

# **Vliv grilování na reologické vlastnosti masa**

## **Influence of Grilling on the Rheological Properties of Meat**

Bc. Monika Hudečková

---

Diplomová práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Monika HUDEČKOVÁ**  
Osobní číslo: **T10511**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Vliv grilování na reologické vlastnosti masa.**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část:

1. Zpracování literární rešerše k problematice definice masa, jeho chemického složení, technologických a kulinářských vlastností a výživové hodnoty
2. Zaměřit se na reologické vlastnosti masa a vlivy působící na vlastnosti masa

### II. Praktická část:

1. Provést zkoumání a analýzu reologických vlastností různých druhů mas a způsobů jejich kulinářských úprav
2. Zpracování a vyhodnocení získaných dat
3. Vypracování závěrů a doporučení

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. PIPEK, P. Technologie masa I. VŠCHT, Praha, 1995, 334 s. ISBN 80-7080-174-3
2. PIPEK, P. Technologie masa II. VŠCHT, Praha, 1998, 348 s. ISBN 80-7192-283-8
3. STEINHAUSER, L. a kol. Produkce masa. LAST, Tišnov, 2000, 464 s. ISBN 80-900260-7-9
4. SEDLÁČKOVÁ, H. Technologie přípravy pokrmů. Fortuna, Praha, 2008, 88 s. ISBN 978-80-7373-032-1
5. LORENZ, J., LORENZOVÁ, P. Pečení, uzení, grilování ryb a masa. Ottovo nakladatelství, s.r.o., Praha, 2007, 152 s. ISBN 978-80-7360-483-7

Vedoucí diplomové práce:

**prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.**

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce:

**6. ledna 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: **Hudečková Monika**

Obor: **Technologie, hygiena a ekonomika  
výroby potravin**

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně ..... 25. 2012

.....  
**Hudečková Monika**

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

- (1) Vysoká škola nevydělčně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.
- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo shromáždění poznatků o metodách hodnocení textury masa. Při vyhodnocení (pevnosti)  $F$  kuřecího masa jsme zjistili, že pevnost roste do 5 min. grilování, k poklesu pevnosti došlo v 10 a 15 min. grilování a ve 20 min. nastal prudký vzestup pevnosti. Pevnost  $F$  vepřového masa roste vzestupně až do 20 min. grilování. U hovězího masa se pevnost  $F$  zvyšovala do 10 min. grilování, k poklesu došlo v 15 min. a k opětovnému růstu došlo ve 20 min. grilování. Analýzou  $A_2/A_1$  (soudržnost) kuřecího masa do 10 min. docházelo k poklesu, v 15 a 20 min. došlo k vzestupu soudržnosti, u vepřového, ale i hovězího masa do 20 min. grilování dochází k jejímu vzestupu. Elasticita  $t_1$  u drůbežího masa stoupala do 10 min., v průběhu 15 až 20 min. došlo k jejímu poklesu, u vepřového masa docházelo k vzestupu do 5 min., a poté v 10 min. došlo k prudkému poklesu a v 15 min. a 20 min. došlo k opětovnému vzestupu a u hovězího masa docházelo k vzestupu do 10 min., a poté v 15 až 20 min. došlo k prudkému poklesu.  $A_3$  (lepivost) u drůbežího, vepřového a hovězího masa vykazovala vzestup až do 20 min. grilování. Hmotnostní ztráty u kuřecího masa vykazovaly hodnotu 31,4 %, u vepřového 26,5 % a u hovězího masa 36,5 %. K největším hmotnostním ztrátám dochází v prvních 5 minutách grilování.

Klíčová slova: maso, textura, drůbeží, vepřové, hovězí, pevnost, soudržnost, elasticita, lepivost, hmotnostní ztráty.

## ABSTRACT

The goal of this thesis was to gather knowledge about the evaluation methods of meat texture.

When evaluating the strength  $F$  of chicken meat, we found out, that the strength goes up until the 5<sup>th</sup> minute of grilling, the decrease comes in the 10<sup>th</sup> and in the 15<sup>th</sup> minute and there was a rapid rise of strength in the 20<sup>th</sup> minute. The strength  $F$  of pork goes up in ascending order until the 20<sup>th</sup> minute of grilling. When grilling beef, the strength  $F$  went up until the 10<sup>th</sup> minute, it went down in the 15<sup>th</sup> minute and there was regrowth of strength in the 20<sup>th</sup> minute. The analysis  $A_2/A_1$  (compactness) of chicken showed the decrease until the 10<sup>th</sup> minute and the increase of compactness in the 15<sup>th</sup> and the 20<sup>th</sup> minute. The compactness of pork and beef went up until the 20<sup>th</sup> minute of grilling. The elasticity  $t_1$  of poultry went up until the 10<sup>th</sup> minute, it went down within 15 up to 20 minutes. When grilling pork, the elasticity went up until the 5<sup>th</sup> minute, it went down rapidly in the 10<sup>th</sup> minute and, again, there was regrowth in the 15<sup>th</sup> and the 20<sup>th</sup> minute. The elasticity of beef went up until the 10<sup>th</sup> minute and after that, from the 15<sup>th</sup> minute until the 20<sup>th</sup> minute, it went down rapidly. The adhesive power  $A_3$  of poultry, pork and beef showed increase until the 20<sup>th</sup> minute of grilling. The weight losses of chicken had value 31.4%, pork had 26.5% and beef had 36.5%. It shows that the first five minutes of grilling cause the greatest weight losses.

Keywords: meat, texture, poultry, pork, beef, strength, compactness, elasticity, adhesive power, weight losses

## PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce prof. Ing. Stanislavu Kráčmarovi, DrSc. za ochotu, drahocenný čas a trpělivost, se kterou mi poskytoval odbornou pomoc, cenné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce.

**PROHLAŠUJI, ŽE ODEVZDANÁ VERZE DIPLOMOVÉ PRÁCE A VERZE ELEKTRONICKÁ NAHRANÁ DO IS/STAG JSOU TOTOŽNÉ.**

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautor.

Ve Zlíně 02. 05. 2012

  
Bc. Monika Hudečková



**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>12</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>13</b>
<b>1 DEFINICE MASA</b> .....	<b>14</b>
1.1 HOVĚZÍ MASO .....	15
1.2 VEPŘOVÉ MASO .....	15
1.3 DRŮBEŽÍ MASO.....	16
1.4 RYBÍ MASO .....	17
1.5 ZVĚŘINA.....	18
<b>2 SLOŽENÍ MASA, VÝŽIVOVÁ HODNOTA MASA</b> .....	<b>20</b>
2.1 MASO Z HLEDISKA VÝŽIVY .....	20
2.2 ÚDRŽNOST MASA .....	20
2.3 HISTOLOGICKÁ STAVBA MASA .....	21
2.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA .....	22
2.4.1 BÍLKOVINY A PEPTIDY .....	22
2.4.1.1 Jednotlivé druhy bílkovin .....	23
2.4.1.2 Peptidy .....	24
2.4.2 MYOGLOBIN A HEMOGLOBIN.....	24
2.4.3 AMINOKYSELINY .....	25
2.4.3.1 Základní druhy aminokyselin.....	25
2.4.4 BIOGENNÍ AMINY.....	26
2.4.5 TUKY A JINÉ LIPIDY .....	27
2.4.5.1 Celkové množství a složení tuků .....	27
2.4.5.2 Sekundární a primární produkty hydrolýzy a oxidace tuků .....	28
2.4.6 DOPROVODNÉ LÁTKY LIPIDŮ .....	30
2.4.6.1 Steroidy.....	30
2.4.7 KAROTENOIDY .....	30
2.4.8 VITAMINY .....	31
2.4.9 VODA .....	31
2.4.10 MINERÁLNÍ LÁTKY .....	32
2.4.11 EXTRAKTIVNÍ LÁTKY.....	33
2.4.11.1 Dusíkaté extraktivní látky.....	33
2.4.11.2 Sacharidy.....	33
2.4.11.3 Organické fosfáty.....	33
<b>3 VLASTNOSTI MASA</b> .....	<b>35</b>
3.1 VAZNOST MASA .....	35
3.2 CHUŤ MASA.....	37

3.3	BARVA MASA.....	37
3.4	KŘEHKOST MASA .....	38
<b>4</b>	<b>ZPŮSOBY TEPELNÉ ÚPRAVY .....</b>	<b>39</b>
4.1	SUCHÉ PROCESY .....	41
4.2	MOKRÉ PROCESY .....	41
4.3	ZMĚNY PŘI TEPELNÉM OPRACOVÁNÍ.....	44
4.3.1	DENATURACE BÍLKOVIN .....	44
4.3.2	HMOTNOSTNÍ ZTRÁTY .....	44
4.3.3	BAREVNÉ ZMĚNY .....	44
4.3.4	ZMĚNY AROMA A CHUTI .....	45
<b>5</b>	<b>SPECIFIKACE HMOTNOSTNÍCH ZTRÁT PŘI ZPRACOVÁNÍ POTRAVIN .....</b>	<b>46</b>
5.1	VZNIK HMOTNOSTNÍCH ZTRÁT .....	46
5.2	HMOTNOSTNÍ ZTRÁTY PŘI TEPELNÉ ÚPRAVĚ.....	47
<b>6</b>	<b>TEXTURA MASA .....</b>	<b>50</b>
6.1	TEXTURA A KŘEHKOST .....	50
6.2	ŠŤAVNATOST .....	51
<b>7</b>	<b>FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TEXTURU MASA .....</b>	<b>52</b>
7.1	ŽIVOČIŠNÝ DRUH.....	52
7.2	PLEMENO .....	52
7.3	POHLAVÍ, VĚK A HMOTNOST.....	53
7.4	VLIV VÝŽIVY .....	53
<b>8</b>	<b>HODNOCENÍ TEXTURY MASA.....</b>	<b>54</b>
8.1	SENZORICKÁ ANALÝZA.....	54
8.2	MECHANICKÉ VLASTNOSTI.....	55
8.2.1	MECHANICKÉ ZPŮSOBY HODNOCENÍ TEXTURY .....	56
<b>9</b>	<b>TEXTUROMETRY – ANALYZÁTORY TEXTURY.....</b>	<b>58</b>
9.1	PŘÍKLADY ANALYZÁTORŮ .....	58
9.1.1	TA. HD PLUS .....	58
9.1.2	TA.XT ANALYZÁTOR.....	59
<b>10</b>	<b>TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA.....</b>	<b>60</b>
<b>11</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>61</b>
<b>12</b>	<b>CÍL PRÁCE .....</b>	<b>62</b>
<b>12</b>	<b>MATERIÁL A METODICKÝ POSTUP .....</b>	<b>63</b>
12.1	MATERIÁL.....	63

---

12.1.1	MASO.....	63
12.1.2	GRIL.....	63
12.1.3	TEXTURNÍ ANALÝZA.....	64
12.1.3.1	Princip měření textury analyzátozem TA.XT plus.....	64
12.2	METODICKÝ POSTUP .....	65
12.3	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ.....	66
<b>13</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUSE.....</b>	<b>67</b>
<b>14</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>85</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>90</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>91</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>92</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>94</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>95</b>

## ÚVOD

Maso je neodmyslitelně součástí lidského jídelníčku a jeho tepelná úprava je nejdůležitější kuchyňskou úpravou. Zajišťuje zdravotní nezávadnost masa, prodlužuje jeho trvanlivost, umožňuje jeho konzumaci zlepšením sensorických vlastností a stravitelnosti.

Maso je oblíbenou složkou naší stravy, lidé ho konzumují pro organoleptické vlastnosti, i když obsah plnohodnotných bílkovin, vitaminů a minerálních látek je zde zastoupen v hojně míře.

Jako zdroj masa se využívají hlavně jatečná zvířata (prasata, skot, ovce, koně), jatečná drůbež (hrabavá a vodní) a dále exotické druhy v místě svého výskytu.

Produkce a spotřeba masa ve světě stále roste, ale v rozvinutých zemích klesá. Vliv mají výživové zvyklosti a filozofie, které se odvíjí podle životního stylu a zdravotního hlediska. V ČR docházelo k výraznému poklesu spotřeby masa od roku 1990 do roku 2003 vlivem výskytu onemocnění BSE.

Termín textura potravin v sobě zahrnuje škálu různých vlastností jako měkkost, křehkost, konzistence. Z hlediska hodnocení jakosti masa považujeme texturu za pravděpodobně nejvýznamnější vlastnost a její optimalizaci se přizpůsobují technologické postupy.

Maso, které má optimální složení z hlediska výživové hodnoty nebo jiných aspektů a není přitom po tepelné úpravě křehké, nepovažuje konzument za kvalitní.

Cílem práce je porovnání různých druhů způsobů tepelné úpravy masa a jejich vliv na reologické vlastnosti masa při odlišné tepelné úpravě a technologii zařízení.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 DEFINICE MASA

Jako maso jsou často definovány všechny části těl živočichů v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě [3]. Dříve se maso dělilo na maso v širším slova smyslu, tím se rozuměly všechny požitelné části těl jatečných i lovených zvířat, kromě svaloviny a tukové, pojivové, nervové a kosterní tkáně a dalších. Masem v užším slova smyslu se rozuměla příčně pruhovaná kosterní svalovina jatečných zvířat [7,15]. Vyhláška č. 326/2001 Sb. pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich a její poslední novela 169/2009 Sb. definuje maso a jeho varianty takto: Maso - všechny části zvířat, které jsou vhodné k lidské potřebě, o jejichž použitelnosti bylo rozhodnuto podle zvláštního právního předpisu a nebyly ošetřeny jinak než chladem nebo mrazem, včetně masa vakuově baleného nebo masa baleného v ochranné atmosféře [15,16].

Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 201/2003 Sb. (dále jen „vyhl. Mze“) se rozumí jako čerstvé maso, maso s výjimkou drůbežího masa, včetně masa baleného vakuově nebo v ochranné atmosféře, k jehož uchování nebylo použito jiného ošetření než chlazení nebo zmrazení, splňující požadavky zvláštního právního předpisu (vyhl. Mze 202/2003 Sb.) [28].

Mnohdy se pod pojmem maso vnímá pouze maso teplokrevných živočichů. V užším smyslu se však masem rozumí jen svalovina, a to buď samotná svalová tkáň, nebo svalová tkáň včetně tuku, cév, nervů, vazivových a jiných částí, které jsou ve svalovině obsaženy [28].

Maso je z nutričního hlediska velmi cenným zdrojem plnohodnotných bílkovin, vitaminů, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek. Právem je proto považováno za nenahraditelnou složku výživy, i když je možné zajistit plnohodnotnou výživu i bez masa. V takovém případě by však bylo nutné nahradit přirozenou stravu zahrnující maso jinou promyšleně sestavenou dietou a kombinovat rostlinné potraviny s mlékem a vejci. Vedle nutričního významu je maso ve výživě důležité i svou chutností; lidé je rádi jedí a jsou ochotni za ně zaplatit i relativně vyšší cenu než za jiné potraviny [24].

Celková spotřeba masa v ČR činila v letech 2000 – 2006 průměrně 85,1 kg na jednoho obyvatele za rok. Vycházíme z údajů Českého statistického úřadu. Vepřového masa se

průměrně spotřebovalo 41,1 kg, hovězího 10,8 kg, drůbežího 24,3 kg, králíčího 3,2 kg a rybího masa průměrně 5,14 kg na obyvatele za rok. Ve spotřebě masa v ČR má tradičně nejvyšší podíl maso vepřové (48,3 % z celkové spotřeby) [20].

### 1.1 Hovězí maso

V kuchyni zpracováváme maso jalovic, krav, volů a býků. Příprava, doba tepelné úpravy a chuť masa je závislá na stáří dobytčete a odležení. Do závodu se má dodávat až 4 dny po zabíjení. Maso mladých zvířat nejlépe do stáží 2 let má barvu světle červenou, maso starších zvířat – krav a volů má barvu tmavě červenou, maso bývá i prorostlé tukem (lojem) a je mramorované. Maso býků je spíše hrubě vláknité, nemá tukové mramorování a maso může být cítit po moči. Z hovězího masa připravujeme velmi kvalitní vývary a dále pokrmy všemi tepelnými úpravami. Výjimečně upravujeme hovězí maso smažením. Doba úpravy jednotlivých pokrmů se značně liší tím, kterou část masa hovězího používáme. K nejcennějším částem patří hovězí svíčková a nízký roštěnec. Stravitelnost hovězího masa je poměrně těžká. Závisí na způsobu tepelné úpravy. Nejlépe stravitelné je protýkané slaninou a doplněné smetanovými omáčkami [4].

### 1.2 Vepřové maso

Vepřové maso je v české kuchyni při přípravě velmi oblíbené. Má však vysoký obsah tuku, a to i ty části vepřového masa, které zdánlivě tuk neobsahují, jako je tomu např. u kýty, kotlet, i když u nich zcela odkrojíme okrajový tuk apod. Vepřové maso zpracováváme všemi tepelnými způsoby. Doba tepelné úpravy je poměrně krátká. Stravitelnost je závislá na způsobu zpracování a také na tom, zda maso při tepelné úpravě ještě doplňujeme tukem, smetanou apod.

Nejcennější části vepřového masa jsou panenská svíčková (panenka) samostatná nebo jako součást vepřové pečeně, vepřová pečeně, ze které sekáme kotlety – žebírka a vepřová kýta. Jako specialitu upravujeme sele nejlépe do hmotnosti 15 kilogramů. Další části: vepřová plec, ramínko, krkovička, bůček, přední a zadní koleno bez nožičky, hlava bez laloku. Lalok, nožička přední a zadní, ocásek s křížovou kostí i bez křížové kosti [4].

### 1.3 Drůbeží maso

Drůbež je označení pro domestikované ptáky, kteří poskytují maso, vejce a peří. V posledních několika letech lze u nás i v zahraničí zaznamenat rostoucí podíl drůbeže na celkové spotřebě masa. Důvody jsou zejména ekonomické, vedle toho však působí i důvody nutriční. Problematické je rozsáhlé využití mechanicky separovaného masa [24].

Spotřeba drůbežího masa v České republice je v roce 1998 uváděna zdroji Ministerstva zemědělství ČR spotřeba drůbežího masa u nás na úrovni 19 kg na osobu a rok, a to 15 kg masa kuřecího brojlerů, 1,1 kg masa slepic, 2,3 kg masa krůtího, 0,5 kg masa kachního a 0,1 kg husího masa [28].

Pokrm z drůbeže jsou součástí každého jídelního lístku. Mezi přednosti drůbeže patří nejen její chuť, ale hlavně složení – biologická hodnota a možnost zpracování všemi tepelnými způsoby.

Drůbež dělíme na hrabavou a vodní. K hrabavé drůbeži řadíme kuřata, slepice, kohouty, perličky, krůty, krocany a holuby. Převážná část hrabavé i vodní drůbeže je z velkochovů, kde se nyní chovají plemena vhodná pro rychlé přírůstky na masa, tj. plemena jatečná (brojleři). Maso hrabavé drůbeže se řadí k nízkoenergetickým druhům masa, energetickou hodnotu celé drůbeže můžeme ještě snížit odstraněním kůže. K vodní drůbeži řadíme husy a kachny [17,28].

Drůbeží maso obsahuje plnohodnotné bílkoviny a tuky, obsah bílkovin a tuků se však liší tím, zda se jedná o kuřata s nejmenším podílem tuku, nebo o husy či kachny. Obsah minerálních látek je přibližně stejný jako u masa hovězího (vápník, fosfor). O něco nižší je obsah vitaminů skupiny B. Drůbeží maso je nutričně hodnoceno velmi kladně pro dobrou stravitelnost bílkovin a i příznivou skladbu tuku. Proto jsou některé druhy drůbežího masa dobře hodnoceny z hlediska dietetického.

Drůbežářský průmysl dodává očištěnou drůbež různě dělenou, připravenou pro kuchařské zpracování. To umožnilo vyšší spotřebu drůbežího masa, zejména kuřat a dalších druhů [17].

Průměrný obsah živin v mase hrabavé a vodní drůbeže je uveden v Tabulce 1 [8].



Tabulka 1: Množství živin v g na 100 g masa hrabavé a vodní drůbeže [8]

Živiny	Hrabavá drůbež						Vodní drůbež			
	Kuře		Krůta		Slepice		Husa		Kachna	
	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
Voda	73,8	70,5	73,4	74,3	69,0	65,6	46,3	56,6	54,2	56,7
Tuky	2,9	11,0	1,0	2,0	7,6	15,8	36,3	25,3	30,9	27,5
bílkoviny	22,0	17,2	22,7	21,6	20,0	16,4	16,2	17,2	13,3	14,1

Poznámky: P – prsní svalovina s kůží

S – stehenní svalovina s kůží

#### 1.4 Rybí maso

Ryby jsou studenokrevní obratlovci dýchající žábami. Je známo asi 20 tisíc druhů ryb, z toho u nás žije asi 50 druhů. Podle místa výskytu se ryby dělí na sladkovodní, mořské a tažné. Pro tržní spotřebu se získávají mořské ryby lovem, sladkovodní většinou chovem. Ročně se na světě vyloví z moří, řek, jezer a rybníků kolem 90 milionů tun ryb a mořských živočichů [24].

Nabídka sladkovodních a mořských ryb včetně dalších mořských živočichů umožňuje přípravu různých druhů pokrmů nejen v běžných restauracích, ale obzvláště v restauracích s vysokou úrovní mezinárodní gastronomie. Ze všech druhů, které řadíme k vodním živočichům, můžeme připravovat teplé předkrmy, hlavní pokrmy a z mnohých pak vynikající speciality, delikatesy, které hostům nabízíme při výjimečných akcích a příležitostech. Všechny druhy sladkovodních či mořských ryb a mořských plodů můžeme připravovat téměř všemi tepelnými způsoby. Méně výrazný chuť většiny rybího masa umožňuje přípravu jemných i chuťově typických pokrmů a úprav [24].

V současné době se začíná konzumovat stále více ryb, zejména stoupá obliba mořských ryb. Sladkovodní ryby, většinou z domácích zdrojů, nejsou v tak velké oblibě, často proto, že se upravují stále stejným způsobem, a to opékáním, smažením či pečením bez jakýchko-

liv obměn. Ryby plně zasluhují, aby se pro svou výživnou hodnotu staly pravidelnou součástí nejen svátečního, ale i všedního dne.

Ryby mají takové složení hlavních živin i látek vedlejších, které odpovídá správné, zdravé výživě. Ve srovnání s masem jatečným i drůbežím obsahuje většina ryb méně tuků, proto mají i nižší energetickou hodnotu.

Rybí maso obsahuje plnohodnotné bílkoviny, tuky, vitaminy A, D, E, K, B<sub>6</sub>, B<sub>1</sub> a F a rovněž jód, který je především v rybách mořských [24].

Základními složkami tělních tkání ryb a zejména rybí svaloviny jsou voda, bílkoviny, tuky a dále v nepatrném množství sacharidy, minerální látky a vitaminy. Složení rybího těla je ovlivněno řadou faktorů, jako je např. druh ryby, věk, pohlaví, výživa, prostředí aj. Rybí tělo obsahuje vodu v rozmezí 50–83 %, bílkoviny 15–20 %, tuk 1–35 %.

Stravitelnost rybího masa je dána strukturou tkáně s obsahem většího množství vody a u některých ryb také minimálním množstvím tuku. Proto je většina ryb doporučována jako vhodná strava pro lidi s různými zažívacími potížemi, speciálně jako dietní strava. Stravitelnost ryb je však ovlivněna způsobem tepelné úpravy, případně dalšími doplňky, které se tepelnou úpravou ryb používáme. Nejsnáze stravitelné jsou ryby upravované vařením a dušením, nejhůře ryby smažené [17,28]. Vývoj spotřeby ryb je uveden v Tabulce 2 [24].

**Tabulka 2: Vývoj spotřeby ryb v kg na obyvatele za rok [24]**

Roky	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
celkem	6,0	5,4	3,8	4,6	4,5	4,8	4,9	4,9	5,5	5,3
z toho:										
sladkovodní	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	1,2	1,2

## 1.5 Zvěřina

V dávné minulosti byla zvěřina významným zdrojem lidské obživy. Ulovená zvěř se stáhla z kůže a opékala se nad ohněm. Přílohou byla nanejvýš opečená obilná placka. Teprve mnohem později, když se lidé začali živit pastevectvím a zemědělstvím, se zvěřina stala oblíbeným pokrmem slavnostních tabulí. Bohužel v dnešní době už není v přírodě tolik

zvěře jako dříve. Lovit se smí jen zvěř, které je dostatek a jež je určena k odstřelu v době stanovené zákonem. Vzhledem k dokonalé chladírenské a mrazírenské technice můžeme však jednotlivé druhy zvěřiny připravovat a konzumovat i v době mimo povolený odstřel. Při přípravě i tepelné úpravě musíme zvěřině věnovat co největší péči.

Zvěřinu dělíme na zvěř spárkatou – jelen, srnec, daněk, muflon a medvěd. Maso je tmavě červené, mírně vlhké, má měkčí konzistenci a nakyslý pach. Obsahuje méně tuku a více bílkovin než maso jatečných zvířat, zvěř srstnatou – divoký králík a zajíc. Na trhu se tato zvěř prodává v kůži, vyvržená nebo již připravená a očištěná, rozdělená na porce a zmražená. Zvěř pernatá – lesní, polní, vodní: bažant, koroptev, divoká husa a kachna. Zvěř černá – divočák. Maso je jakostnější a chutnější vždy ze selat a mladších kusů.

Zvěřina obsahuje jen o něco méně plnohodnotné bílkoviny než maso jatečných zvířat a podstatně méně tuků. Z minerálních látek je nedůležitější přítomnost vápníku, fosforu a železa. Kromě toho obsahuje zvěřina vitamin A a vitaminy skupiny B. Maso zvěřiny má typickou vůni a chuť především díky různým aromatickým bylinám, jež jsou součástí stravy divoké zvěře.

Stravitelnost pokrmů ze zvěřiny je závislá na druhu a části zvěřiny, na použitých ingrediencích a způsobu tepelné úpravy [17].

## 2 SLOŽENÍ MASA, VÝŽIVOVÁ HODNOTA MASA

### 2.1 Maso z hlediska výživy

Maso a masné výrobky jsou jednou základních potravin. Pro lidský organismus jsou významným zdrojem živočišných bílkovin, které jsou z hlediska výživy jednou z nejdůležitějších složek potravin. A to proto, že dávají lidskému tělu především látky živící, důležité pro stavbu lidského těla. Jsou to hlavně plnohodnotné bílkoviny a spolu s nimi i minerální látky jako fosfor a železo. Maso obsahuje také mnoho aromatických látek, které se při kuchyňské úpravě vyluhují do omáček, polévek, a šťáv. Dávají masu i pokrmům výraznou chuť. Působí dráždivě na žaludeční sliznici a značně podporují trávení.

Maso, a to hlavně droby, jsou také zdrojem vitaminů, důležité složky potravy, jejichž nedostatek v organismu se projevuje různými poruchami. Trvá-li nedostatek delší dobu, organismus onemocní. Maso je poměrně bohaté na vitaminy skupiny B, a to zejména na cenný tiamin. Výživná hodnota masa stoupá tím, že lidské tělo dovede z něho všechny živiny dobře využít. Pouze maso tučné, příliš uleželé nebo ze starých kusů je těžko stravitelné. Největší vliv na stravitelnost masa má však kuchyňská úprava. Také maso přesycené tukem, např. smažené řízky nebo masa s tučnými omáčkami, je hůře stravitelné. Maso jako doplněk stravy pro svůj značný obsah bílkovin zvýší i v malé dávce jak výživnou, tak chuťovou hodnotu všech zeleninových, bramborových, moučných i jiných škrobnatých pokrmů, do nichž se přidá [18].

### 2.2 Údržnost masa

Při pozvolném přirozeném chladnutí masa na okolní teplotu (zejména v letních měsících) dochází k nežádoucím změnám, především mikrobiálním. Maso totiž podléhá ihned po smrti zvířete činnosti mikroorganismu, které působí jeho zkázu. Rychlost i rozsah rozkladu závisí na teplotě a dalších podmínkách skladování. Maso je proto nutné uchovávat při snížené teplotě, nebo jiným způsobem zajistit jeho tržnost, nejlépe komplexem navzájem souvisejících překážek. Pokud ke zkáze dojde, jde nejčastěji o hnilobu, a to jak povrchovou, tak i uvnitř masa. Sensoricky se to projeví nepříjemným zápachem, osliznutím, maso mění barvu, ve tmě fluoreskuje. Závažnější skutečností je možnost pomnožení patogenních mikroorganismů, které mohou ohrozit zdraví i život konzumenta [24].

Aby se těmto nežádoucím změnám zabránilo, je nutné dosáhnout co možná nejdříve potřebných nízkých teplot, případně je možné využít doplňujících konzervačních zákroků, jako např. snížení pH, snížení aktivity vody, využití vhodného obalu nebo úprava atmosféry v obalu či skladovacím prostoru. Pro dlouhodobé skladování se maso zmrazuje, pro krátkodobé skladování se používá teplot nad bodem tuhnutí (chladírenské teploty). Platná vyhláška Ministerstva zemědělství stanoví, že maso je nutné vychladit na teplotu pod 7 °C [24].

Snížením teploty dojde ke zpomalení enzymových, chemických i mikrobiálních dějů. Při ochlazení odumírá část mesofilních mikrobů, větší část mikroorganismů zpomaluje procesy svého vývoje a zůstává jako přežívající mikroflóra. Snížením teploty se zpomaluje i pronikání mikroorganismů do masa, při poklesu teploty na 4 °C je pronikání mikrobů zcela zastaveno [24].

Pokud není ochlazení dosti intenzivní, psychofilní mikroby pokračují ve svém vývoji, dochází k jejich přemnožení na povrchu masa. Jakožto producenti proteáz způsobují rozklad bílkovin. Jejich růst se projeví oslizenutím, maso je bez chuti, má změněný pach, ve tmě fluoreskuje. Přítomnost laktobacilů může vést k produkci peroxidu vodíku, který způsobí tvorbu zelených derivátů hemových barviv [24].

Při nedostatečném chlazení masa může nastat i jeho zapaření. Vzniká tehdy, jsou-li jatečně opracované kusy uloženy při ochlazování příliš těsně na sobě a nemůže-li mezi jednotlivými částmi proudit chladící vzduch, nebo jsou-li na sobě skladovány kusy masa, které byly jen nedostatečně vychlazeny. Při zapaření dochází k bakteriální anaerobní glykolýze; nevzniká kyselina mléčná, nýbrž různé karboxylové kyseliny jako propionová a máselná, které dodávají masu charakteristický nakyslý pach [24].

### 2.3 Histologická stavba masa

Převážnou složku masa tvoří svalová tkáň. Podle buněčné stavby, vzhledu a inervace ji dělíme do tří hlavních skupin:

**1. Svalovina příčně pruhovaná** neboli žíhaná, která je stavební tkání kosterních svalů, uspořádanou pro rychlé kontrakce (smršťování), ovládaná člověkem. Je masem v nejužším slova smyslu (v čisté podobě surovina pro výrobu např. šunky, po rozmělnění do salámů).

**2. Svalovina hladká**, která je součástí vnitřních orgánů, tj. trávicího traktu, dýchacích a krevních cest, pohlavních orgánů aj. Nemá příčné pruhování a není ovladatelná vůlí. Je méně vhodná pro výrobu mělněných masných výrobků (hůře váže vodu) a je součástí drobbů a střevních stěn.

**3. Svalovina srdeční (myokard)** tvoří jeden sval, srdce, též příčně pruhovaná, člověkem ale neovládaná.

Svalovinu tvoří svalové vlákno, na povrchu obalené buněčnou blánou nazývanou sarkolema, uvnitř se nachází sarkoplazma (cytoplazma). Téměř celý objem svalového vlákna vyplňují kontraktální vlákna - myofibrily. Základní jednotkou myofibrily je sarkomer. U příčně pruhované svaloviny je složen z filament - vláknitých úseků, které představují aktinová a myosinová filamenta (vlákna).

Další části masa tvoří tkáň epitelová (pokrývá povrch těla a orgánů), nervová (mozek, mícha, nervová vlákna) a pojivová (vaziva). Podle konzistence rozlišujeme tři základní typy pojivové tkáně: vaziva, chrupavky a kosti. Kostní dřev (morek) je retikulární vazivo, které je surovinou na výrobu polévek a past [19,28].

## 2.4 Chemické složení masa

### 2.4.1 Bílkoviny a peptidy

Bílkoviny jsou přírodní polymerní sloučeniny, které jsou tvořeny základními stavebními jednotkami, kterými jsou aminokyseliny. Z nutričního hlediska jsou bílkoviny nejcennější. Obsah ve svalovině kolísá od 12 do 22 % i výše. Bílkoviny dělíme podle jejich charakteru a vlastností, především rozpustnosti ve vodě a solných roztocích a podle jednotlivých svalových struktur. Bílkoviny neboli proteiny obsahují více než 100 aminokyselin v jedné molekule, běžně několik set až několik tisíc. Peptidy obsahují obvykle 2-100 různých aminokyselin. Celkový obsah bílkovin bez rozlišení je údaj, který nevyovídá nic o zastoupení jednotlivých druhů bílkovin, jejich vlastnostech a struktuře, včetně aminokyselinového složení. Na druhé straně se jedná o údaj, který je důležitý pro posouzení kvality masa pro potřeby zpracovatelských zvodů včetně komerčních organizací. Jedná se i o důležitý údaj při hodnocení výživné hodnoty masa a masných výrobků. Celkové množství bílkovin jednotlivých druhů masa uvádí Příloha P 1 [8,28,46].

#### 2.4.1.1 Jednotlivé druhy bílkovin

Jednotlivé druhy bílkovin masa a masných výrobků vyžadují izolaci jednotlivých druhů bílkovin z odebraných vzorků masa a dělení laboratorními instrumentálními metodami např. gelovou elektroforézou nebo preparační kapalinovou chromatografií. Tyto metody jsou však pro běžné kontrolní laboratoře náročné a proto se většinou používají převážně jen ve výzkumné činnosti.

Bílkoviny masa dělíme na myofibrilární proteiny, sarkoplasmatické a strukturní proteiny. Ve skupině myofibrilárních proteinů je nejdůležitější myosin, který je bílkovinou s relativní molekulovou hmotností 470 kDa. Základ molekuly tvoří fibrila se dvěma identickými molekulami zformovaná převážně do  $\alpha$ -helixu. Na tuto molekulu je napojena globulární hlavička ze čtyř řetězců s hmotností po 20 kDa. Aktin je jednořetězová globulární bílkovina s relativní molekulovou hmotností 43,5 kDa (tzv. G-aktin), která polymeruje na vláknitou formu F-aktin. Na tento polymer je vázán tropomyosin. Na aktin je dále napojen troponinový komplex tří bílkovin C, I, T (18, 24, a 37 kDa) [8].

Myosin je bílkovina, která je zároveň bílkovinou součástí enzymu – myosinové ATPasy. Enzym se vyskytuje ve dvou formách a to první jako  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  dependentní isoenzym a druhý mitochondriální  $Na^+$ ,  $K^+$  dependentní isoenzym. Tato skutečnost může mít vliv na senzorické vlastnosti masa. Sarkoplasmatické proteiny se vyskytují volně v buňkách svalové tkáně. Jedná se o většinu enzymů (základního metabolismu, metabolismu glykogenu, lipidů a dalších látek) a o krevní barviva myoglobin a hemoglobin. Téměř všechny pojivové tkáně obsahují kolageny. Kolagen se liší od jiných bílkovin svým aminokyselinovým složením, zejména vysokým obsahem glycinu, hydroxyprolinu a prolinu. U savců rozeznáváme 10 variant, které jsou složené z odlišných polypeptidových řetězců. V řadě živočišných tkání se nachází jako doprovodná látka elastin, a to rovněž i ve svalové tkáni. Jedná se o síťové struktury, jejichž základní stavební jednotkou je tropoelastin. Vlákna jsou propojena vazbami struktur desmosinu ev. isodesmosinu. Dalším produktem metabolismu buněk epitelů keratin. Hlavní skupinou jsou  $\alpha$ -keratiny, jejichž základem je polypeptid s molekulovou hmotností 10 – 50 kDa, stabilizovaný je disulfidovými vazbami. Tato bílkovina se nachází ve svalech v minoritním množství [8,24].

### 2.4.1.2 Peptidy

Nejjednodušší peptid je dipeptid glycyglycin (1-1), který se nachází v mase ve stopovém množství. Z dalších dipeptidů v mase lze jmenovat skupinu odvozenou od histidinu. Patří mezi ně karnosin ( $\beta$ -alanylhistidin), anserin ( $\beta$ -alanyl-3-methylhistidin), balenin ( $\beta$ -alanyl-1-methylhistidin) a homokarnosin ( $\gamma$ -aminobutyrylhistidin). Tripeptid  $\gamma$ -L-glutamyl-L-cysteinylglycin, který nazýváme triviálním názvem glutation (1-2), se v mase vyskytuje ve vyšším množství a to asi 0,3–1,5 %. Vyskytuje se ve dvou formách, v redukované a oxidované. Obě formy vytvářejí důležitý redoxní systém svalové tkáně. Vzhledem k rozdílnému obsahu v mase mohou za určitých okolností sloužit dipeptidy na rozlišení jednotlivých druhů masa. Je však známo, že v různých svalech téhož živočicha je také zastoupen obsah těchto dipeptidů a tím je význam pro diferenciaci značně snížen. Navíc množství i poměrné zastoupení jednotlivých druhů je závislé na výživě sledovaných zvířat a dalších biologických faktorech, např. pohlaví [8].

### 2.4.2 Myoglobin a hemoglobin

Nejrozšířenějšími hemovými barvivy jsou hemoglobin (barvivo červených krvinek) a myoglobin (barvivo svalové tkáně). V biochemii je především zdůrazňována základní vlastnost hemoglobinu, tj. schopnost vázat kyslík, a proto veškerý odborný zájem je soustředěn právě na tuto funkci. Základem struktury hemoglobinu je bílkovinná a nebílkovinná část. Bílkovinnou část molekuly hemoglobinu tvoří čtyři polypeptidové řetězce (dvě dvojice podjednotek  $\alpha$  a  $\beta$ ). Každá z nich má na sobě vázanu nebílkovinnou část, tj. molekulu hemu. Jedná se o substituovaný cyklický tetrapyrrol, a to protoporfyrin IX s centrálním atomem dvojmocného železa. Protoporfyrin IX s trojmocným atomem Fe nazýváme hematin.

V Tabulce 3 jsou zaznamenány hodnoty obsahu hemových barviv v hovězím a vepřovém masa a v Tabulce 4 můžeme vidět obsah hemových barviv bez rozlišení [14].

**Tabulka 3: Obsah hemových barviv v hovězím a vepřové mase [14]**

druh masa	barvivo [mg/kg]		
	myoglobin	hemoglobin	hemoglobin v %
hovězí	3140 - 7020	340 - 520	6 – 10
vepřové	790 - 2320	360 - 1200	25 – 50



**Tabulka 4: Obsah hemových barviv bez rozlišení v hovězím, vepřovém, drůbežím a králičím mase [14]**

druh masa	hemová barviva [mg/kg]
hovězí	1700 – 7500
vepřové	254 – 3500
drůbeží stehno	150
Králičí	200

V živých organismech je hlavním pigmentem hemoglobin, kdežto myoglobin představuje asi jen 10 % (měřeno na obsah celkového železa přítomného v organismu). Po porážce a vykrvení zvířete dochází k úbytku krve a vlastně i k úbytku hemoglobinu. Tím se zvyšuje podíl myoglobinu [8].

### 2.4.3 Aminokyseliny

#### 2.4.3.1 Základní druhy aminokyselin

Aminokyseliny jsou základní stavební součástí polymerních molekul bílkovin. V mase je nacházíme ve dvou formách. Jedna z forem jsou aminokyseliny vázané v molekulách bílkovin a druhou aminokyseliny volné a to převážně v extracelulární tekutině masa. V bílkovinách obecně, a platí to i pro bílkoviny masa, se vyskytuje 20 základních druhů aminokyselin.

Aminokyseliny se rozdělují podle výživových kritérií na:

- **esenciální** – valin, leucin, izoleucin, treonin, metionin, lysin, fenylalanin, tryptofan
- **semiesenciální** – arginin, histidin
- **ostatní** – glycin, alanin, serin, cystein, kyselina aspartová, kyselina glutamová, tyrosin a prolin

Volné aminokyseliny stejně jako ostatní látky mají také chuťové vlastnosti. Podle těchto vlastností je dělíme na :

- **sladké** – glycin, alanin, treonin, prolin a hydroxyprolin
- **kyselé** – kyselina aspartová a glutamová

- **hořké** – leucin, izoleucin, fenylalanin, tyrosin a tryptofan
- **indiferentní** – všechny ostatní [8]

Procentuální obsah aminokyselin v různých druzích masa uvádí Tabulka 5 [8].

**Tabulka 5: Obsah aminokyselin [%] v různých druzích masa [8]**

Aminokyselina	Druhy masa			
	Hovězí	vepřové	skopové	drůbeží
Ala	5,8	5,5	6,6	3,4
Arg	6,3	6,4	6,9	5,6
Cys	1,3	1,1	1,3	1,3
Gly	4,9	5,7	5,9	5,3
His	3,4	3,3	2,7	2,6
Ile	4,8	5,1	5,0	5,3
Leu	8,1	7,6	7,7	7,4
Lys	8,9	8,1	8,2	8,0
Met	2,7	2,7	2,5	2,5
Phe	4,4	4,2	4,0	4,0
Pro	3,8	4,6	4,7	4,1
Ser	4,0	4,2	4,2	3,9
Thr	4,6	4,9	4,7	4,0
Tyr	3,6	3,6	3,3	3,3
Val	5,0	5,2	5,1	5,1

#### 2.4.4 Biogenní aminy

Při skladování masa dochází vlivem enzymatické aktivity přítomné mikroflóry k produkci biogenních aminů. V mase jsou hlavními biogenními aminy histamin, kadaverin, putrescin a tyramin. Stanovení jejich obsahu lze použít jako indikátor čerstvosti masa.

Čerstvé vepřové maso např. obsahuje do 7 mg/kg kadaverinu a putrescinu, zatímco zkažené maso obsahuje 60 mg/kg a více. Obsah hlavních biogenních aminů v mase uvádí Tabulka 6 [8,14].

**Tabulka 6: Obsah hlavních biogenních aminů v mase [mg/kg] [8,14]**

biogenní aminy	vepřové maso	hovězí maso	kuřecí maso
Histamin	0 - 45	0 – 217	1
Kadaverin	0 – 171	0 – 27	9
Putrescin	0 – 702	0 – 26	6
Spermidin	0 – 619	0 – 50	
Spermin	1 – 77	4 – 382	58
Agmatin		2 – 112	
Tyramin	1 – 35	1 - 61	23
Tryptamin	1 - 48		
Serotonin			

## 2.4.5 Tuky a jiné lipidy

### 2.4.5.1 Celkové množství a složení tuků

Lipidické látky v tukové tkáni představují skupinu látek, která se dělí na mastné kyseliny, homolipidy, heterolipidy a přídatné látky (steroidy, lipofilní vitaminy, karotenoidy a další látky). Celkové množství tuku jednotlivých druhů masa je uvedeno v Příloze P 2 [46].

Volné mastné kyseliny se v loji a v sádle vyskytují v malém množství. Mnohem více mastných kyseliny je vázáno jako estery anebo amidy v homo- a heterolipidech. Z těchto složitých látek se uvolňují hydrolýzou a to většinou postmortálně. Procentuální obsah vybraných mastných kyselin v živočišných tucích je uveden v Tabulce 7 [8,14].

**Tabulka 7: Procentuální obsah vybraných mastných kyselin v živočišných tucích [8,14]**

mastná kyselina	lůj		Sádlo		
	hovězí	ovčí	vepřové	králičí	Kuřecí
Laurová	1,0	0,8	stopy	Stopy	0,1
Kristová	1,4 – 7,8	2 - 5	0,5 – 2,5	4	0,9
Palmitová	17 - 37	20 - 27	20 - 32	32	22
Palmitoolejová	0,7 – 8,8	1,4 – 4,5	1,7 – 5,0	6	6
Stearová	6 - 40	23 - 34	5 - 24	8	6
Olejová	26 - 50	30 - 42	35 - 62	29	37
Linolová	0,5 – 5,0	1,9 – 2,4	3 - 16	19	20
Linoleová	2,5	0,6	1,5	2	1
Arachová	0,5	1	1,0	-	-
Eikosanová	0,5	0,2	1,0	-	1

Do skupiny chemických látek, které nazýváme tuky, se řadí homolipidy, heterolipidy, komplexní lipidy a doprovodné látky lipidů. Nejvýznamnější skupinou tuků v masě jsou estery trojsytného alkoholu glycerolu. Patří do skupiny tuků, která se nazývá homolipidy. Na molekulu glycerolu mohou být navázány někdy jen dvě mastné kyseliny anebo dokonce i jedna. Podle počtu vázaných mastných kyselin pak tyto látky nazýváme mono-, di- a triacylglyceroly [8].

#### **2.4.5.2 Sekundární a primární produkty hydrolýzy a oxidace tuků**

Chemické změny tukové tkáně jsou způsobeny reakcemi tuků, a to jak u nativní tukové tkáně, tak i u vytavených tuků. Rozkladné procesy jsou zpočátku málo patrné, jedná se většinou o enzymaticky aktivovaný rozklad vlastními enzymy tukové nebo svalové tkáně, později převažují rozkladné chemické pochody anebo změny způsobené mikrobiální kontaminací. Změny chemického složení se projevují jak výživovou hodnotou tuků, tak i změnou jejich organoleptických vlastností. Projevují se vznikem nepříjemného zápachu, často dochází i ke změnám barvy (vlivem doprovodných přírodních lipofilních barviv) a konzistence. Rozklad tuků se obecně označuje jako žluknutí. V praxi rozlišujeme tři základní typy žluknutí, a to hydrolytické, oxidační a parfémové [8].

### **Hydrolyza tuků**

Reakce, kdy je tuk hydrolyzován na glycerol a masné kyseliny, nazýváme hydrolyzou nebo také zmýdelňováním. V tukové tkáni je způsobena především činností aktivních lipas, a to nejen přirozeně se vyskytujících v tkáni, ale i vlivem mikrobiální kontaminace. Většina lipas je nespecifická a katalyzuje hydrolyzu všech mastných kyselin. Chemicky nastává i působením kyselin, zásad i oxidů kovů. Uvolněné masné kyseliny se hromadí důsledkem hydrolyzy je změna chuťových vlastností a usnadnění oxidace. Hydrolyza je urychlována zvýšenou vlhkostí prostředí světlem a teplotou [8].

### **Oxidace tuků**

Oxidace tuků je způsobena jednak činností lipooxygenas, jednak tzv. autooxidací. Je urychlována hydrolyzou, která ji obvykle předchází. Oxidace znamená zhoršení organoleptických vlastností a vede ke snížení obsahu nutričně cenných látek (esenciální masné kyseliny), vznikají i některé závadné složky. Enzymová oxidace má u živočišných tuků jen omezený význam, protože lipooxygenasy v živočišných tkáních nejsou, a mohou se projevit pouze lipooxygenasy mikrobiální. Produktem je hydroperoxid masné kyseliny, který vstupuje do dalších reakcí. Této reakci lze zabránit inaktivací enzymů zahřevem. Nejvýznamnější je autokatalytická oxidace (autooxidace) mastných kyselin, která začíná vytvořením volných radikálů, pokračuje v propagační fázi řetězovým vytvářením hydroperoxidů a nových radikálů a končí rekombinací radikálů (terminace). Nejčastěji se tvoří hydroperoxydy na dvojně vazbě nebo v jejich sousedství, proto se tuky s vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin (vepřové sádlo) oxidují snadněji než tuky, které mají masné kyseliny více nasycené (hovězí lůj) a oxidace u nich probíhá jen velmi pomalu. Primárně vytvořené hydroperoxydy a peroxydy jsou senzory nepostřehnutelné, takže tuk se zdá být čerstvý. Teprve při sekundární přeměně na další produkty dochází ke změně organoleptických vlastností, zejména pachu a chuti a objevuje se nažluklá chuť. Při sekundární přeměně vzniká řada produktů např. aldehydy, ketony, epoxidy aj. Mnohé z nich jsou zdravotně závadné, jejich přítomnost bývá využívána v analytice při sledování čerstvosti tuků. Význam má zejména tvorba 1,3propanodialu (malondialdehydu) při oxidaci tuků s pentadienovým uspořádáním dvojných vazeb pro stanovení thiobarbiturového čísla [8].

## Parfémové oxidace

Zvláštním typem oxidace je  $\alpha$ - a  $\beta$ -oxidace mastných kyselin, kde působením enzymů mikrobiálního původu dochází k tvorbě typického aroma způsobeného vznikem různých methylketonů. Podle vůně těchto látek nazýváme tento způsob oxidace parfémovým. Aktivním katalyzátorem této oxidace může být volný atom železa ( $\text{Fe}^{3+}$ ), který se uvolňuje rozkladem přítomného krevního barviva hemoglobinu [8].

### 2.4.6 Doprovodné látky lipidů

#### 2.4.6.1 Steroidy

Nejvíce zastoupenou složkou mezi doprovodnými látkami jsou steroidy. Jedná se o rozsáhlou skupinu látek, které označujeme jako terpenoidy anebo také isoterpenoidy. V živočišných tucích se však vyskytuje pouze cholesterol (struktura 6-1), jeho obsah ukazuje Tabulka 8 [8].

**Tabulka 8: Obsah cholesterolu v jednotlivých druzích masa [8]**

druh masa	mg/kg
jehněčí	710 – 770
hovězí	590 – 670
skopové	700 – 720
telecí	650 – 700
vepřové	600 – 760
drůbeží	650 – 900
zvěřina	700 – 850
rybí	420 – 900

#### 2.4.7 Karotenoidy

Karotenoidní látky jsou látky, které se vyskytují v tukové a svalové tkáni ve výši, která je přímo závislá na příjmu těchto látek v krmivu zvířat, nejčastěji u býložravců v zelených listech všech možných hospodářských plodin. Proto jejich množství v mase je dáno kvalitou krmiva. Karotenoidy jsou řazeny chemicky do kategorie terpenoidních látek, jejichž základem je terpen, a to do skupiny tetraterpenů. Na obou koncích uhlíkatého

řetězce dochází k cyklizaci, látky tvoří celou řadu chirálních sloučenin. Podle mezinárodní evidence celou řadu chirálních sloučenin. Podle mezinárodní evidence rozeznáváme v současné době až 700 druhů těchto látek. Obecně platí, že se jedná o látky barevné, které se snadno oxidují na příbuzné xantofyly. Navíc velmi silně reagují s různými kyslíkovými radikály, a proto je řadíme do kategorie přírodních antioxidantů. V přítomnosti jiných látek se oxidují přednostně a zabraňují tak oxidaci jiných významných látek, které oxidují až po té, když je všechen obsah karotenoidních látek vyčerpán. Karotenoidní látky nacházíme nejčastěji v zelených rostlinách, a to od jednobuněčných až po mnohobuněčné, cévnaté. Savci, zejména býložravci, nejsou schopni tyto látky syntetizovat, proto je přijímají v krmivu [8].

#### 2.4.8 Vitaminy

Vitaminy jsou většinou nízkomolekulární sloučeniny s různou chemickou strukturou. Množství vitaminů v mase je velmi různorodé, záleží nejen na druhu zvířete, ale je často závislé i na druhu krmení. V mase hospodářských zvířat nacházíme především vitaminy skupiny B, u lovné zvěře, převážně u jelenovitých pak nacházíme i zvýšené množství dalších vitaminů a to hlavně vitaminu C. Běžné hledisko třídění vitaminů je dělení podle jejich rozpustnosti ve vodě (jedná se o 9 vitaminů) a v tucích (jedná se o 4 druhy vitaminů). Vitaminy rozpustné ve vodě zahrnují vitaminy skupiny B (thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxin, kyselina pantotenová, biotin, folacin a korinoidy) a vitamin C. Vitaminy rozpustné v tucích jsou vitaminy A, D, E a K [8].

#### 2.4.9 Voda

Voda je nejvíce zastoupena složkou masa. Z hlediska nutričního je bezvýznamná, má však velký význam pro sensorickou, kulinární a především technologickou jakost masa. Schopnost masa vázat vodu je jednou z nejvýznamnějších vlastností masa při jeho zpracování, poněvadž výrazně ovlivňuje kvalitu výrobků a ekonomickou efektivitu jejich produkce.

Voda je vázaná v libové svalovině, resp. v libovém mase, několika způsoby a různě pevně. Nejpevnější je v mase vázaná tzv. hydratační voda. Hydratační voda je vázaná na různé polární skupiny bílkovin na bázi elektrostatických sil. Váže se na disociované skupiny postranních bílkovinných řetězců a na karboxylové skupiny a na aminoskupiny v peptidové vazbě. Jako hydratační se označuje taková voda, která je vázaná v mnoha i multimoleku-

lární vrstvě a hydrofilní skupiny bílkovin. Další podíl vody je vázán mezi jednotlivé strukturálními částmi svaloviny a zbytek vody je volně pohyblivý v mezibuněčných prostorech. Asi 70 % celkového obsahu vody svaloviny je v myofibrilách, asi 20 % v sarkoplazmě a asi 10 % v mimobuněčném prostoru. Toto rozdělení vody není neměnné, jednotlivé podíly vody mohou přecházet na principu difuze. Technologie masa rozeznává v podstatě dvě formy existence vody v mase, vodu volnou a vodu vázanou. Kriteériem je, zda voda za daných podmínek z masa volně vytéká nebo ne.

- Voda volná, volně vytékající z masa
- Voda vázaná
  - hydratační,
  - imobilizovaná ve filamentech,
  - imobilizovaná mezi filameny,
  - uzavřená v sarkoplazmatickém prostoru,
  - extracelulární vázaná kapilárně.

Voda v mase a masných polotovarech i výrobcích se stanovuje sušením s pískem při 100 až 150 °C do konstantního úbytku hmotnostního vzorku [15].

#### 2.4.10 Minerální látky

Do skupiny minerálních látek obvykle řadíme látky, které tvoří popel po zpopelnění masa. Řadí se zde tedy i např. síra a fosfor, které byly před zpopelněním složkou organických látek. Minerální látky tvoří zhruba 1 % hmotnosti masa. Převážně jsou rozpustné ve vodě a ve svalovině se nachází ve formě iontů. Anionty hlavně fosforečnanů a hydrogenuhličitanů tvoří pufrovací systém svaloviny. Maso je zdrojem železa, vápníku, draslíku a hořčíku. Vápník je významný z hlediska svalové kontraktace a účastní se srážení krve, kromě toho je součástí kostních tkání. Železo je obsaženo především v hemových barvivech a volné v iontové formě a je velmi dobře využitelné lidským organismem. Z minerálních látek je zastoupen především fosforečnan draselný, v mase mořských ryb převládají zase soli sodné a zároveň je i významným zdrojem jódu. Slezina, játra a krev jsou zdrojem železa. Hovězí maso je mimo jiné velmi bohaté na zinek. Významný je i obsah zinku v mase [3,28].



### 2.4.11 Extraktivní látky

Jedná se o početnou nesourodou skupinu látek zastoupených v mase ve velmi malém množství. Společnou vlastností je jejich extrahovatelnost vodou při zpracování masa při teplotě 80 °C. Tyto látky mají podíl na tvorbě aromatu a chutnosti masa, jiné jsou součástí enzymů, některé mají významné funkce v metabolismu a postmortálních procesech. Největší význam mají sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté extraktivní látky [15].

#### 2.4.11.1 Dusíkaté extraktivní látky

Do této skupiny patří zejména aminokyseliny a peptidy. Hlavními zástupci aminokyselin jsou glutamin, kyselina glutamová, glycin, lysin a alanin. Při rozkladných procesech masa mohou vznikat biogenní aminy. Fungují jako nositelé chuti a aroma masa jednotlivých druhů zvířat [3].

#### 2.4.11.2 Sacharidy

Hlavním zástupcem sacharidů v mase je glykogen společně se svými meziprodukty a produkty jeho odbourávání. Tkáň s největší zásobou glykogenu jsou játra a svaly. Je uložen v cytoplazmatických granulích svalových a jaterních buněk. Ve svaly, který potřebuje ATP, je glykogen přeměňován na glukóza-6-fosfát, aby mohl vstoupit jako meziprodukt do glykolytické dráhy [9]. Během Krebsova cyklu je aerobně odbouráván za vzniku vody a oxidu uhličitého. Je velmi důležitý pro správný průběh postmortálních změn. Glykogen se ve fázi post mortem anaerobně rozpadá za vzniku kyseliny mléčné. Podle jeho obsahu ve svaly v okamžiku porážky dojde k hlubšímu či menšímu okyselení tkáň. U vyčerpaných zvířat s nízkým obsahem glykogenu dochází k abnormálnímu průběhu zrání. Proto je glykogen velmi významný z technologického hlediska a je tedy důležité aby mělo zvíře v okamžiku porážky maximální množství glykogenu ve svalech. Kromě glykogenu je v mase přítomen i cukr ribosa jako produkt štěpení nukleových kyselin a nukleotidů [3].

#### 2.4.11.3 Organické fosfáty

Jsou to zejména nukleotidy a nukleové kyseliny a jejich rozkladnými produkty. Prakticky nejvýznamnější jsou nukleotidy na bázi adeninu. V kg svalové tkáň jsou obsaženy jen

desetiny gramu nukleotidů. Adenosin trifosfát (ATP) je hlavním článkem přenosu energie ve svalech. Po usmrcení jatečných zvířat je ATP postupně degraduje na ADP, AMP a dále na IMP (kyselinu kosočinovou), inosin a hypoxantin a uvedené produkty odbourávání se podílejí na chutnosti upraveného masa [15].

### 3 VLASTNOSTI MASA

Stavba masa a jeho chemické složení ovlivňuje jeho technologické a organoleptické vlastnosti masa. Mezi nejvýznamnější tyto vlastnosti patří chutnost, křehkost, textura, barva a vaznost [24].

#### 3.1 Vaznost masa

Vaznost neboli schopnost masa vázat vlastní i přidanou vodu významně ovlivňuje jakost masných výrobků. Tato vlastnost ovlivňuje ekonomiku výroby, zejména ztráty vody při výrobě, skladování a tepelném opracování. Vaznost lze ovlivnit jak způsobem zacházení s masem, tak i různými přísadami.

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.

Hydratační voda se váže elektrostaticky na disociované skupiny a vodíkovými můstky na nedisociované hydrofilní skupiny. Hlavní podíl vody v mase je voda „volná“ ve fyzikálně-chemickém smyslu. Avšak pouze její část je volně pohyblivá, zbývající část je imobilizovaná (znehýbněná). Přitom i část vody volně pohyblivé je uzavřena v buňkách a svalových vláknech, takže ani tato voda nevytéká z masa volně, nýbrž teprve po porušení příslušných buněčných obalů [24].

**Imobilizovaná voda** je ta část vody volné ve fyzikálně-chemickém smyslu, která při naříznutí masa nevytéká a k jejímuž uvolnění je třeba použít zvýšeného tlaku. Imobilizace vody nastává v síti membrán a filament strukturálních bílkovin. Imobilizace vody v mase je závislá na nábojích v molekule bílkoviny. Význam nábojů pro imobilizaci spočívá v ovlivnění přitažlivých a odpudivých sil mezi jednotlivými peptidovými řetězci i dalšími strukturami svaloviny. Změnou poměru těchto sil 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 [24].

Zvětšením vzdálenosti mezi peptidovými řetězci bílkovin elektrostatickým odpuzováním se zvyšuje podíl imobilizované vody, snížení této vzdálenosti tvorbou příčných vazeb vede k úbytku podílu imobilizované vody. Hlavní měrou se na této imobilizaci podílí aktin a myosin, tj. tenká a tlustá filamenta. Změny vaznosti však nejsou dány jejich vzájemným podélným pohybem (zasouvání a vysouvání), nýbrž změnou příčné vzdálenosti a působících přitažlivých a odpudivých sil. Toto souvisí se změnami příčných vazeb mezi aktinem a myosinem. Bobtnání a zvětšování vaznosti nenastává jen oddálením aktinových a myosinových filament, ale i odpuzováním peptidových řetězců v myosinových filamentech. Imobilizovaná voda pak není uložena jen mezi aktinovými a myosinovými filamenty, ale i uvnitř samotných filament. Zvětšení vzdálenosti mezi aktinem a myosinem v důsledku zvýšení celkového náboje bílkoviny anebo rozpuštění příčných vazeb vede k přírůstku imobilizované vody. Při prostorových změnách dochází k výměně vody mezi filamenty myofibril a sarkoplasmatem. Imobilizace zásadním způsobem ovlivňuje spojování a štěpení příčných vazeb mezi bílkovinnými molekulami. Jde přitom o vazby: příčné iontové vazby přes vícemocné kationty (zejména vápník, hořčík a železo), vodíkové vazby mezi karbonylovými a aminoskupinami peptidových vazeb. Dále se uplatňují iontové vazby mezi kladně a záporně nabitými skupinami a disulfidové můstky cystinu [24].

Vazba vody v mase úzce souvisí se stupněm desintegrace masa. Svalovina, která je rozmělněná jen do té míry, že je dosud většina svalových vláken neporušena, má menší vaznost než jemně homogenizovaná tkáň, v níž je sarkolema roztrhána a filamenta jsou uvolněna z myofibril. Zatímco v prvním případě je bobtnání filament omezeno sarkolemmatem, popř. i vazivovými obaly svalu, mohou v druhém případě filamenta bobtnat prakticky bez omezení. Vaznost bývá tedy ovlivňována technologickým postupem při mělnění a míchání díla masných výrobků. Bylo zjištěno, že s postupujícím rozmělněním dochází k uvolnění tkáně a bílkovinné struktury pak mohou lépe bobtnat [24].

**Vaznost masa** je v technologii definována jako schopnost masa udržet svoji vlastní, případně i přidanou vodu při působení nějaké síly. Čím je tato síla vyšší, tím více vody přejde z imobilizovaného stavu do stavu volně pohyblivého. Analyticky zjišťovaný podíl imobilizované vody závisí nejen na působící síle, ale i na metodě, kterou tento podíl stanovujeme. Vaznost se obvykle vyjadřuje v % jako podíl vody vázané (tj. hydratační a imobilizované) ku celkovému obsahu vody v mase. Z faktorů, které ovlivňují schopnost masa vázat vodu,

je třeba zdůraznit pH, koncentraci solí, obsah některých iontů, intravitální vlivy, průběh posmrtných změn, rozmělnění masa. Mnohé z těchto faktorů je možné technologicky ovlivňovat, a tím také dosáhnout žádoucí vaznosti. Náboj bílkoviny a tím i vaznost významně závisí na pH. Při hodnotě pH přibližně 5,0 je vidět výrazné minimum vaznosti, které odpovídá hodnotě pH izoelektrického bodu (pI), kdy je vyrovnán počet kladných a záporných nábojů na molekule bílkoviny, opačně nabitě skupiny se přitahují maximální silou. Úpravou pH svaloviny (okyselením nebo zalkalizováním) směrem od izoelektrického bodu dochází ke změně disociace funkčních skupin bílkovin, což se projeví změnou rozložení kladných a záporných nábojů na molekule bílkoviny. Rozštěpí se tak některé příčné elektrostatické vazby mezi peptidovými řetězci a zvýšením koncentrace stejně nabitých skupin se vytvářejí mezi vlákny odpudivé síly. Jejich působením tak 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 [24].

### 3.2 Chut' masa

Chutnost masa je komplexní vjem chuti a aromatu. Na jejím vytváření se podílejí zejména extraktivní látky, které vznikají v průběhu zrání masa [24]. Chut' masa ovlivňuje množství tuku a to zejména tuk intramuskulární. Dále k chuti masa přispívají glutamin, inosin, hypoxanthin a pentosy [1]. Významný vliv má i Maillardova reakce, k níž dochází při záhřevu. Maillardova reakce je nejrozšířenější chemická reakce, která probíhá mezi redukcujícími sacharidy s aminosloučeninami. V průběhu těchto reakcí vzniká řada velmi reaktivních karbonylových sloučenin, které reagují vzájemně a také s přítomnými aminosloučeninami. Průvodním jevem těchto reakcí je vznik hnědých pigmentů, melanomů, a proto se tyto reakce nazývají reakce neenzymového hnědnutí [25]. U masa nastane Maillardova reakce, když denaturované proteiny na povrchu masa reagují s přítomnými cukry. Tato kombinace vytváří „masovou chut'“ a změnu barvy. Reakce nastává při teplotě nad 160 °C [26].

### 3.3 Barva masa

Barva masa je dána především obsahem a stavem hemových barviv. Je to velmi nápadný znak, podle kterého posuzuje spotřebitel kvalitu masa a masných výrobků. Protože souvisí

s dalšími jakostními znaky, mnohdy pomůže technologovi jednoduše hodnotit technologické postupy. Z hemových barviv jsou nejvýznamnější myoglobin a hemoglobin. Jejich molekula je tvořena komplexem bílkovinného řetězce globinu a barevné skupiny –hemu. Zatímco myoglobin má v molekule jeden tento komplex, hemoglobin čtyři [24].

**Myoglobin** je svalové barvivo, které slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech. Od hemoglobinu se liší větší afinitou ke kyslíku (podmínka předání kyslíku z krve do svalu) [24].

**Hemoglobin** je krevní barvivo, které zprostředkuje přenos kyslíku z plic do svalů. Je velmi podobný myoglobinu, liší se od něj zejména (čtyřnásobně velkou) relativní molekulovou hmotností. Není tedy svalovým barvivem, může však být v mase nalezen v různých koncentracích podle toho, jak dostatečně bylo zvíře vykřveno (toto platí zejména pro maso lovné zvěře). Jeho podíl z obsahu všech hemových barviv v mase činí v závislosti na stupni vykřvení i celkovém obsahu hemových barviv 10–30 %. Rozdílný podíl hemoglobinu závisí nejen na absolutním obsahu hemoglobinu, ale i na obsahu myoglobinu, je-li myoglobinu málo, je podíl hemoglobinu relativně vysoký [24].

Vzhledem k tomu, že svaly jsou různě namáhány, liší se také svými požadavky na kyslík. A v důsledku toho se myoglobin nachází ve svalech v různých koncentracích. Se stářím zvířete se zvyšuje koncentrace myoglobinu. Vyšší koncentrace myoglobinu způsobuje intenzivnější barvu masa. Barva masa se liší i podle druhu zvířat [27].

### 3.4 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. 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. Křehnutí masa lze případně urychlit pomocí zkřehčovacích enzymů – proteáz – nebo máčením do roztoku organických kyselin či jiných lázní. Rovněž 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 [24].

## 4 ZPŮSOBY TEPELNÉ ÚPRAVY

Tepelné opracování je základem většiny kulinárních úprav, přispívá k tržnosti masa. Využívá se při výrobě většiny masných výrobků k zajištění jejich struktury, tržnosti i organoleptických vlastností.

Při tepelném opracování se mění struktura bílkovin, bílkoviny denaturují. Stupeň denaturace se mění podle toho, kolik vodíkových vazeb se roztrhne. Stromatické bílkoviny se při záhřevu chovají odlišně od sarkoplasmatických a myofibrilárních. Nejvýznamnější jsou změny kolagenu. Zatímco při pouhém záhřevu na teplotu 60 – 70 °C dochází ke smršťení kolagenu a zvýšení jeho pevnosti, zahřívání v přítomnosti vody, a to zejména dlouhodobé, vede k denuraci kolagenních struktur. Kolagen se rozváří za vzniku želatiny a vyluhuje se z masa [24].

Při pokračujícím záhřevu dochází k desagregaci kolagenu, přičemž se vytváří polydispersní produkt označovaný jako želatina (glutin). Tepelný rozklad kolagenu a tvorba želatiny má význam u vařených masných výrobků i při kulinárním zpracování masa bohatého na vaziva, např. při přípravě guláše. Želatina se podílí také na textuře výrobků, soudržnosti částic díla, zvýšení pevnosti a soudržnosti [43].

Při tepelném opracování dochází k hmotnostním ztrátám, na nichž se podílí odpařování vody, výluh složek masa (při záhřevu ve vodě) a uvolňování šťávy při změnách bílkovinných struktur. Vedle snížení hmotnosti vedou tyto ztráty často ke zhoršení organoleptických vlastností, k ochuzení o nutričně cenné složky a představují také značné ekonomické ztráty. Hmotnostní ztráty se zvyšují s rostoucí teplotou v jádře [43].

Během tepelného opracování dochází ke změnám extraktivních látek, které pak ovlivňují chuť a aroma masa. Složky arómatu vznikají zejména z látek rozpustných ve vodě. Chutnost tepelně opracovaného masa je však ovlivněna i oxidací tuku; při záhřevu se totiž uvolňuje železo a oxidaci katalyzuje [43].

Chutnost masa významně ovlivňuje kyselina glutamová, popř. její sodná sůl. Vzniká z glutaminu, který při záhřevu odštěpuje amoniak. Existuje úzký vztah mezi chutností vařeného masa a rozpadem glutaminu. Pro posílení chutnosti se proto někdy při úpravě přidává do masa kyselina glutamová nebo glutamát [43].

Změny pachu a chuti jsou nejvýraznější při suchých pochodech v důsledku rozkladu složek masa na jeho povrchu. Vysychají vnější vrstvy masa, obohacují se zbývajícími bílkoviny, solemi a bázemi. Vytváří se křusta se žlutavým až hnědým zbarvením a nahořklou chutí; pravděpodobně zde jde mimo jiné i o Maillardovu reakci. Hnědá barva vzniká buď uvnitř povrchových myofibril, nebo je způsobena hnědými až černými krystaly, které se vytvářejí na povrchu z vytaveného tuku a masové šťávy obsahující bílkoviny. Při ohřívání tepelně upraveného a následně ochlazeného masa vystupuje často odchylný, nepříjemný pach. Tento přípach po záhřevu pochází z oxidačních produktů z mastných kyselin, vzniklých zejména oxidačními pochody v nenasycených mastných kyselinách fosfolipidů v membránách buněk [43].

Dostatečnost tepelného opracování se hodnotí různým způsobem. Při tepelném opracování je důležité určení okamžiku, kdy je maso právě dostatečně (optimálně) tepelně opracováno. Často je maso zahříváno nadměrně a to vede k velkým hmotnostním ztrátám, vysoké spotřebě energie, zhoršení organoleptických vlastností a snížení nutriční hodnoty [43].

Tepelné opracování se často řídí osvědčeným teplotním režimem (pro každý jednotlivý výrobek), nebo měřením teploty v jádře; lze však za určitých podmínek měřit i vlhkost v atmosféře, sled složení plynů v atmosféře, případně sledovat mechanické (reologické) vlastnosti. Při hodnocení z hlediska sensorického je třeba posuzovat šťavnatost, křehkost. Při kulinární úpravě se můžeme orientovat i podle barvy a podle vytékající šťávy po napíchnutí, při tepelném opracování pak hmatem podle konzistence díla a napnutí obalu [43].

K tepelnému opracování masa, mastných výrobků i jiných potravin se využívá několika způsobů, které se liší teplotou, způsobem sdílení tepla (kondukce, konvekce, radiace) a přítomností vody v teplotním médiu. Rozdíly jsou i v rychlosti sdílení tepla. Vliv na rychlost ohřevu má geometrický tvar ohřívajícího tělesa, jeho velikost, teplota prostředí, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění teplotního média, tepelná vodivost ohřívajícího materiálu. Vliv má rovněž uspořádání svalových vláken ke směru sdílení tepla [43].

V názvech jednotlivých způsobů tepelného opracování se objevují nepřesnosti, nejednotnosti a záměny. Proto je nutná podstata příslušného procesu. Zásadní dělení tepelného opracování rozlišuje způsoby suché a mokré. V prvním případě se pracuje v otevřené nádobě při teplotách nad 100 °C. V případě mokrého způsobu se pracuje v uzavřené nádobě, a to v prostředí vody či vodní páry a teploty jsou jen výjimečně vyšší než 100 °C [43].



## 4.1 Suché procesy

Suché způsoby jsou takové, kde působí „suché teplo“, tj. teplotnosné médium má nízký parciální tlak vodní páry. Používá se především pro křehké části masa s nízkým obsahem kolagenu (např. roštěná, pečeně, kýta). Při intenzivním záhřevu při nízkém parciálním tlaku vody dochází k osychání vnějších vrstev, v krátkém čase nastává hnědnutí a při dalším ohřevu může dojít i k zuhelnatění. Vyvíjí se typická příchut' a přípach. Vysušení vytváří na povrchu krustu, která klade velký odpor difúzi vody. Krusta musí zůstat křupavá a nesmí být připálená. Zabraňuje vytékání šťávy, což má význam zejména při pečení rozmraženého masa. Suché způsoby zahrnují pečení, smažení, grilování, kontaktní ohřev [43].

Pečení si uskutečňuje obvykle v pečící troubě, kde je teplo přenášeno přirozeným nebo nuceným prouděním vzduchu na maso ze všech stran. V průmyslu se využívá např. při výrobě sekané, je běžným způsobem i domácích kulinárních úprav. Teplota vzduchu je vyšší než 100 °C, což vede k dosažení teploty 65 – 67 °C v jádře [43].

Při grilování se teplo sdílí sáláním. Jedná se tedy o infračervený ohřev. Jako zdroj tepla pak funguje žhnoucí vrstva dřevěného uhlí či různě konstruované infrazářiče. Ohřívání objekt leží na grilovacím roštu nebo je napíchnut na rožni. Sálání vyvolává rychlý ohřev povrchových vrstev, vytváří se hnědá krusta s typickou chutností grilovaného masa. Grilování probíhá často nad dřevným uhlím. Přitom tuk odkapávající z masa padá na žhnoucí uhlí, podléhá zde pyrolýze a vzniklé látky, mezi nimi i benzo(a)pyren a další kancerogeny, se dostávají na maso [43].

Smažení je tepelný proces s využitím horké tukové lázně. Roztavený tuk zajišťuje rovnoměrný záhřev celého povrchu na teploty nad 100 °C za podmínek podobných jako při pečení. V důsledku své malé tepelné vodivosti chrání tuk výrobek před místním přehřátím. Výrobek získává charakteristické aroma a chuť tím, že vznikají specifické změny ve vnější vrstvě, která je zbavena vlhkosti. Teploty tukové lázně bývají vyšší než 150 – 180 °C. Zvláštním případem je smažení na tenké vrstvě tuku na pánvi či úplně bez tuku [43].

## 4.2 Mokrý procesy

Při mokřích způsobech tepelného opracování se přenos tepla na ohřívání materiál uskutečňuje teplotnosným médiem s vysokým obsahem vody; může to být mokřý vzduch, vlhká nebo přehřátá pára, voda nebo vývar. Vždy se pracuje v uzavřeném prostoru (nádoba s kry-

tem, skříň, tunel, autokláv). Mokrých způsobů se užívá především pro maso s vysokým obsahem kolagenu, kde dostatečné množství vody v teplotním médiu má zajistit hydrolyzu kolagenu a tím uvolnění tkáně, zlepšení šťavnatosti a křehkosti masa. Mokrý způsob jsou však i základem tepelného opracování většiny masných výrobků v masném průmyslu. Při nich nedochází k osušení povrchu a vytvoření hnědé krusty na povrchu. Využívají se nejen při výrobě většiny masných výrobků, ale i při jejich ohřevu před konzumací (např. ohřev párků). Mokrý způsob lze podle teploty a teplotního média rozdělit na pět skupin [24].

Pojem **vaření** se označuje ohřev ve vodě při teplotě varu. Vařit lze za atmosférického tlaku, za přetlaku (autokláv, Papinův hrnec) i za sníženého tlaku; tlaku pak odpovídá příslušná teplota varu. Při vaření se teplo sdílí přirozenou konvekcí vody; výhodou je velká tepelná kapacita vody a z toho vyplývající snadné udržení teploty, nevýhodou je velká spotřeba energie a významné vyluhování extraktivních látek a dalších složek (tuk, minerální látky, vitaminy) do vodní lázně.

Při kulinární úpravě je možné maso vkládat do vody ohřáté na teplotu varu nebo do vody studené a teprve pak ji přivést k varu. Vhodnost toho či onoho způsobu záleží na účelu úpravy. V prvním případě se srazí povrchová vrstva bílkovin, proto dochází k nižšímu vyluhu a maso je šťavnatější. Ve druhém případě dojde k většímu vývaru, maso není tak chutné, získá se však kvalitní vývar – polévka. Při tepelném opracování masných výrobků ve vodě by nemělo dojít k významnému poklesu teploty, aby se pod střechem vytvořila vrstva koagulovaných bílkovin a zabránilo se hmotnostním ztrátám do vody [24].

Záhřev masa ve vodní lázni může ovšem probíhat i při teplotách nižších než bod varu. Takový způsob se označuje jako **ohřívání**. Obvykle se využívá teploty kolem 75 °C; takto připravené kousky masa či masné výrobky jsou chutnější a šťavnatější. Způsob lze považovat za vhodný zejména při opětovném ohřevu masných výrobků či masa již tepelně opracovaného.

Při tepelném opracování velkých kusů, např. tzv. dušené šunky, dochází po delší době, která je dána relativně malou rychlostí vedení tepla v mase, k velkému přehřívání povrchových vrstev. Proto se v poslední době využívá buď tzv. stupňovitého vaření, kdy se teplota stupňovitě zvyšuje podle dosažené teploty v jádře, nebo se přímo udržuje konstantní rozdíl

mezi teplotou vody a teplotou v jádře – mluví se o tzv.  $\Delta T$  ohřevu. Teplotní rozdíl bývá pro šunky 10 – 25 °C [24].

Jako **paření** se označuje ohřev v mokré páře, která působí na maso ze všech stran; pára přenáší teplo přirozenou nebo nucenou konvekcí. Je možné pracovat i za přetlaku. Oproti ohřevu ve vodě dochází k nižšímu výluhu extraktivních látek, s ohříváním materiálem se lépe manipuluje, je menší spotřeba energie. Nevýhodou však je nerovnoměrnost teplotního pole v ohříváném prostoru.

Paření je pro průmysl důležitou fází tepelného opracování většiny masných výrobků; dovážení v páře či v mokřím vzduchu je závěrečnou fází uzení a tepelného opracování měkkých salámů a drobných masných výrobků, tepelné opracování pečených masných výrobků se dokončuje pařením v termolusech (tepelně izolovaná skříň). V kulinářství se využívá zejména k ohřevu některých uzenin či kousků masa již tepelně opracovaného [24].

**Dušení** je dvojfázový způsob ohřevu. Nejprve se maso krátkodobě osmaží na malém množství tuku, aby se vytvořila senzoricky žádoucí hnědá povrchová vrstva. Ve druhé fázi se maso tepelně opracovává v páře v uzavřené nádobě; pára vzniká varem malé vrstvy kapaliny na dně nádoby. Kapalina se uvolňuje vytékáním z dušeného masa, kondenzací vody odpařené z masa, případně se přilévá malé množství vody („podlítí“). Dušení se využívá zejména u hovězího masa s vysokým obsahem kolagenu, u něhož se má získat chutnost masa pečeného [24].

**Mikrovlnný ohřev** zkracuje dobu ohřevu, prohřívání probíhá v celém objemu téměř současně, i když u větších kusů je třeba počítat s absorpcí mikrovln. Nedochází k výluhu extraktivních látek či arómových složek kouře, není nijak ovlivněna nutriční hodnota potravin. Nevýhodou tohoto postupu je nerovnoměrný ohřev elektricky nehomogenních materiálů a skutečnost, že nedochází k vytvoření povrchové zhnědlé vrstvy, charakteristické pro suché pochody. Proto se často mikrovlnný ohřev kombinuje s infračerveným ohřevem, který zajistí vytvoření této vrstvy [24].

**Odporový ohřev** využívá přeměnu elektrické energie na tepelnou při průchodu elektrického proudu ohříváním materiálem. Při ohřevu masa tímto způsobem se používají elektrody z grafitu nebo ze zlata, pokud musí být střídavý a mívá obvykle vyšší frekvenci [24].

### 4.3 Změny při tepelném opracování

#### 4.3.1 Denaturace bílkovin

Bílkovina se stává záhřevem nerozpustnou a tento děj je ireverzibilní. Změna struktury je vyvolána tepelným pohybem molekul, tedy i peptidových řetězců, uvolňují se vodíkové můstky a tím se mění struktura bílkovinné molekuly. Po vychlazení se sice vodíkové můstky zase vytvoří, jsou však již orientovány jinak. K uvolnění vodíkových vazeb je potřebná přítomnost vody, jinak nevyvolá denuraci ani záhřev nad bod varu. Po denuraci (vysrážení) bílkovin záhřevem nedochází k výraznému zlepšení stravitelnosti, protože bílkoviny v masě jsou obecně stravitelné i v syrovém stavu. Výjimkou je maso, které obsahuje vyšší podíl kolagenu, kdy se převedením kolagenu na želatinu stravitelnost výrazně zvyšuje [28].

#### 4.3.2 Hmotnostní ztráty

Při tepelném opracování jsou hmotnostní ztráty způsobeny odpařováním, výluhem složek masa při záhřevu ve vodě a uvolňováním šťávy v důsledku denaturace a koagulace bílkovin. To často způsobuje zhoršení organoleptických vlastností, ochuzení o nutričně cenné složky a ekonomické ztráty. Při tepelném opracování, např. v udrně, dochází i ke ztrátám tuku vykapáváním, které však nepřesahují obvykle 1 % hmotnosti salámu. Tuk začíná tát při teplotách kolem 20 °C, při 26 – 28 °C v díle je již z větší části v kapalném stavu a při 60 °C je úplně roztaven. Deformace bílkovinných struktur pod denuraci (při 45 – 75 °C) a smrštění kolagenu (nad 55 °C) vede k uvolnění šťávy a zmenšení celkového objemu. Zmenšení objemu může činit až 43 % původní hodnoty a může dojít až ke ztrátě 70 % obsahu vody. Ztráty výluhem lze omezit vařením masa ve vývaru z předchozích partií [28].

#### 4.3.3 Barevné změny

Barevné změny jsou způsobeny denurací hemových barviv na šedohnědé. V přítomnosti dusitanů dochází během záhřevu k vytvoření nitroxyhemochromu (zrůžovení). Na povrchu se vytváří krusta se žlutavým až hnědým zabarvením a nahořklou chutí. Pravděpodobně zde jde o Maillardovu reakci, a hnědé skvrny vznikají buď uvnitř povrchových myofibril, nebo je způsobena hnědými až černými krystaly, které se vytvářejí na povrchu z vystaveného tuku a masové šťávy obsahující bílkoviny [28].

#### 4.3.4 Změny aroma a chuti

Změny aroma a chuti jsou výrazně ovlivněny kyselinou glutamovou, popř. její sodnou solí. Pro posílení chutnosti masa a proto někdy při kulinární úpravě přidává Glutasol, přičemž samotný glutamin má málo výraznou chuť, zesiluje však chuťové vjemy jiných složek. Sloučeniny síry při velmi nízkých koncentracích vyvolávají příjemné aroma, významně se podílí na vůni konzerv.

Ztráta esenciálních aminokyselin je při běžné tepelné úpravě pokrmů malá, většího rozsahu nabývá při termosterilaci. Ztráta vitamínu B komplexu dosahuje 10-60 %, zejména při uchování masa po dlouhou dobu v ohřátém stavu [28].

## 5 SPECIFIKACE HMOTNOSTNÍCH ZTRÁT PŘI ZPRACOVÁNÍ POTRAVIN

Závažným činitelem, který se může negativně projevit v hygienické jakosti připravovaných a podávaných pokrmů, jsou ztráty různého druhu. Vznikají v průběhu celého potravinového řetězce od zemědělské výroby přes oběh, skladování, finální kuchyňskou úpravu až po vlastní podávání stravy. Abstrahujeme-li od základu podmínky zdravotní nezávadnosti, dělí se tyto ztráty u poživatin na tři základní druhy, a to fyzické (hmotnostní), technologické a nutriční, k nimž by se měla nutně vázat i smyslová (senzorická) hodnota, poněvadž právě ta může mít značný odraz (tj. pozitivní nebo negativní) při využití požití stravy v našem organismu [10].

### 5.1 Vznik hmotnostních ztrát

Hmotnostní ztráty vznikají při:

- a) skladování
- b) prvotním opracování
- c) tepelné přípravě
- d) porcování
- e) konzumaci

ad a) Ztráty při skladování bývají malé, úměrné skladovacím podmínkám. Je však možné předpokládat, že tyto ztráty jsou již téměř zanedbatelné z důvodu možnosti častých objednávek právě potřebných surovin [11].

ad b) K prvotnímu opracování patří odblanění a odstranění nejedlých částí včetně kostí, které tvoří největší váhový úbytek. Výše těchto ztrát roste s větším množstvím méně odborných pracovníků, kteří maso připravují [11].

ad c) Hmotnostní úbytky se uskutečňují při tepelné přípravě převážně ztrátou vody, případně i jiných látek, např. tukových, dusíkatých nebo i nerostných. Mění se přitom hlavně poměr vody k ostatním složkám. Ztráty jsou ovšem měnivé, pohybují se od několika málo procent (např. u brambor vařených ve vodě) do několika desítek procent (např. u vařených

nebo smažených čerstvých hub) a závisejí značně na způsobu kuchyňské úpravy i na druhu použité potraviny [10].

Celkový přehled průměrných hmotnostních ztrát v jednotlivých fázích zpracování (v % hm.) [10].

**Tabulka 9: Průměrné hmotnostní ztráty (v % hm) [10]**

Technologické fáze	Rozpětí hmotnostních ztrát (v % hm)	
	maso	
	vepřové	hovězí
prvotní opracování	1,4 - 2,8	1,1 - 2,2
tepelná úprava	30,6	34,1
porcování	0,4 - 0,9	0,4 - 0,8
konzumace	1,7 - 3,4	1,7 - 1,9

Tabulka 9 ukazuje podíly hmotnostních ztrát v jednotlivých fázích zpracování masa, z nichž je patrné, že k největším hmotnostním ztrátám dochází právě při jeho tepelném opracování.

## 5.2 Hmotnostní ztráty při tepelné úpravě

Tepelná příprava má za následek nejen úbytek hmotnosti masa, jak je patrné z následující Tabulky 10, ale také úbytek hmotnosti živin, způsobený jednak výluhem, jednak částečným znehodnocením masa při nesprávném způsobu jeho úpravy [10].

**Tabulka 10: Procentní hmotnostní ztráty při tepelném zpracování [10]**

Druh masa	Způsob úpravy			
	Vaření	Dušení	Pečení	Smažení
Vepřové	30,5	31,7	30,6	20,8
Hovězí	30,4	32,9	34,1	---

Největší hmotnostní ztráty u masa vznikají právě při vaření, což ukazuje tabulka 10. Aby bylo možno výši ztrát kontrolovat, vydávají si různé organizace materiálové normy, které uvádějí výtěžnost masa po různých způsobech tepelného zpracování (viz. Tabulka 11 a 12) [1,10,11].

**Tabulka 11: Výtěžnost masa po vaření podle vojenských norem [10]**

100 g syrového masa a hmotnostní ztráty (%)

Druh masa	Výtěžnost syrového masa [g]	Ztráta při tepelném opracování [% hm.]
hovězí s kostí vařené	57	43
hovězí s kostí dušené	52	48
hovězí s kostí pečené	60	40
hovězí žebro	48	52
vepřový bůček vařený	67	33
vepřové pečené	58	42
vepřová plec dušená	51	49
vepřové mleté pečené	70	30

**Tabulka 12: Výtěžnost masa po vaření podle materiálových norem pro restaurační stravování [10]**

Druh masa	Výtěžnost syrového masa [g]	Ztráta při tepelném opracování [% hm.]
hovězí žebro s kostí vařené	65	35
hovězí vařené bez kosti	62	38
hovězí bez kosti pečené (dušené)	63	37
vepřové pečené	63	37
vepřový bůček pečený	60	40
vepřová plec, kýta pečená	64	36
sekaná pečené	80	20

Pozn.: z tabulek je patrné, že materiálové normy pro restaurační stravování jsou přísnější než normy vojenské.

Při tepelném opracování dochází k hmotnostním ztrátám, na nichž se podílí kromě odpařování vody a výluhu složek v mase zejména uvolňováním šťávy při změnách bílkovinných



struktur. Vedle vlastního snížení hmotnosti vedou tyto ztráty často ke zhoršení organoleptických vlastností, k ochuzení o nutričně cenné složky a znamená to i ekonomické ztráty [1].

Je patrné, že hmotnostní (ale i nutriční) ztráty nejsou při tepelném opracování zanedbatelné.

Nutriční ztráty vznikají především v důsledku hmotnostních ztrát, kdy se ztrátou určitého podílu hmotnosti dochází i ke ztrátám nutričním. Kromě toho jsou způsobovány působením tepla, oxidací, vyluhováním a slunečním zářením. Citlivost jednotlivých nutričních složek k vyjmenovaným vlivům je různá, stejně jako k vlivu pH prostředí [23].

## 6 TEXTURA MASA

Texturou se rozumí všechny mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti výrobků, vnímatelné prostřednictvím mechanických, dotykových, případně zrakových a sluchových receptorů [29].

Mechanické vlastnosti se vztahují k reakci výrobků na namáhání. Dělí se na pět základních charakteristik, tj. tvrdost, soudržnost, viskozitu, pružnost, přilnavost.

Geometrické vlastnosti jsou ty, které se vztahují k rozměru, tvaru, uspořádání částic výrobků.

Povrchové vlastnosti jsou ty, které se vztahují na počitky, vyvolávané vlhkostí, anebo obsahem tuku [29].

Texturní vlastnosti vyjádřené fyzikálními parametry označujeme za objektivní.

- Texturní parametry jsou důležité při konzumaci
- Zajištění stálé jakosti výrobků
- Jeden z hlavních faktorů kvality potravin
- Monitoring procesu výroby a tím snižování nákladů na nestandardní výrobu

Textura je důležitým znakem kvality masa, někdy dokonce důležitější než aroma a barva [31].

### 6.1 Textura a křehkost

V případě masa se velmi často používá místo výrazu textura termín křehkost, ačkoli nejde přesně o tytéž vlastnosti. Zatímco textura zahrnuje vjem v ústech i mimo ně, křehkost je jednou z vlastností textury, která je vnímána jen v ústech. Je diskutabilní, zda je křehkost čistě organoleptická vlastnost nebo komplex fyzikálních vlastností.

Křehkost může být definovaná jako senzorycky vnímaná snadnost, s níž je struktura masa dezorganizovaná během žvýkání [32].

Celkový vjem křehkosti na horní patro obsahuje tři faktory: počáteční snadnost, s jakou pronikají zuby masem, snadnost, s kterou se maso láme na fragmenty a množství zbytků, které zůstávají po žvýkání [30].

Křehkost a i textura přímo závisí na mechanických vlastnostech potraviny, což je jeden z důvodů, proč se mohou používat mechanické testy pro její hodnocení.

S přibývajícím obsahem intramuskulárního tuku (do 3,5 %) se křehkost zvyšuje. Podíl tuku ovlivňuje plemeno, výživa, pohlaví a kastrace [33].

Křehkost masa je dána jeho strukturou, stavem a chemickým složením. Pro dosažení křehkosti je třeba masa 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 rovněž dochází enzymovou cestou při zrání masa. Kulinární zpracování dlouhodobým záhřevem v přítomnosti vody znamená převedení kolagenu na želatinu a změknutí masa [34].

Křehkost je dále ovlivňována obsahem intramuskulárního tuku: maso s vyšším obsahem tuku bývá křehčí. Křehkost masa se hodnotí buď senzorycky, nebo objektivně nejčastěji jako síla ve stříhu (N) naměřená metodou podle Warnera a Bratzlera [1].

Je prokázáno, že tuhost masa nezávisí jen na obsahu kolagenu, ale také na jeho rozložení, na stabilitě příčných vazeb a na síle kolagenních vláken [33].

## 6.2 Šťavnatost

Na textuře masa se podílí kromě křehkosti i šťavnatost.

Šťavnatost tepelně upravovaného masa je zpočátku vnímána jako pocit vlhkosti, kdy se uvolní velké množství šťávy. V další fázi je vnímán pomalu se uvolňující tekutina a stimulační účinek tuku na tok slin. Vjem šťavnatosti v druhé fázi je trvalejší.

Velmi se liší u různých živočišných druhů a závisí na druhu svalu a způsobu tepelné úpravy. Hodně mramorované maso z dospělých zvířat je šťavnatější než méně mramorované maso z mladých zvířat. Maso z mladých zvířat dává při počátečním žvýkání výrazný pocit vlhkosti v ústech, avšak konečný pocit je suchost.

Křehkost a šťavnatost jsou v těsném vztahu: čím je maso křehčí, tím rychleji se uvolňuje při žvýkání masová šťáva a maso se zdá šťavnatější. Šťavnatost méně křehkého masa je však vyšší a rovnoměrnější, pokud se tuk a šťáva uvolňuje pomalu [30].

## 7 FAKTURY OVLIVŇUJÍCÍ TEXTURU MASA

Vlivů působících na jakost masa je celá řada a každý z nich může mít různou intenzitu projevu a rozdílnou praktickou závažnost. K jejich členění jsou rozdílné přístupy. Jatečná zvířata jsou ve svém vývoji a kvalitě ovlivňována z časového hlediska faktory prenatálními a intravitálními [35].

Na jakost masa působí vlivy genetické, intravitální a postmortální. Znalost všech vlivů je velmi důležitá pro možnost eliminace nebo alespoň částečného omezení vlivů negativních a pro posilování a využívání vlivů pozitivních a to na principu zpětné vazby [35].

Pojem intravitální vlivy jsou označovány všechny faktory, které působí na zvíře za života, tj. během výkrmu a v době před porážkou a vlastním zpracováním. Vliv na jakost a produkci masa má živočišný druh, plemeno, pohlaví, věk, ranost, kastrace, způsob výživy, úroveň výživy, nemoci, použití léků, stres, podmínky při přepravě [1].

Jiné členění rozděluje vlivy na vnitřní (genetické) a na vnější (faktory prostředí).

### 7.1 Živočišný druh

Jednotlivé živočišné druhy mají rozdílné chemické složení a poměrné zastoupení tkání v těle. V důsledku toho se liší i vlastnosti masa různých živočichů. Rozdílný je zejména obsah tuku, poměr svaloviny a pojivové tkáně a s tím související křehkost, vaznost a barva [1].

### 7.2 Plemeno

Plemeno je nejčastěji definováno jako skupina zvířat stejného fylogenetického původu.

Ukládání svalového tuku, které se projevuje mramorováním masa, celkovou jakost masa zlepšuje. Plemeno s menším tělesným rámcem mívají jemnější strukturu svalových vláken, plemena s větším tělesným rámcem mívají větší podíl svaloviny a méně intramuskulárního tuku [35].

### 7.3 Pohlaví, věk a hmotnost

Vliv pohlaví se nejvýrazněji prosazuje v rozdílnosti tvorby a ukládání tuku u zvířat samčího a samičího pohlaví. Maso samic obsahuje obecně více tuku než maso samců. Ukládaný tuk tak ovlivňuje senzoričnou a technologickou jakost masa [35].

S postupujícím věkem se zvyšuje křehkost v důsledku ukládání intramuskulárního tuku, současně však na křehkost negativně působí zvyšující se obsah kolagenu. Z hlediska kvality se za optimální považuje porážet prasata ve věku 6 měsíců, skot ve věku 2 – 6 let [1].

### 7.4 Vliv výživy

Výživa zvířat ovlivňuje obsah tuku a změny v podílu pojivové tkáně. Při nedostatečné výživě nastává pokles svalové hmoty, přičemž obsah pojivové tkáně zůstává nezměněn [37].

Různá krmiva mají rozdílné účinky na jakost masa. Mají-li pozitivní vliv na zdravotní a výživový stav zvířat, pak většinou kladně ovlivňují jakost masa. Podle stupně výživového stavu můžou být jatečná zvířata přetučnělá, tučná, protučnělá, zmasilá, hubená nebo zhubenělá [35].

Vliv na kvalitu masa má i před porážkové ustájení. Zvířata bývají ustájena buď jednotlivě, nebo se využívá ustájení ve skupinách. Pokud jdou na porážku ihned nebo jsou naopak příliš dlouho ustájená, může dojít ke vzniku myopatií.

Celkově se zdá, že chov je důležitější v ovlivňování tuhosti masa než věk anebo rod [36].

## 8 HODNOCENÍ TEXTURY MASA

Metody pro hodnocení textury masa se rozdělují do tří kategorií.

Pro hodnocení křehkosti se obvykle používá senzorická analýza, která je však časově náročná, proto bývá často nahrazována instrumentálními metodami (fyzikálními a chemickými) a nepřímými metodami [38].

Z fyzikálních metod je nejvhodnější metodou měření síly ve stříhu (vyjadřující křehkost masa) podle Warnera a Bratzlera, protože nejlépe koreluje se senzorickým hodnocením křehkosti. Když se dělá paralelně se senzorickou analýzou, může být toto měření použité pro určení prahu přijatelnosti masa [30].

Metodou stříhu podle Warnera a Bratzlera se měří síla ve stříhu masa definovaných rozměrů. Nejlepším prediktorem křehkosti je síla ve stříhu. Výsledky měření závisí na typu nože, který je buď ve tvaru trojúhelníku, nebo čtverce, a na podmínkách analýzy, zejména směru působení síly na svalová vlákna a na rychlosti měření. Při nejpoužívanější konfiguraci je rovina stříhu vedena kolmo na svalová vlákna. Čím vyšší je rychlost měření, tím nižší je síla ve stříhu. Také rozměry vzorku a způsob tepelné úpravy ovlivňují křehkost masa. Upřednostňuje se měření po tepelné úpravě [30].

Metoda má však určité nevýhody, zjištěné hodnoty nejsou jen odrazem křehkosti, ale celkovou výslednicí více veličin. Přesto se předpokládá, že korelační koeficient mezi hodnotami síly ve stříhu dle Warnera a Bratzlera a senzoricky hodnocenou křehkostí dosaženou v různých publikovaných pracích se pohybuje mezi 0,60 - 0,85 [29].

Nejčastěji používaným přístrojem na měření textury je testovací systém Instron. Je to univerzální testovací zařízení, původně určené na měření fyzikálních vlastností kovů a gumy, se skládá z mechanického pohonného systému, systému na měření aplikované síly v tahu anebo tlaku [31].

### 8.1 Senzorická analýza

Při senzorickém hodnocení masa a mastných výrobků se textura posuzuje pohmatem a ochutnáváním v dutině ústní. Při ochutnávání v ústech lze rozlišit tři fáze; kousání, žvýkání a polykání. Lze přitom pozorovat až 20 různých fyzikálních vlastností, které se dělí na

mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti. Úkolem hodnotitele je kvalitativně určit vlastnosti a kvantitativně vyhodnotit jejich intenzitu [29].

## 8.2 Mechanické vlastnosti

Mechanické vlastnosti jsou ty, které se vztahují k reakci potraviny na mechanické namáhání a dělí se do několika parametrů; uvádí je ČSN ISO 11036. Senzorické a fyzikální definice mechanických vlastností textury masa jsou uvedeny v tabulce v Příloze P 3. První čtyři parametry se týkají přitažlivých sil, působících mezi částicemi potraviny a bránící rozpadu, zatímco přilnavost se vztahuje spíše na povrchové vlastnosti. Soudržnost a žvýkatelnost se mechanicky neměří přímo, a proto se dopočítávají. Geometrické vlastnosti souvisí s rozměrem, tvarem a uspořádáním částic potraviny. Jsou vnímány dotykovými receptory umístěnými v kůži, v ústech (zejména na jazyku) a hrdle. Tyto vlastnosti jsou rozlišitelné vzhledem potraviny [29].

Povrchové vlastnosti se týkají počitků vyvolávaných vlhkostí anebo podílem tuku. V ústech se rovněž týkají způsobu, jakým jsou tyto složky uvolňovány. Vlhkost je povrchová texturní vlastnost, která popisuje vnímání vody absorbované nebo uvolněné z potraviny. Znamená to nejen celkové množství vnímané vlhkosti, ale i typ, rozsah a způsob jejího uvolnění nebo absorpce. Obsah tuku je povrchová texturní vlastnost vztahující se na vnímání celkového podílu nebo jakosti tuku (jeho teplota tání) v potravine [41].

Pro kvantitativní popis texturních charakteristik se kromě hodnocení jednotlivých vlastností používá analýza texturního profilu. Profil textury se upřednostňuje proto, že poskytuje kompletní analýzu všech texturních vlastností [38].

ČSN ISO 11036 popisuje metodu vytvoření profilu textury potravinářských výrobků: zahrnuje intenzitu, tj. stupeň, do něhož je vlastnost vnímatelná a pořadí výskytu vlastností, které může být vyznačeno následovně:

1. Fáze před žvýkáním nebo bez žvýkání zahrnuje všechny geometrické, vlhkostní a tukové vlastnosti vnímané vizuálně nebo dotykem (kůže, ruka, rty).
2. Při prvním skousnutí jsou pozorované mechanické a geometrické vlastnosti a vlastnosti tuku a vlhkosti, vnímané ústy. V této fázi pozorujeme tvrdost, soudržnost, hustotu nebo viskozitu a lámavost (křehkost).

3. Ve fázi žvýkání jsou vlastnosti jako žvýkatelnost, přilnavost a gumovitost vnímané dotykovými receptory v ústech během žvýkání anebo absorpce.
4. V reziduální fázi se hodnotí změny, které nastávají v průběhu žvýkání anebo absorpce, jako je rozsah a typ rozmělnění, absorpce vlhkosti a tvorba povlaku v ústech.
5. Při polykání se vnímá snadnost polknutí a popis jakýchkoliv zbytků, zbývajících v ústech [29].

Výhoda těchto přístrojů tedy spočívá v širokém rozsahu použití, výměnných sondách a nástavcích, časové nenáročnosti v měření, zpracovávání záznamů počítačovým programem tzn. Automatizace vyhodnocování, statistické zpracování, grafické výstupy [39].

V dnešní době existuje několik společností, které se zabývají výrobou analyzátorů textury potravin a jejich zdokonalováním, neboť právě znalost této vlastnosti může výrobcům potravin pomoci zlepšit skladovatelnost a chuť jejich produktů.

### **8.2.1 Mechanické způsoby hodnocení textury**

Ačkoliv je složité přesně definovat křehkost masa fyzikálními pojmy, tento pojem zahrnuje schopnost masa být stříhané, stlačované, mělněné, a tudíž závisí přímo na mechanických vlastnostech svalu. Proto se pro hodnocení křehkosti masa používají právě mechanické testy [40].

Mechanické způsoby hodnocení textury se dělí na fundamentální, imitující (napodobující) a empirické testy.

Fundamentální testy měří jednu nebo více fyzikálních vlastností pro přesný popis vlastností potravin; výsledky těchto testů však špatně korelují se sensorickým hodnocením. Je to pochopitelné, protože potravina se sílami v ústech rozbije na tisíce malých kousků, což není čistě inženýrská záležitost. Nejpoužívanějším fundamentálním testem je uniaxiální stlačování [43].

Pro hodnocení křehkosti masa se hodně používá empirických testů. Ačkoliv jejich definice není jednoduchá, výborně korelují se sensorickým hodnocením. Mechanická zařízení napodobují stříhání, penetraci, kousání, mělnění a stlačování zuby a jejich cílem je s co nejvyšší spolehlivostí předpovědět vnímání křehkosti spotřebitelem. Obvykle se měří síla ve



stříhu, průnik kovového hrotu do masa, síla potřebná ke stlačení vzorku do definované deformace, elektrický výkon potřebný k pomletí vzorku masa, namáhání svalu v tahu [42].

Imitující testy napodobují některé aspekty žvýkání při sensorickém hodnocení. Jde většinou o stlačování napodobující počáteční fázi žvýkání. Data mohou být analyzována a získá se texturní profil potraviny. Analýza profilu textury (TPA) nejlépe koreluje se sensorickým hodnocením [43].

## 9 TEXTUROMETRY – ANALYZÁTORY TEXTURY

Pro měření textury se v dnešní době používají analyzátory textury tzv. texturometry. Tyto přístroje napodobuje proces žvýkání, místo kompletní soupravy lidských zubů.

Přístrojem je možné stanovit několik texturních charakteristik v jednom testu. S pomocí pístů z různých materiálů, velikosti tvarů, se dosáhne těsnějšího přiblížení k takovému účinku sil, jakému podléhá potravina v ústech.

Naměřené křivky závislosti síly na čase představují kontinuální záznam spektra textury testovaného materiálu.

V dnešní době existuje několik společností, které se zabývají výrobou analyzátorů textury potravin a jejich zdokonalováním, neboť právě znalost této vlastnosti může výrobcům potravin zlepšit skladovatelnost a chuť jejich produktů.

### 9.1 Příklady analyzátorů

#### 9.1.1 TA. HD plus

Analyzátor TA. HD plus (viz obr. 1) je extrémně účinný, schopný velmi rychlého testování, měření síly, vzdálenost čas ve většině základních testů, a tím poskytuje třidimenzionální analýzu produktu. Hlavní výhodou analyzátoru je jeho mnohostrannost a snadné použití [39].



Obr. 1 Analyzátor TA. HD plus

### 9.1.2 TA.XT analyzátor

Analyzátor textury TA.XT je přístroj na stanovení textury a mechanických vlastností potravin, které korelují se senzorickým hodnocením – tvrdost, lepivost, křehkost apod. Je řízen pomocí PC, který slouží zároveň pro snímání dat.

S těmito druhy analyzátorů lze provádět měření v tahu, tlaku, cyklování, penetrometrická měření, relaxační testy potravin, farmaceutických a chemických produktů. Výhodou přístroje je možnost měření jak při konstantní rychlosti, tak při konstantním zatížení [39].



Obr. 2 Analyzátor textury TA.XT plus



Obr. 3 Analyzátor textury TA.XT express

## 10 TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA

Při analýze texturního profilu jsou vzorky stejných rozměrů stlačovány mezi deskami ve dvou cyklech na 50 % původní výšky vzorku. Rychlost poklesu stlačovací desky je 50 mm za minutu. Hodnocenými parametry jsou maximální síla při prvním stlačení (tvrdość 1 [N]), maximální síla druhého stlačení (tvrdość 2 [N]), soudržnosť [-] a gumovitost [N] [30].

Texturní profilová analýza (TPA) používá univerzální testovací přístroj ke dvojitému stlačení vzorku pro simulaci žvýkání. Výsledky TPA pro vzorky masa zahrnují hodnoty tvrdosti, pružnosti, koheze, lepivosti a žvýkatelnosti. Technika zahrnuje stlačení vzorku v několika (obvykle dvou) cyklech za přesně definovaných podmínek. Tento test stlačování napodobuje žvýkání potraviny. Které vlastnosti jsou měřeny, závisí na konkrétním výrobku [30].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 11 CÍL PRÁCE

Ke splnění hlavního cíle diplomové práce Vliv grilování na reologické vlastnosti masa byly stanoveny následující dílčí cíle:

- Vypracování literární rešerše ke zvolenému tématu s detailním zaměřením na texturní analýzu,
- Realizovat tepelnou úpravu grilováním tří druhů mas (drůbeží, vepřové a hovězí) a provést,
- Reologická měření vlastností čerstvých a následně grilovaných mas,
- Zjistit hmotnostní ztráty vlivem grilování během stejného časového období,
- Provést vyhodnocení získaných dat a stanovit závěry.

## 12 MATERIÁL A METODICKÝ POSTUP

### 12.1 MATERIÁL

#### 12.1.1 Maso

Ke sledování vlivu tepelné úpravy různých druhů mas byly zakoupeny vzorky v obchodní síti. Byly zakoupeny vzorky drůbežího masa (kuřecí prsní sval) o celkové hmotnosti 1 kg, vepřového masa (vepřová kotleta) o celkové hmotnosti 1 kg a hovězího masa (hovězí zadní kýta) o celkové hmotnosti 1 kg. Pro dané sledování byly vzorky zakoupeny v den experimentu (nebyly upravovány ani tepelně ani chlazeny). Po zakoupení byly vzorky vloženy do termotašek a převezeny k provedení experimentu.

Všechny vzorky masa byly nakrájeny na kostky 2x2x2 cm a z nich poté vzorky o velikosti 1x1x1 cm. Každé měření probíhalo 4x po 5 minutách (5 - 20 min.) u masa kuřecího, vepřového a hovězího.

Vzorky masa pro texturní analýzu byly před započítím samotného experimentu vytemperovány na teplotu  $6\pm 1$  °C. Byl připraven gril. Grilování probíhalo 5 min., 10 min., 15 min. a 20 min., vzorky byly otáčeny po 2,5 min.

0 min. čerstvé maso – analyzovány 4 vzorky bez grilování přímo na texturní analýzu

5 min. grilování – odebrány 4 vzorky a TA

10 min. grilování – odebrány zase 4 vzorky a TA

15 min. grilování – odebrány zase 4 vzorky a TA

20 min. grilování – odebrány zase 4 vzorky a TA

Tedy celkem každého masa 20 vzorků, celkem tedy 60 vzorků.

#### 12.1.2 Gril

K experimentu byl použit elektrický gril od výrobce Philips se stálou teplotou značky Philips HD 4419/20 . Velkou výhodou elektrického grilu je právě možnost nastavení přesné teploty, dobrá manipulace a snadná údržba.



Obr. 4 Elektrický gril Philips 4419/20 se stálou teplotou

### 12.1.3 Texturní analýza

Texturní vlastnosti byly měřeny pomocí texturního analyzátoru TA.XT plus (Stable Micro Systems, Velká Británie). Analýza probíhala ve dvou po sobě následujících kompresích (25-30 %), kde byl vzorek o rozměrech 1x1x1 cm umístěn na desku přístroje a stlačován sondou o průměru 50 mm o 50 % své výšky. Přístroj TA.XT plus se musí nejprve kalibrovat, a to pomocí kalibračního závaží o hmotnosti 5 kg. Kalibrace postačuje 1x denně. Kalibruje se výška, tím se nastaví základ a nastaví se nula.

Výstupem z měření je zaznamenání síly – pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ ) do grafu.

#### 12.1.3.1 Princip měření textury analyzátozem TA.XT plus

Přístroj kontinuálně zaznamenává sílu, dráhu a čas za současné deformace materiálu v tahu nebo tlaku. Deformaci vzorku umístěného na základně přístroje provádí pohyblivé rameno s tenzometrem, který zaznamenává působící síly. Do tenzometru v rameni se upevňují sondy a nástavce, stejně tak i na základnu. Průběh měření se zaznamenává prostřednictvím počítačového programu ve formě deformační křivky. Propracovaný počítačový program dovoluje další zpracování křivek jako je statistické hodnocení záznamů (stanovení maximální, minimální a průměrné hodnoty, směrodatné odchylky, variačního koeficientu sledovaného parametru, atd.), matematické výpočty (označení maxima, minima parametru na křivce, výpočet plochy pod křivkou, stanovení maximální, minimální a průměrné křivky a porovnání ostatních křivek vůči nim, atd.), ukládání záznamů k dalšímu zpracování,



a jiné. Tím je uživateli umožněno sledovat měřený materiál za delší časový úsek. Přístroj pracuje na základě uživatelem zadaného nastavení. Obsluha definuje podle zvoleného režimu (měření síly nebo dráhy v tahu nebo tlaku) a podmínek měření nastavitelné parametry. Obslužný program je konstruován tak, aby si uživatel mohl všechny parametry nastavení uložit a při dalším měření jen rutinně opakovat. Využívá se tzv. projektů a maker. Tím se zjednodušuje obsluha přístroje na minimum [39].

## 12.2 Metodický postup

Vzorky masa byly nakrájeny na kostky 2x2x2 cm a z nich poté vzorky o velikosti 1x1x1 cm. Každé měření probíhalo 4x po 5 minutách (5 - 20 min.) u masa kuřecího, vepřového a hovězího. Grilování probíhalo 5 minut, otáčení po 2,5 minutách.

Texturní vlastnosti byly měřeny pomocí texturního analyzátoru TA.XT plus. Analýza probíhá ve dvou po sobě následujících kompresích (25-30 %), kde byl vzorek o rozměrech 1x1x1 cm, umístěn na desku přístroje a stlačován sondou o průměru 50 mm o 50 % své výšky.

Vzorky masa pro texturní analýzu byly před započítáním samotného experimentu vytemperovány na teplotu  $6\pm 1$  °C.

Výstupem z měření je zaznamenání síly – pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ ) do grafu.

Průběh měření se zaznamenává prostřednictvím počítačového programu ve formě deformační křivky.

Pro stanovení hmotnostních ztrát byly použity laboratorní váhy typu KERN PCP 6000-0. Výrobce laboratorních vah KERN PCP 6000-0 je firma Kern & Sohn GmbH.

Jedná se o stolní přenosné váhy (viz. Obr. 5).



Obr. 5 Laboratorní váhy KERN PCP 6000-0

Vlastní měření probíhalo u každého druhu masa ve 4 opakováních v průběhu grilování masa.

Vážení probíhalo vždy před a po grilování v časovém průběhu od 5 min do 20 min.

Vzorky masa byly nakrájeny na velikost 2x2x2 cm.

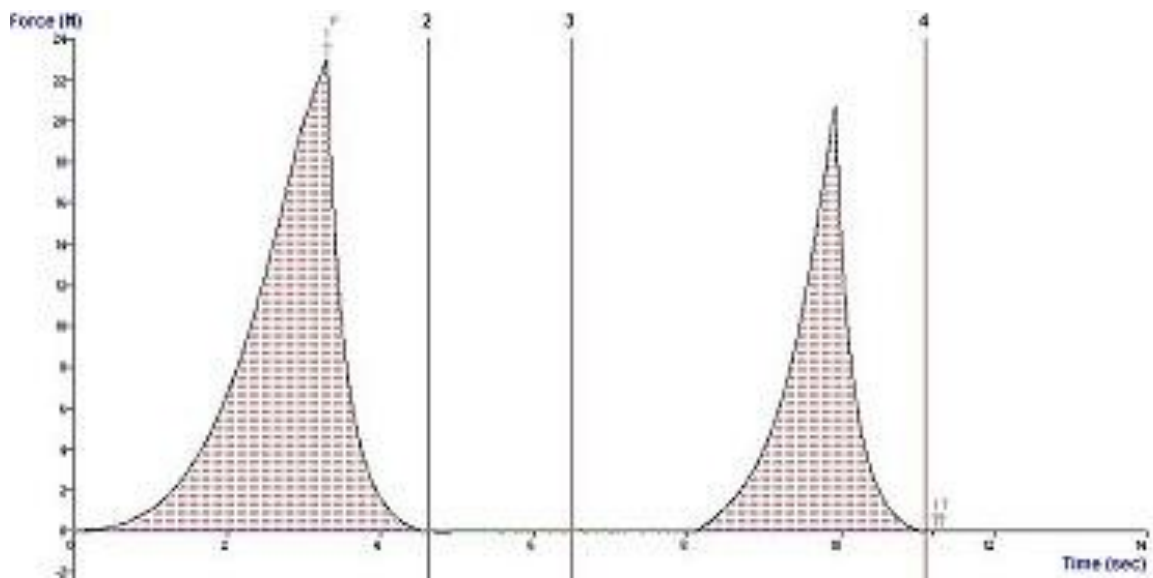
### **12.3 Statistické vyhodnocení**

Výsledky byly vyhodnoceny variačně statisticky (ANOVA) dle metod popsanych v práci Snedecor a Cochran [44] a za pomoci programů Office Excel@Microsoft a Unistat v 5.1. [45].

### 13 VÝSLEDKY A DISKUSE

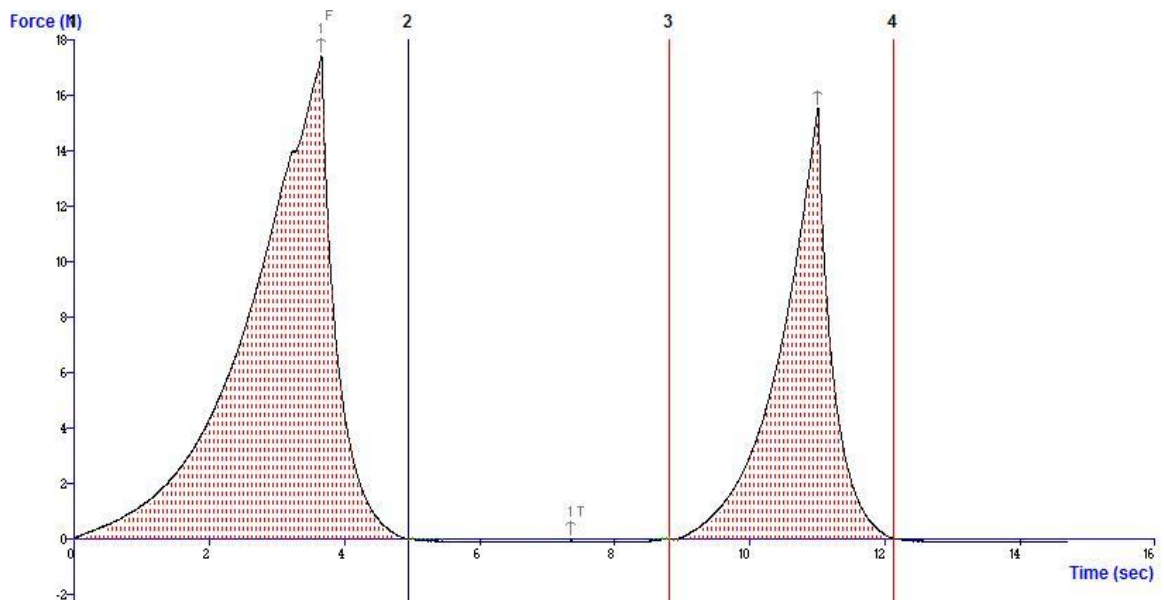
Na základě metodického postupu byla provedena texturní analýza.

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků čerstvého kuřecího masa je uvedeno v Grafu 1.



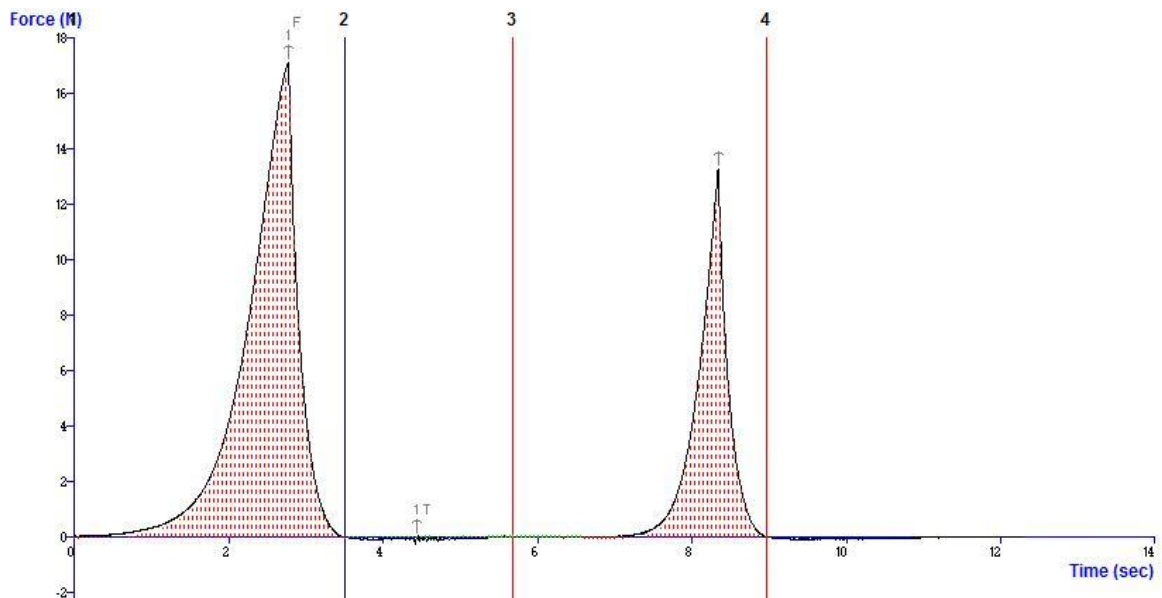
Graf 1: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ )  
- kuřecí maso čerstvé

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků kuřecího masa grilovaného 5 minut je uvedeno v Grafu 2.



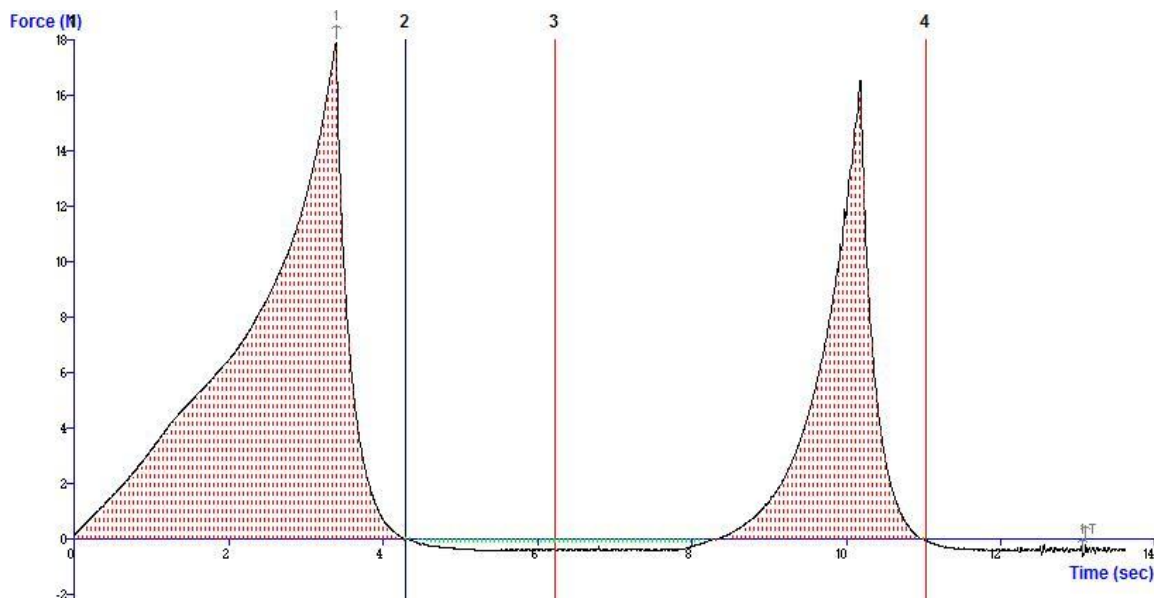
Graf 2: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ )  
- kuřecí maso grilované 5 minut

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků kuřecího masa grilovaného 10 minut je uvedeno v Grafu 3.



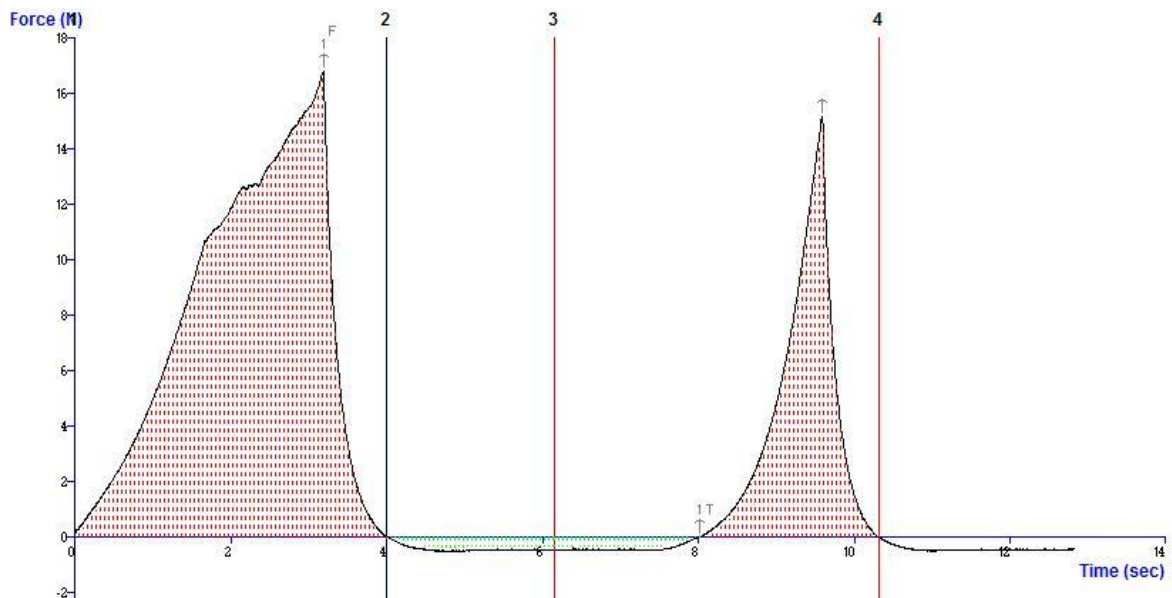
Graf 3: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ )  
- kuřecí maso grilované 10 minut

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepidlosti u vzorků kuřecího masa grilovaného 15 minut je uvedeno v Grafu 4.



Graf 4: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepidlosti ( $A_3$ )  
- kuřecí maso grilované 15 minut

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepidosti u vzorků kuřecího masa grilovaného 20 minut je uvedeno v Grafu 5.



Graf 5: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepidosti ( $A_3$ ) - kuřecí maso grilované 20 minut

Průměrné statistické hodnoty analyzovaných vzorků jsou uvedeny v Tabulce 13.

**Tabulka 13: Průměrné statistické hodnoty pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepidosti pro kuřecí maso (průměr±S.D.)**

ukazatel	doba grilování v min				
	0	5	10	15	20
F	19,60±2,469	21,01±5,594	18,65±2,150	18,90±5,924	26,02±5,215
$A_2/A_1$	0,47±0,064	0,45±0,069	0,43±0,087	0,54±0,131	0,58±0,084
$t_1$	8,90±3,346	8,92±3,498	10,12±2,471	9,21±2,426	9,30±2,174
$A_3$	-0,02±0,072	-0,07±0,090	-0,55±0,338	-0,65±0,490	-0,66±0,871

F – pevnost;  $A_2/A_1$  – soudržnost;  $t_1$  – elasticita;  $A_3$  – lepidost; S. D. – směrodatná odchylka

Hmotnostní ztráty v g a % u kuřecího masa v průběhu grilování jsou uvedeny v Tabulce 14.

**Tabulka 14: Hmotnostní ztráty v g a % u kuřecího masa v průběhu grilování**

čas v min.	Hmotnostní ztráty	
	g	%
5	2,5	19,4
10	2,8	22,0
15	3,6	28,3
20	4,0	31,4

Analýzou průměrných hmotnostních ztrát jsme zjistili, že hmotnostní ztráty rostou s časem grilování.

Při vyhodnocení (pevnosti)  $F$  kuřecího masa jsme zjistili, že pevnost roste do 5 min. grilování, k poklesu pevnosti došlo v 10 a 15 min. grilování a ve 20 min. nastal prudký vzestup pevnosti.

Analýzou  $A_2/A_1$  (soudržnost) kuřecího masa do 10 min. docházelo k poklesu v 15 a 20 min. došlo k vzestupu soudržnosti.

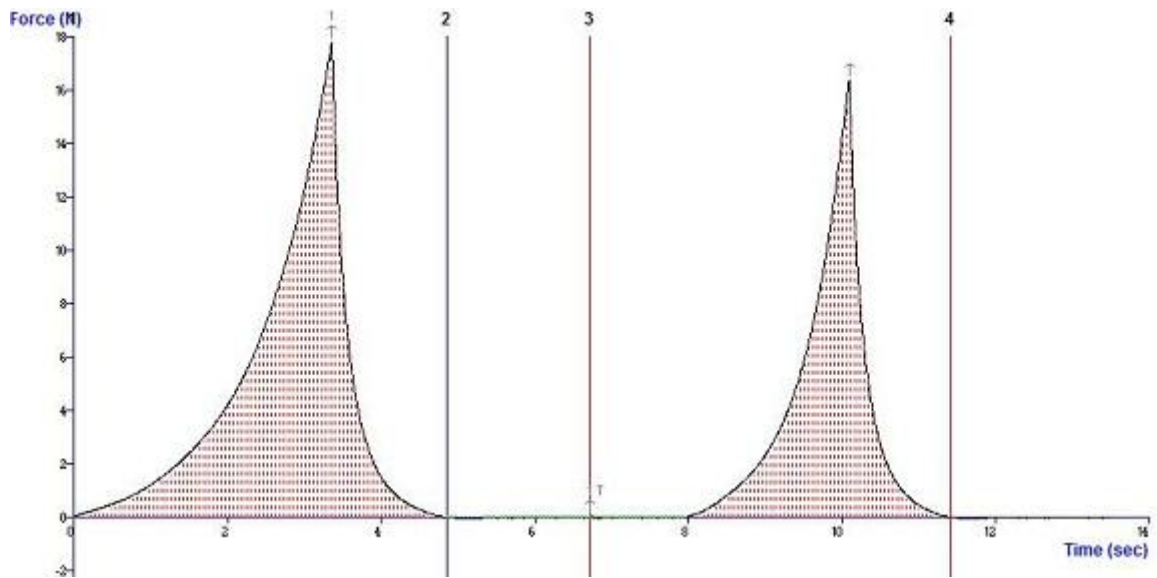
Pro  $t_1$  (elasticitu) kuřecího masa docházelo k vzestupu do 10 min. a poté v 15 a 20 min. došlo k poklesu.

Pro  $A_3$  (lepivost) kuřecího masa dle hodnot v tabulce docházelo po celou dobu k vzestupu až do 20 min. grilování.

Diskuse - při porovnání průměrných hmotnostních ztrát námi zjištěnými hodnot s údaji uváděnými [10] jsme dospěli ke stejným údajům.

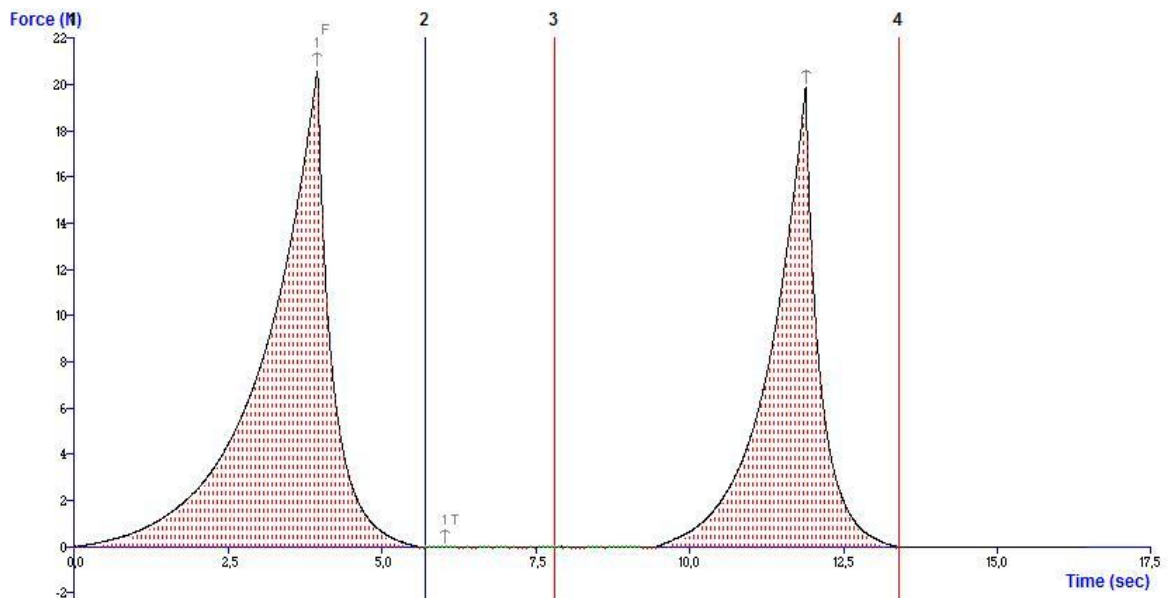


Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepidlosti u vzorků čerstvého vepřového masa je uvedeno v Grafu 6.



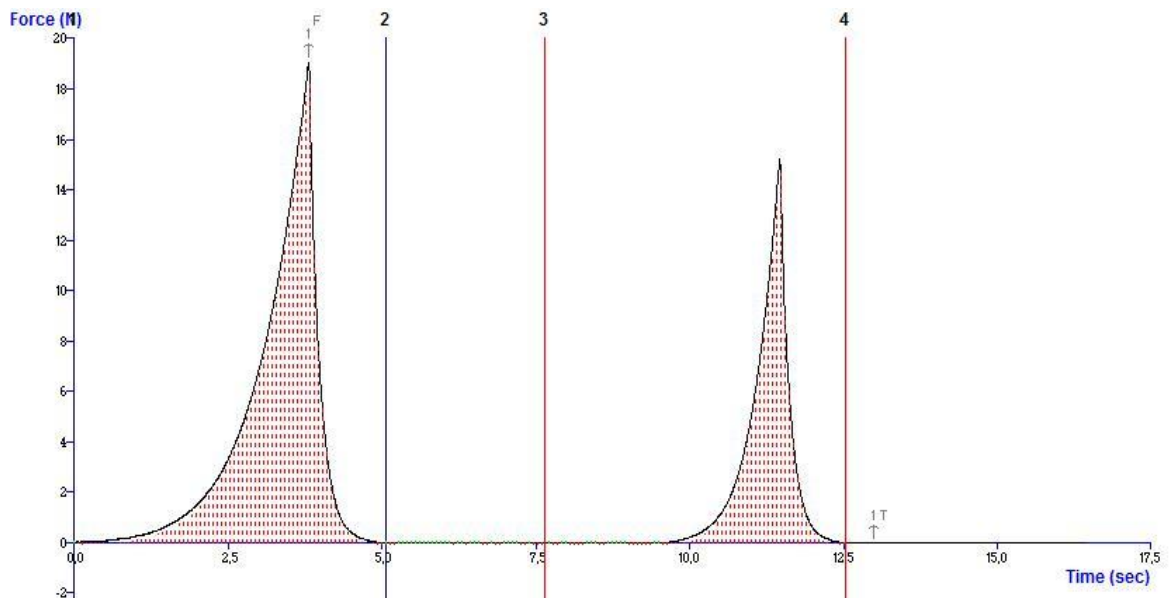
Graf 6: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepidlosti ( $A_3$ )  
- vepřové maso čerstvé

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků vepřového masa grilovaného 5 minut je uvedeno v Grafu 7.



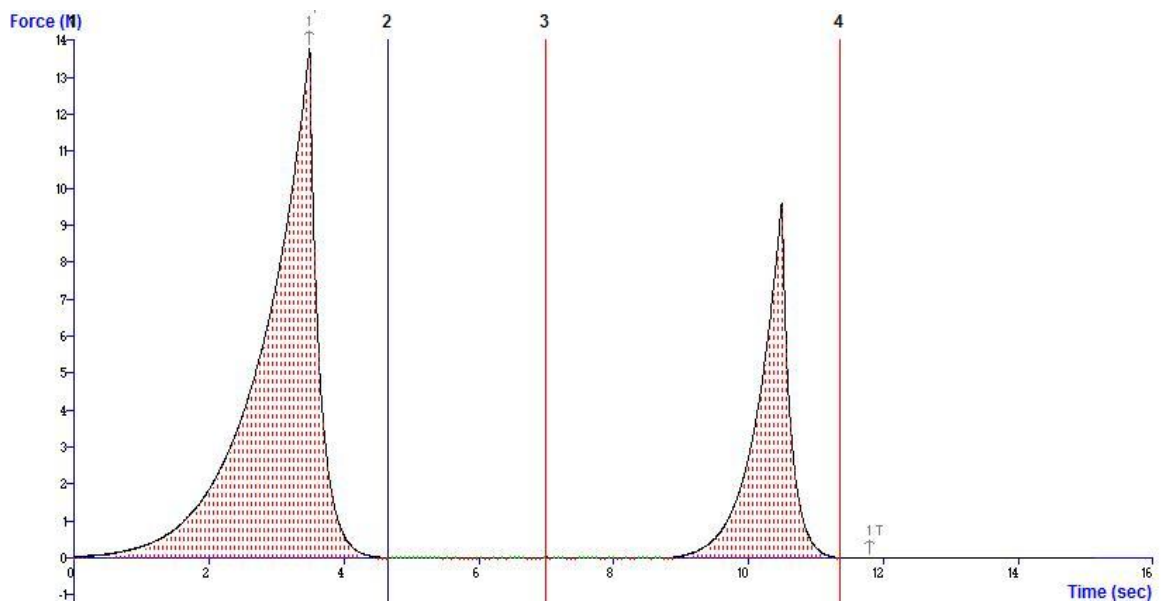
Graf 7: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ ) - vepřové maso grilované 5 minut

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků vepřového masa grilovaného 10 minut je uvedeno v Grafu 8.



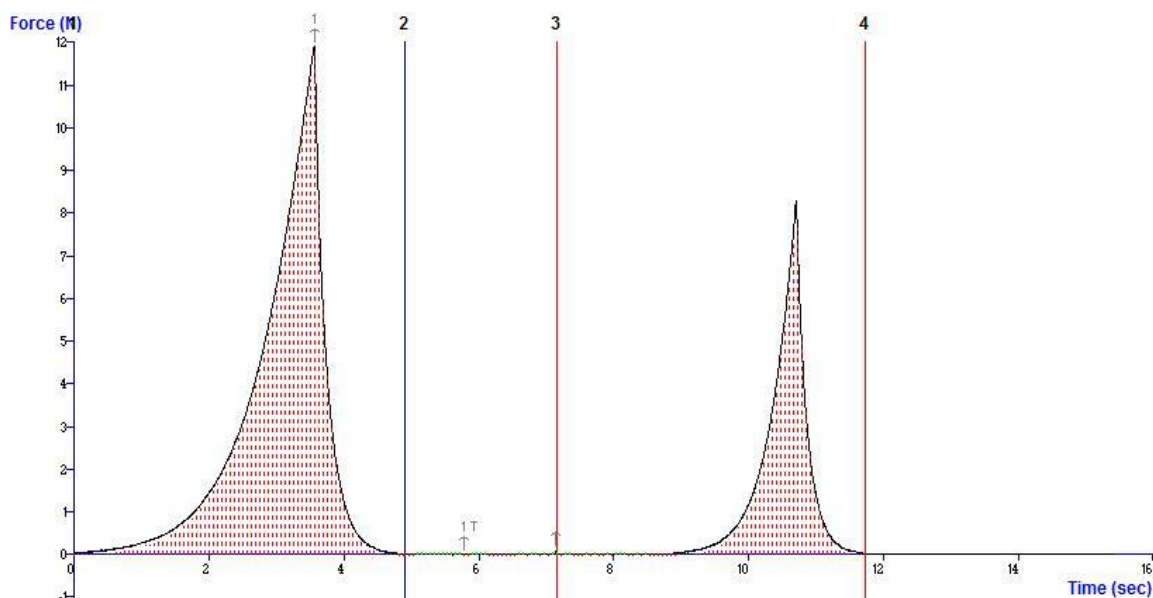
Graf 8: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ ) - vepřové maso grilované 10 minut

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků vepřového masa grilovaného 15 minut je uvedeno v Grafu 9.



Graf 9: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ ) - vepřové maso grilované 15 minut

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků vepřového masa grilovaného masa 20 minut je uvedeno v Grafu 10.



Graf 10: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ ) - vepřové maso grilované 20 minut

Průměrné statistické hodnoty analyzovaných vzorků jsou uvedeny v Tabulce 15.

**Tabulka 15: Průměrné statistické hodnoty pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti pro vepřové maso (průměr±S.D.)**

ukazatel	doba grilování v min				
	0	5	10	15	20
F	11,91±2,001	16,04±2,722	21,11±2,264	22,15±2,311	26,26±6,183
$A_2/A_1$	0,40±0,167	0,44±0,049	0,56±0,143	0,58±0,042	0,63±0,031
$t_1$	4,95±2,864	10,65±2,844	6,05±0,790	10,09±3,361	12,31±3,363
$A_3$	-0,01±0,044	-0,02±0,001	-0,03±0,017	-0,03±0,006	-0,04±0,033

F – pevnost;  $A_2/A_1$  – soudržnost;  $t_1$  – elasticita;  $A_3$  – lepivost; S. D. – směrodatná odchylka

Hmotnostní ztráty v g a % u vepřového masa v průběhu grilování jsou uvedeny v Tabulce 16.

**Tabulka 16: Hmotnostní ztráty v g a % u vepřového masa v průběhu grilování**

čas v min.	Hmotnostní ztráty	
	g	%
5	1,3	10,1
10	2,1	16,1
15	3,2	24,9
20	3,4	26,5

Analýzou průměrných hmotnostních ztrát jsme zjistili, že hmotnostní ztráty rostou s časem grilování.

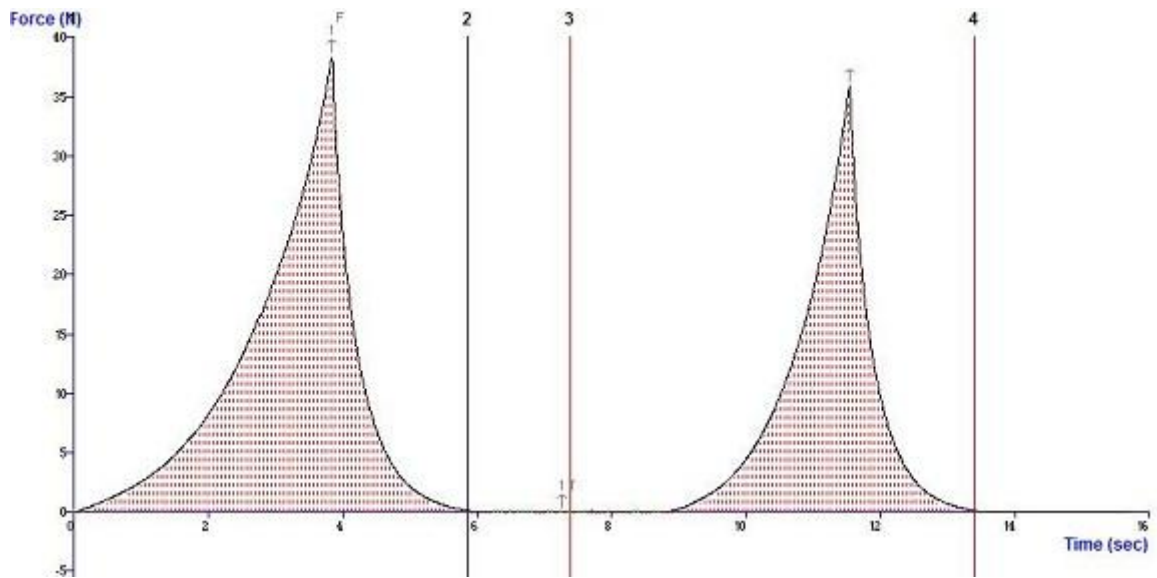
Při vyhodnocení (pevnosti)  $F$  vepřového masa jsme zjistili, že pevnost roste vzestupně až do 20 min. grilování.

Analýzou  $A_2/A_1$  (soudržnost) vepřového masa do 20 min. grilování dochází k vzestupu. Pro  $t_1$  (elasticitu) docházelo k vzestupu do 5 min. a poté v 10 min. došlo k prudkému poklesu a v 15 min. a 20 min. grilování došlo k opětovnému vzestupu.

Pro  $A_3$  (lepivost) hodnoty dle tabulky po celou dobu docházelo k vzestupu až do 20 min. grilování.

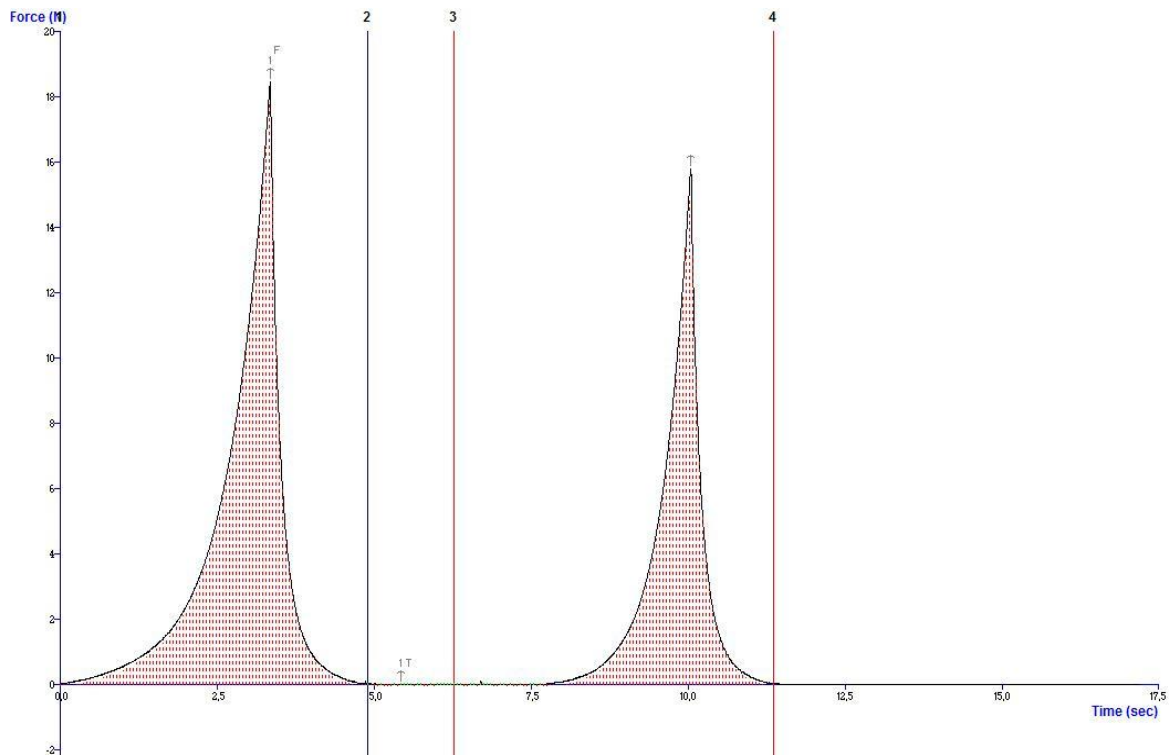
Diskuse - při porovnání průměrných hmotnostních ztrát námi zjištěných hodnot s údaji uváděnými [10] jsme dospěli k rozdílným údajům. Zdroj [10] uvádí větší hmotnostní ztráty, ale my jsme zjistili hmotnostní ztráty menší.

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepidlosti u vzorků čerstvého hovězího masa je uvedeno v Grafu 11.



Graf 11: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepidlosti ( $A_3$ )  
- hovězí maso čerstvé

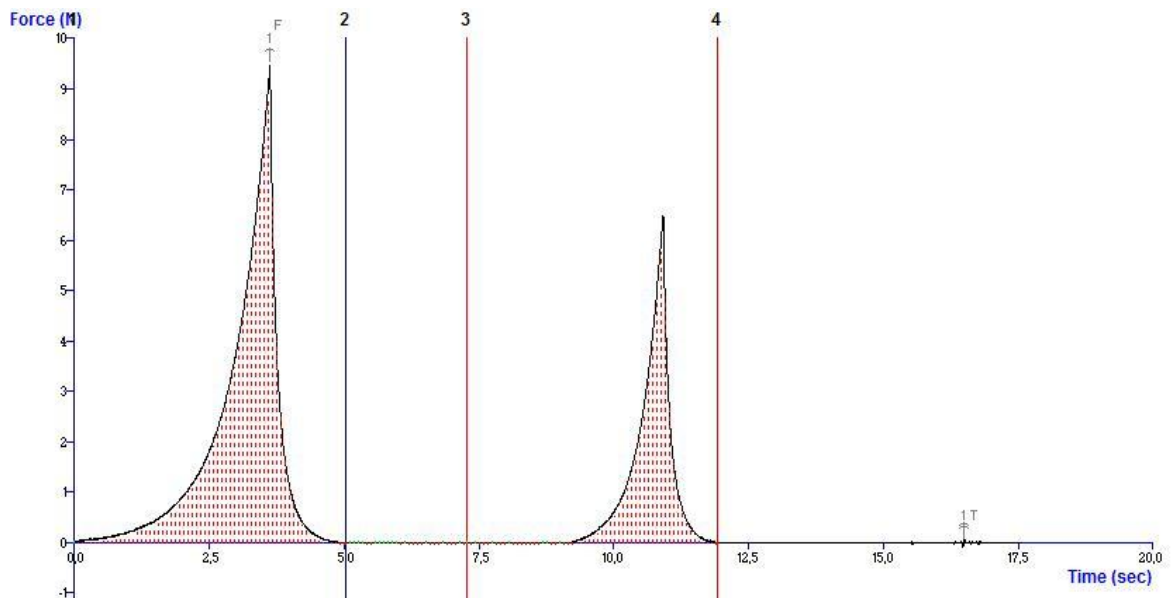
Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků hovězího masa grilovaného 5 minut je uvedeno v Grafu 12.



Graf 12: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ ) - hovězí maso grilované 5 minut

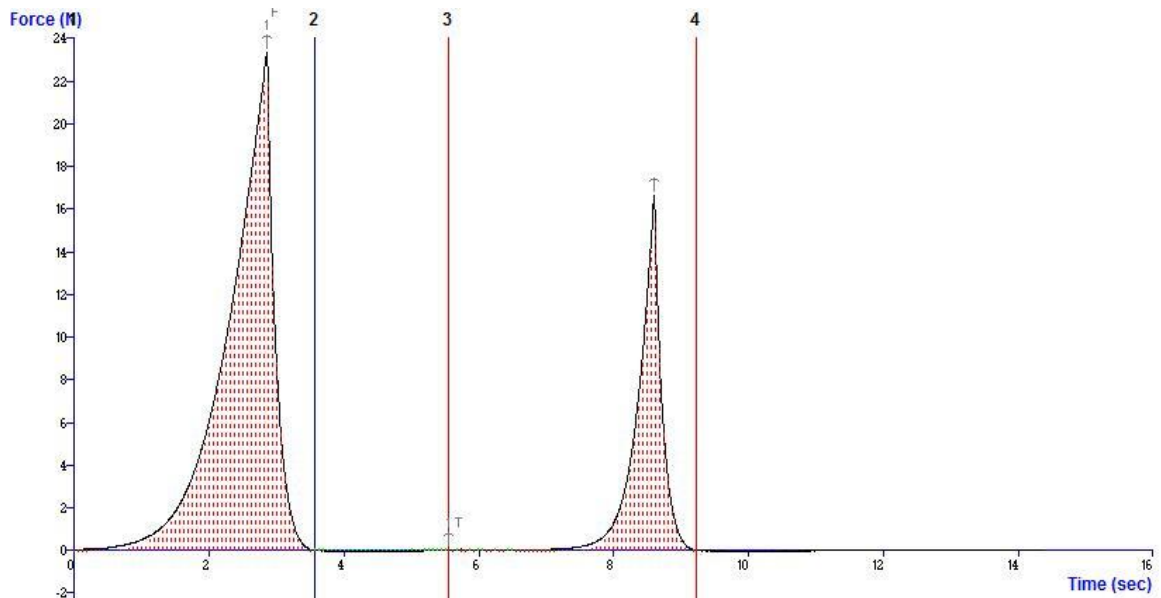


Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků hovězího masa grilovaného 10 minut je uvedeno v Grafu 13.



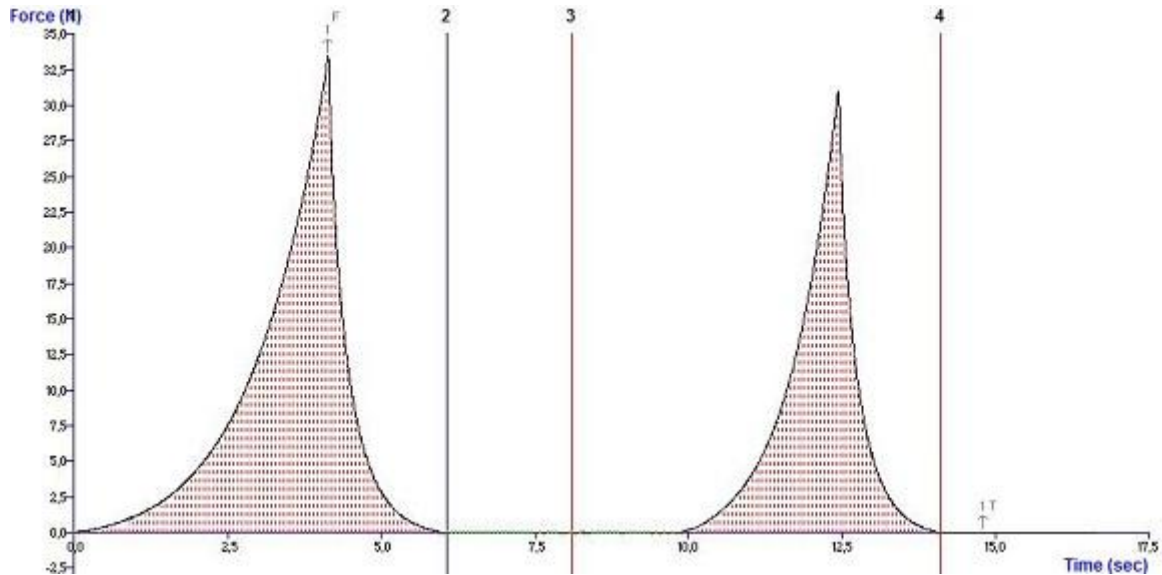
Graf 13: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ )  
- hovězí maso grilované 10 minut

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepivosti u vzorků hovězího masa grilovaného 15 minut je uvedeno v Grafu 14.



Graf 14: Grafické vyjádření pevnosti ( $F$ ), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti ( $A_3$ )  
- hovězí maso grilované 15 minut

Grafické vyjádření pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepidosti u vzorků čerstvého hovězího masa po 20 min. je uvedeno v Grafu 15.



Graf 15: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepidosti ( $A_3$ ) - hovězí maso grilované 20 minut

Průměrné statistické hodnoty analyzovaných vzorků jsou uvedeny v Tabulce 17.

**Tabulka 17: Průměrné statistické hodnoty pevnosti, soudržnosti, elasticity a lepidosti pro hovězí maso (průměr±S.D.)**

ukazatel	doba grilování v min				
	0	5	10	15	20
F	23,21±3,162	25,01±3,328	30,67±2,523	25,75±4,172	34,58±6,217
$A_2/A_1$	0,44±0,079	0,53±0,070	0,64±0,030	0,72±0,085	0,77±0,047
$t_1$	5,26±0,474	8,51±4,217	11,54±1,109	8,37±4,158	8,04±5,155
$A_3$	-0,01±0,022	-0,02±0,004	-0,03±0,013	-0,05±0,044	-0,14±0,222

F – pevnost;  $A_2/A_1$  – soudržnost;  $t_1$  – elasticita;  $A_3$  – lepidost; S. D. – směrodatná odchylka

Hmotnostní ztráty v g a % u hovězího masa v průběhu grilování jsou uvedeny v Tabulce 18.

**Tabulka 18: Hmotnostní ztráty v g a % u hovězího masa v průběhu grilování**

čas v min.	Hmotnostní ztráty	
	g	%
5	3,1	26,9
10	3,8	33,6
15	3,9	34,7
20	4,1	36,5

Analýzou průměrných hmotnostních ztrát jsme zjistili, že hmotnostní ztráty rostou s časem grilování.

Při vyhodnocení (pevnosti)  $F$  hovězího masa jsme zjistili, že pevnost roste do 10 min. grilování, k poklesu došlo v 15 min. a k opětovnému růstu došlo ve 20 min. grilování.

Analýzou  $A_2/A_1$  (soudržnost) hovězího masa do 20 min. grilování dochází k vzestupu.

Pro  $t_1$  (elasticitu) docházelo k vzestupu do 10 min. a poté v 15 a 20 min. došlo k prudkému poklesu.

Pro  $A_3$  (lepivost) hodnoty dle tabulky po celou dobu docházelo k vzestupu až do 20 min. grilování.

Diskuse - při porovnání průměrných hmotnostních ztrát námi zjištěnými hodnot s údaji uváděnými [10] jsme dospěli ke stejným údajům.

## 14 ZÁVĚR

Na základě cílů, materiálů a metodického postupu jsme dospěli k následujícím závěrům. Při vyhodnocení (pevnosti)  $F$  kuřecího masa jsme zjistili, že pevnost roste do 5 min. grilování, k poklesu pevnosti došlo v 10 a 15 min. grilování a ve 20 min. nastal prudký vzestup pevnosti. Analýzou  $A_2/A_1$  (soudržnost) kuřecího masa do 10 min. docházelo k poklesu, v 15 a 20 min. došlo k vzestupu soudržnosti. Pro  $t_1$  (elasticitu) docházelo k vzestupu do 10 min., a poté v 15 a 20 min. došlo k poklesu, a pro  $A_3$  (lepivost) hodnoty dle tabulky po celou dobu docházelo k vzestupu až do 20 min. grilování.

Při vyhodnocení (pevnosti)  $F$  vepřového masa jsme zjistili, že pevnost roste vzestupně až do 20 min. grilování. Analýzou  $A_2/A_1$  (soudržnost) vepřového masa do 20 min. grilování dochází k vzestupu. Pro  $t_1$  (elasticitu) docházelo k vzestupu do 5 min., a poté v 10 min. došlo k prudkému poklesu a v 15 min. a 20 min. došlo k opětovnému vzestupu. Pro  $A_3$  (lepivost) dle tabulky hodnoty po celou dobu docházelo k vzestupu až do 20 min. grilování.

Při vyhodnocení (pevnosti)  $F$  hovězího masa jsme zjistili, že pevnost roste do 10 min. grilování, k poklesu došlo v 15 min. a k opětovnému růstu došlo ve 20 min. grilování. Analýzou  $A_2/A_1$  (soudržnost) hovězího masa do 20 min. grilování dochází k vzestupu. Pro  $t_1$  (elasticitu) docházelo k vzestupu do 10 min., a poté v 15 a 20 min. došlo k prudkému poklesu. Pro  $A_3$  (lepivost) hodnoty dle tabulky po celou dobu docházelo k vzestupu až do 20 min. grilování.

Z hlediska srovnání kuřecího, vepřového a hovězího masa byly zjištěny největší ztráty u hovězího masa. U kuřecího masa byly hmotnostní ztráty 31,4 %, u vepřového byly o něco nižší to 26,5 % a největší hmotnostní ztráty byly u hovězího masa a to 36,5 %. Z měření vyplynulo, že k největším hmotnostním ztrátám dochází v prvních 5 minutách grilování.

Za hlavní příčiny hmotnostních ztrát lze považovat odpařování vody a výluh jednotlivých složek masa zejména uvolňováním šťávy při změnách bílkovinných struktur.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] PIPEK, P. *Technologie masa I*. Praha: VŠCHT, 1995. 334 s. ISBN 80-7080-174-3.
- [2] PIPEK, P. *Technologie masa II*. Praha: VŠCHT, 1998. 348 s. ISBN 80-7192-283-8.
- [3] STEINHAUSER, L. a kol. *Produkce masa*. Tišnov: LAST, 2000. 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
- [4] SEDLÁČKOVÁ, H. *Technologie přípravy pokrmů*. 2.vyd. Praha: Fortuna, 2008. 88 s. ISBN 978-80-7373-032-1.
- [5] LORENZ, J., LORENZOVÁ, P. *Pečení, uzení, grilování ryb a masa*. Praha: Ottovo nakladatelství, s.r.o., 2007. 152 s. ISBN 978-80-7360-483-7.
- [6] VINKLEROVÁ, V. *Vliv optimalizace tepelného režimu v konvektomatu na výši ztrát a senzorickou jakost potravin*. [Diplomová práce]. Vyškov: VVŠ PV, 2003.
- [7] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I., BŘEZINA, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu*. 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 186 s. ISBN 978-80-7318-521-3.
- [8] STRAKA, I, MANOLTA, L. *Chemické vyšetření masa*. Tábor: OSSIS, 2006. 91 s. ISBN 80-86659-09-7.
- [9] NOVÁK, V. *Ekonomika výživy II*. 1.vyd. Vyškov: VVŠ PV, 1997. 61 s.
- [10] PAULUS, J., CIDLINSKÝ, L. *Ztráty při kuchyňské úpravě pokrmů*. 2.vyd. Praha: Merkur, 1989. 160 s.
- [11] PAULUS, J., CIDLINSKÝ, L. *Příčiny ztrát na potravinách v kuchyňských blocích*. Praha: Výzkumné a zkušební středisko 130, 1977. 78 s.
- [12] POKORNÝ, J. *Chemická rizika při některých způsobech přípravy pokrmů a jak se jich vyvarovat*. 2006. Dostupné z WWW: <http://www.jidelny.cz/html>
- [13] DOSTÁLOVÁ, J. *Co se děje s potravinami při přípravě pokrmů*. 1.vyd. Praha: For-sapi, s.r.o., 2008. 51 s. ISBN 978-80-903820-8-4.
- [14] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. 1.vyd. Tábor: Nakladatelství OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [15] INGR, I. *Produkce a zpracování masa*. 1.vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnic-

- ká univerzita, 2003. 202s. ISBN 80-7157-719-7.
- [16] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 326/2001 Sb., pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich a její poslední novela.
- [17] SEDLÁČKOVÁ, H., NODL, L., ŘEŠÁTKO, J. *Technologie přípravy pokrmů*. Praha: Fortuna, 2005. 96 s. ISBN 80-7168-788-X.
- [18] KALAŠ, J., REŽ, J., RŮŽIČKA, I. *Maso-uzeniny-konzervy*, 3.vyd. Praha: Merkur, 1979. 95 s.
- [19] BŘEZINA, P., HRABĚ, J., KOMÁR, A. *Technologie, hygiena a zbožiznalství II*. Vyškov: VVŠ PV, 2003. 168 s. ISBN 80-7231-107-7.
- [20] AGROWEB. *Diskuse o produkci a spotřebě masa*. 2008. [cit. 2010-05-10]. Dostupné z WWW : <[http://www.agroweb.cz/Diskuse-o-produkci-a-spotrebe-masa\\_s45x32241.html](http://www.agroweb.cz/Diskuse-o-produkci-a-spotrebe-masa_s45x32241.html)>
- [21] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Praha: Akademie věd České republiky, 2002. 363 s. ISBN 80-200-1024-6.
- [22] FRANCEOVÁ, Ch. *Grilování letní pohoštění pro přátele a celou rodinu*. Praha: Svojtka & Co., 2002. 256 s. ISBN 80-7237-503-2.
- [23] TREUILLE, E., ERATH, B. *Velká kniha o grilování*. Praha: Ottovo nakladatelství, s.r.o., 2003. 167 s. ISBN 80-7181-840-2.
- [24] PIPEK, P., JIROTKOVÁ, D. *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů III*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2001. 136 s. ISBN 80-7040-490-6.
- [25] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin I*. Tábor: OSSIS, 2009. 580 s. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [26] Science of cooking [cit.2010-03-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.exploratorium.edu/cooking/meat/INT-what-makes-flavor.html>>
- [27] BOLES, J. A., DONALD, L. *Meat color*. University of Saskatchewan, [cit.2010-03-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.agbio.usask.ca/sfpip/pubs/meatcolor.pdf.html>>

- [28] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu bakalářský směr*. 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 180 s. ISBN 80-7318-405-2.
- [29] ČSN ISO 11036 *Senzorická analýza – Metodologie – Profil textury*. Český normalizační institut, 1997.
- [30] JELÍNKOVÁ, J. *Textura masa a masných výrobků*. [Disertační práce]. Praha: VŠCHT, 2003, 141 s.
- [31] *Stanovení texturních parametrů masa a masných výrobků*. Dostupné z WWW: [http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY\\_01\\_49.pdf.html](http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY_01_49.pdf.html)
- [32] *Měření textury potravinářských materiálů a hodnocení textury masa*. Ústav konzervace a technologie masa, studijní materiály. Dostupné z WWW: [http://www.vscht.cz/ktk/www\\_324/lab/navody/oborI/textura01.pdf.html](http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/navody/oborI/textura01.pdf.html)
- [33] VERNEROVÁ, J. *Jak závisí křehkost masa na obsahu tukové a pojivové tkáně*. Výživa a potraviny, 2007. 63 s. ISSN 1210-4086.
- [34] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. 1.vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 300 s. ISBN 80-7080-509-0.
- [35] SIMEONOVÁ, J. *Zpracování a zbožíznalství živočišných produktů*. Brno: MZLU, 2003. 122 s. ISBN 80-7517-708-1.
- [36] STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. Brno: Vydavatelství potravinářské literatury LAST, 1995. 664 s. ISBN 80-900260-4-4.
- [37] JEDLIČKA, J. *Kvalita masa*. 1.vyd. Bratislava: Příroda, 1988. 292 s.
- [38] CIVILE, G., SZCZESNIAK, A. S. *Guidelines to training a texture profile panel*. Journal of texture studies, 1973. č. 4. s. 204-223.
- [39] <http://www.biopro.cz/pristroje/masny-prumysl/analyza-senzoricka.html>
- [40] LEPETIT, L., CULIOLI, J. *Mechanical properties of meat*. Meat science, 1994. č. 36. s. 203-237. ISSN 0309-1740.
- [41] KAMDEM, A. T. K., HARDY, J. *Grinding as a Method of Meat texture Evaluation*. Meat science, 1995. č. 39. s. 225-236. ISSN 0309-1740.



- [42] KRKOŠKOVÁ, B. *Textúra potravin*. 1.vyd. Bratislava: Alfa a SNTL, 1986. 200 s. ISBN 63-003-86.
- [43] PIPEK, P. *Technologie masa II*. 2.vyd. Kostelní Vydří: Karmelitánské nakladatelství, 1998. 360 s. ISBN 80-7192-283-8.
- [44] SNEDECOR, G. W., COCHRAN, W. G. *Statistical Methods. Iowa: 6th ed.* Iowa State University Press, 1967, p. 534.
- [45] Statistický systém UNISTAT® v 5.1.11.
- [46] ŽÁČEK, Z., ŽÁČEK, A. *Potravinářské tabulky*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1994. 484 s. ISBN 80-04-24474-2.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Vyhl. Mze - Vyhláška Ministerstva zemědělství

č. - Číslo

např. - Například

viz. - „lze vidět“ z latinského slova „videlicet“

tj. - tj.

tzv. - Takzvané

apod. - a podobně

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Množství živin v g na 100 g masa hrabavé a vodní drůbeže.....	17
Tabulka 2: Vývoj spotřeby ryb v kg na obyvatele za rok.....	18
Tabulka 3: Obsah hemových barviv v hovězím a vepřovém mase.....	24
Tabulka 4: Obsah hemových barviv bez rozlišení v hovězím, vepřovém, drůbežím a králičím mase.....	25
Tabulka 5: Obsah aminokyselin [%] v různých druzích masa.....	26
Tabulka 6: Obsah hlavních biogenních aminů v mase [mg/kg].....	27
Tabulka 7: Procentuální obsah vybraných mastných kyselin v živočišných tucích .....	28
Tabulka 8: Obsah cholesterolu v jednotlivých druzích masa.....	30
Tabulka 9: Průměrné hmotnostní ztráty (v % hm).....	47
Tabulka 10: Procentní hmotnostní ztráty při vaření.....	47
Tabulka 11: Výtěžnost masa po vaření podle vojenských norem.....	48
Tabulka 12: Výtěžnost masa po vaření podle materiálových norem pro restaurační stravování.....	48
Tabulka 13: Průměrné statistické hodnoty pevnosti, soudržnosti, elasticity, lepivosti pro kuřecí maso (průměr±S.D.).....	71
Tabulka 14: Hmotnostní ztráty v g a % u kuřecího masa v průběhu grilování.....	72
Tabulka 15: Průměrné statistické hodnoty pevnosti, soudržnosti, elasticity, lepivosti pro vepřové maso (průměr±S.D.).....	77
Tabulka 16: Hmotnostní ztráty v (g) a % u vepřového masa v průběhu grilování.....	78
Tabulka 17: Průměrné statistické hodnoty pevnosti, soudržnosti, elasticity, lepivosti pro hovězí maso (průměr±S.D.).....	83
Tabulka 18: Hmotnostní ztráty v (g) a % u hovězího masa v průběhu grilování.....	84

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - kuřecí maso čerstvé.....	67
Graf 2: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - kuřecí maso grilované 5 minut.....	68
Graf 3: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - kuřecí maso grilované 10 minut.....	69
Graf 4: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - kuřecí maso grilované 15 minut.....	70
Graf 5: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - kuřecí maso grilované 20 minut.....	71
Graf 6: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - vepřové maso čerstvé.....	73
Graf 7: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - vepřové maso grilované 5 minut.....	74
Graf 8: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - vepřové maso grilované 10 minut.....	75
Graf 9: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - vepřové maso grilované 15 minut.....	76
Graf 10: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - vepřové maso grilované 20 minut.....	77
Graf 11: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - hovězí maso čerstvé.....	79
Graf 12: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - hovězí maso grilované 5 minut.....	80

---

Graf 13: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - hovězí maso grilované 10 minut.....	81
Graf 14: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - hovězí maso grilované 15 minut.....	82
Graf 15: Grafické vyjádření pevnosti (F), soudržnosti ( $A_2/A_1$ ), elasticity ( $t_1$ ) a lepivosti (A <sub>3</sub> ) - hovězí maso grilované 20 minut.....	83

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr.1 Analyzátor TA. HD plus.....	58
Obr.2 Analyzátor textury TA. XT plus.....	59
Obr.3 Analyzátor textury TA. XT express.....	59
Obr.4 Elektrický gril Philips 4419/20 se stálou teplotou.....	64
Obr.5 Laboratorní váhy KERN PCP 6000-0.....	66

## SEZNAM PŘÍLOH

- PŘÍLOHA P 1 Celkové množství bílkovin jednotlivých druhů masa
- PŘÍLOHA P 2 Celkové množství tuku jednotlivých druhů masa
- PŘÍLOHA P 3 Mechanické vlastnosti textury masa

## PŘÍLOHA P 1: CELKOVÉ MNOŽSTVÍ BÍLKOVIN JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ MASA

B – množství bílkovin v g/100 g masa [46]

hovězí maso	B	vepřové maso	B
- výsekové přední	17,9	- plec	14,7
- výsekové zadní	21,2	- bok	11,7
- roštěnec vysoký	15,7	- krkovice	13,1
- roštěnec nízký	17,9		
- svíčková	20,2		
- bok	17,5		
- plec	16,8		
drůbeží maso	B	zvěřina	B
Kuřecí		jelení, srnčí	
- prsa	19,8	- přední	13,2
- stehno	16,1	- kýta	12,3
- hřbet	16,1	divočák	14,4
		bažant	
		- prsní	18,1
		- stehenní	17,7
Rybí	B		
Kapr	9,3		
Karas	10,8		
Lín	11,7		
Okoun	9,6		
Perlín	10,4		
Plotice	10,4		
Pstruh	12,9		
Sumec	14,3		
Štika	11,5		
Úhoř	10,6		



## PŘÍLOHA P 2: CELKOVÉ MNOŽSTVÍ TUKU JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ MASA

T – množství tuku v g/100 g masa [46]

hovězí maso	T	vepřové maso	T
- výsekové přední	9,5	- kýta	27,6
- výsekové zadní	2,3	- plec	16,9
- roštěnec vysoký	4,6	- bok	39,5
- roštěnec nízký	12,6	- krkovice	21,3
- svíčková	7,4		
- bok	7,5		
- plec	8,8		
drůbeží maso	T	zvěřina	T
Kuřecí	6,4	jelení	1,7
- prsní	0,8	srnčí	1,6
- stehenní	3,1	- hřbetní	2,5
Slepičí	9,4	- stehenní	1,2
- prsní	2,3	divočák	1,6
- stehenní	3,8	-stehenní	4,7
		zajíc	1,7
		bažant	1,6
		- hruďní	1,9
		- stehenní	1,9
		koroptev	0,9

**PŘÍLOHA P 3: MECHANICKÉ VLASTNOSTI TEXTURY MASA**

Parametry	Fyzikální definice	Senzorické definice	Technika /ČSN ISO 11036/
Základní			
Tvrdost	Síla potřebná pro dosažení dané deformace	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle potřebné k dosažení deformace nebo penetrace výrobkem. V ústech je vnímána stlačením výrobku mezi zuby nebo mezi jazykem a patrem.	Vzorek se vloží mezi stoličky nebo mezi jazyk a patro a rovnoměrně se skousne či stlačí. Posuzuje se síla potřebná ke stlačení.
Soudržnost	Míra do jaké je materiál deformován předtím, než se rozruší. Je-li soudržnost větší než přilnavost, výrobek drží dohromady a nepřilne na měřicí zařízení. Měří se jako podíl práce druhého a prvního stlačení.	Mechanická texturní vlastnost, vztahující se ke stupni, do něhož může být látka deformována, než se rozpadne.	Vzorek se vloží mezi stoličky, stlačí a posuzuje se rozsah deformace před prasknutím.
Viskozita	Rychlost toku na jednotku síly	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k odporu vůči toku. Odpovídá síle potřebné ke stažení tekutiny ze lžice na jazyk nebo k rozetření na podklad.	Lžice obsahující vzorek se vloží těsně před ústa a tekutina se stáhne ze lžice na jazyk. Posuzuje se síla potřebná ke stažení tekutiny na jazyk rovnoměrným způsobem.
Pružnost	Míra, do jaké se deformovaný materiál vrací zpátky do stavu před jeho deformací poté, co byla deformující síla odejmuta. Je to vlastně elastický návrat po odnětí síly stlačením.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k rychlosti návratu stavu po deformujícím působením síly a ke stupni, do něhož se deformovaný materiál vrací do původního stavu po zrušení deformující síly.	Vzorek se vloží buď mezi jazyk a patro (je-li polotuhý) nebo mezi stoličky (tuhý) a částečně stlačí, zruší se síla a posuzuje stupeň a rychlost návratu do původního stavu

Přilnavost	Práce potřebná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem potraviny a povrchem dalšího materiálu, se kterým potravina přichází do styku.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle, potřebné k odstranění látky, která lne k ústům nebo k podkladu.	Vzorek se umístí na jazyk, přitlačí na patro a posuzuje se síla potřebná k jeho odstranění jazykem.
------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

Druhotné			
Lámavost	Síla, kterou se materiál láme; je to výsledek vysokého stupně tvrdosti a nízkého stupně soudržnosti.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti a k síle nezbytné k rozlámání výrobku na drobky nebo kousky.	Vzorek se vloží mezi stoličky a rovnoměrně skousne až se rozdrobí, zlomí nebo roztříští. Posuzuje se síla při níž se vzorek rozpadne.
Žvýkatelnost	Energie vynaložená ke zvýšení pevné potraviny na stav vhodný k polykání; je to výsledek tvrdosti, soudržnosti a pružnosti	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti a k době žvýkání nebo počtu žvýknutí potřebných k rozměnění tuhého výrobku do stavu vhodného k polknutí.	Vzorek se vloží do úst a zpracovává jedním žvýknutím za 1s silou srovnatelnou s tou, které je potřeba pro proniknutí gumovitou cukrovinkou za 0,5s. Posuzuje se energie nebo počet žvýknutí, potřebný k úpravě vzorku vhodného pro polknutí.
Gumovitost	Energie potřebná k rozrušení polotuhých potravin na stav vhodný pro polknutí, výsledek nízkého stupně tvrdosti a vysokého stupně soudržnosti. Gumovitost se vzájemně vylučuje se žvýkatelností, protože výrobek je buď polotuhý nebo tuhý.	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti měkkého výrobku. V ústech se vztahuje na úsilí, potřebné k rozmělnění výrobku do stavu vhodného k polknutí.	Vzorek se vloží do úst a zpracovává se jazykem proti patru. Posuzuje se rozsah manipulací, které jsou nezbytné k rozmělnění potraviny.