36. BHATTACHARYA, S. *Conventional and Advanced Food Processing Technologies: 10.2.9 Roasting of Meat* [online]. John Wiley, 2015 [cit. 2020-05-13]. ISBN 978-1-5231-1132-9. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCAFPT002/conventional-advanced/conventional-advanced>
37. JENSEN, WERNER K., C. DEVINE a M. DIKEMAN. *Encyclopedia of meat sciences*. Oxford [England]: Elsevier, 2004. ISBN 0-12-464970-x.
38. PIPEK, P. *Technologie masa II*. 2. vyd. Praha: 1994. 303 s.
39. MARANGONI, A. G. *Structure-Function Analysis of Edible Fats (2nd Edition)* [online]. 2nd ed. AOCS Press, 2018 [cit. 2020-05-02]. ISBN 978-0-1281-4042-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpSFAEFE02/structure-function-analysis/structure-function-analysis>
40. HERMANDEZ, E. M. a A. KAMAL-ELDIN. *Processing and Nutrition of Fats and Oils: 9.2.1 Oxidation of Food Lipids* [online]. John Wiley, 2013 [cit. 2020-05-18]. ISBN 978-1-5231-1102-2. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPNFO0002/processing-nutrition/processing-nutrition>
41. BARZEGAR, F., M. KAMANKESH a A. MOHAMMADI. *Heterocyclic aromatic amines in cooked food: A review on formation, health risk-toxicology and their analytical techniques*. *Food Chemistry*. 2019, **280**, 240-254. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.12.058. ISSN 03088146. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814618321629>
42. KERRY, J., J. KERRY a D. LEDWARD. *Meat Processing - Improving Quality: 10.13 Measuring Changes During Cooking* [online]. Woodhead Publishing, 2002 [cit. 2020-05-07]. ISBN 978-1-85-573666-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMPIQ0001/meat-processing-improving/meat-processing-improving>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ATP	adenosintrifosfát
ATPasa	adenosin trifosfatáza
DFD	dark – tmavé, firm – tuhé, dry – suché
DNA	deoxyribonukleová kyselina
HAA	heterocyklické aromatické amidy
kcal	kilokalorie
MUFA	mononenasycené mastné kyseliny
PSE	pale – bledé, soft – měkké, exudative – vodnaté
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
SFA	nasycené mastné kyseliny

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Příčně pruhovaná svalovina pod mikroskopem [10].....11

Obrázek 2 – Hladká svalovina pod mikroskopem [11] .....12

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Spotřeba masa v Česku v letech 2014 – 2018 v kg na osobu na rok [3]	10
Tabulka 2 – Chemické složení čisté svaloviny [13] .....	14
Tabulka 3 – Obsah minerálních látek ve 100 gramech libového masa [20].....	18
Tabulka 4 – Obsah vybraných vitaminů ve 100 gramech syrového masa [20] .....	19
Tabulka 5 – Nutriční hodnoty pro vybrané druhy masa [16] .....	27