

# Využití nových technologií pro zrání hovězího masa

Bc. Pavel Hoňka

---

Diplomová práce  
2022

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel Hoňka**  
Osobní číslo: **T20077**  
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Využití nových technologií pro zrání hovězího masa**

## Zásady pro vypracování

### I. Teoretická část

1. Zrání masa.
2. Význam a metody balení masa.
3. Metody dlouhodobého zrání hovězího masa.

### II. Praktická část

1. Balení hovězího masa do speciálních obalů.
2. Chemické a technologické analýzy.
3. Diskuze a závěr.

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

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] STEINHAUSER, L. a kol., Hygiena a technologie masa, LAST Brno, 1995, 1. vydání. ISBN 80-9002260-4-4; s. 664.  
PIPEK, P. Technologie masa I, 2. vydání, Praha 1991, ediční středisko VŠCHT, ISBN 80-7080-106-9, s. 172.  
STEINHAUSER, L. a kolektiv, Produkce masa, LAST Tišnov, 2000, 1. vydání ISBN 80-900260-7-9, s. 464
- [2] KIM, Y. H., KEMP, R., SAMUELSSON, L. M., Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. *Meat Science*, 2016, 111, 168-176
- [3] Meat & Livestock Australia (2018). Guidelines for the safe production of dry aged meat. Sydney: Meat & Livestock Australia
- [4] KHAN, M. I., JUNG, S., Postmortem aging of beef with a special reference to the dry aging. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 2016, 36, 160-170 s
- [5] PERRY, N. (N.D.). Dry aging beef. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1, 2012, 78-80

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

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2021**  
Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2022**

L.S.

---

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

---

**Ing. Robert Gál, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 18. února 2022

---

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá novou metodou pro suché zrání hovězího masa. Zrání probíhalo u hovězí kýty ve dvou odlišných speciálních zracích obalech a vakuovém obalu pro porovnání s metodou mokrého zrání. Hodnotily se hmotnostní ztráty při zrání masa, změna pH a množství přítomného amoniaku. Dále se analyzovala oxidace lipidů a texturní vlastnosti vyzrálého masa v odlišných typech obalového materiálu. Ze získaných výsledků byly vyhodnoceny účinky speciálních zracích sáčků pro suché zrání masa.

Klíčová slova: hovězí maso, zrání, vakuový obal, zrací obal, hmotnostní ztráty, pH, oxidace lipidů, amoniak, texturní vlastnosti.

## **ABSTRACT**

The master thesis deals with a new method for dry maturing of beef. Maturation took place in beef leg in two different special maturation bags and a vacuum bag for comparison with the wet maturation method. Weight loss during meat maturation, change in pH and amount of ammonia present were evaluated. Furthermore, lipid oxidation and textural properties of matured meat in different types of packaging material were analyzed. The effects of special ripening bags for dry maturing of meat were evaluated from the obtained results.

Keywords: beef, maturation, vacuum bag, maturation bag, weight loss, pH, lipid oxidation, ammonia, textural properties

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za jeho cenné rady, konzultace, poskytnuté informace, ale především mu děkuji za jeho trpělivost a vedení, které mi věnoval při zpracování mé diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval svým rodičům a přítelkyni, kteří mě vždy podporovali po celou dobu studia.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 HOVĚZÍ MASO</b> .....	<b>11</b>
1.1 SPOTŘEBA HOVĚZÍHO MASA .....	11
1.2 PLEMENA SKOTU .....	12
1.2.1 Masný skot .....	12
1.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ HOVĚZÍHO MASA.....	16
1.3.1 Voda .....	17
1.3.2 Bílkoviny .....	18
1.3.3 Tuky .....	19
1.3.4 Minerální látky .....	20
1.3.5 Vitaminy.....	20
1.3.6 Extraktivní látky .....	21
1.4 POSTMORTÁLNÍ ZMĚNY .....	22
1.4.1 Enzymatické procesy .....	22
1.4.2 Autolýza masa .....	23
1.4.3 Proteolýza masa .....	27
1.4.4 Abnormální průběh postmortálních změn.....	29
<b>2 ZRÁNÍ MASA</b> .....	<b>33</b>
2.1.1 Biologické změny během zrání .....	35
2.2 ZPŮSOBY ZRÁNÍ MASA.....	36
2.2.1 Mokrý způsob zrání masa .....	36
2.2.2 Suchý způsob zrání masa .....	37
2.2.3 Obalové materiály pro zrání masa.....	38
<b>3 CHEMICKÉ A TECHNOLOGICKÉ ANALÝZY</b> .....	<b>40</b>
3.1 TEXTURA.....	40
3.1.1 Hodnocení textury instrumentální metodou.....	40
3.2 PH .....	41
3.3 AMONIAK .....	42
3.3.1 Metody stanovení amoniaku v mase .....	43
3.4 STANOVENÍ BIOCHEMICKÝCH UKAZATELŮ LIPOPEROXIDACE .....	43
3.4.1 TBARS metoda .....	44
3.5 HMOTNOSTÍ ZTRÁTY .....	44
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>45</b>
<b>4 MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>46</b>
4.1 MATERIÁL, LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ POMŮCKY .....	46
4.2 VZORKY A JEJICH PŘÍPRAVA .....	47
4.3 METODIKA MĚŘENÝCH PARAMETRŮ .....	50

4.3.1	Měření hmotnostních ztrát .....	50
4.3.2	Měření pH .....	50
4.3.3	Měření oxidační stability lipidů (thiobarbiturového čísla).....	50
4.3.4	Měření amoniaku v mase .....	51
4.3.5	Měření texturních vlastností.....	52
5.1	VÝSLEDKY HMOTNOSTNÍCH ZTRÁT .....	54
5.2	VÝSLEDKY pH.....	56
5.3	VÝSLEDKY OXIDACE LIPIDŮ .....	58
5.4	VÝSLEDKY AMONIAKU .....	59
5.5	VÝSLEDKY STŘIHOVÉ ZKOUŠKY .....	61
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>64</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>66</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>		<b>76</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>77</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>		<b>78</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>79</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>		<b>80</b>



## ÚVOD

Maso tvoří již přes 2,5 miliony let nezbytnou součást lidské výživy a to zejména pro jeho typickou chuť, vůni a další sensorické vlastnosti. Hovězí maso patří mezi jeden z hlavních zdrojů plnohodnotných bílkovin, což znamená, že obsahuje všechny esenciální aminokyseliny. Tyto aminokyseliny si tělo nedokáže samo vytvořit a musí je přijímat v potravě. V hovězím mase je dále obsaženo velké množství zinku, selenu a vitamínu B a to zejména B<sub>12</sub>.

Hovězí maso v České republice je třetím nejkonzumovanějším masem. Jeho současná spotřeba je pouze 8,9 kg/os/rok, což je mnohem nižší spotřeba oproti předchozím rokům. Například v roce 1989 spotřeba masa činila 30 kg/os/rok. Tento spotřební rozdíl způsobil výskyt nemoci BSE a cena hovězího masa. V současné době je vyvíjený tlak ze strany spotřebitelů na kvalitu masa, což u hovězího masa znamená především jeho stupeň vyzrálости.

Křehkost masa je stanovena chemickým složením, stavem a strukturou. Aby maso dosáhlo potřebné křehkosti musí se nechat dostatečně dlouhou dobu zrát, aby došlo k uvolnění posmrtné ztuhlosti. Na křehkost masa má vliv řada faktorů, kromě plemene, stáří skotu, pohlaví a výživy má také vliv na křehkost masa teplota a jeho délka zrání.

Zrání masa může probíhat 2 způsoby a to buď suchým nebo mokrým způsobem. Suchým způsobem jsou vyzrávány, tzv. stařeny celé hovězí čtvrtě nebo jen určité části uskladněny při určité teplotě, proudění vzduchu a vlhkosti. Tento způsob staření masa probíhá za pečlivě hlídáných podmínek, kdy jsou zmíněné parametry neustále monitorovány a kontrolovány. Druhý způsob zrání masa je mokrou cestou, kdy je maso zabaleno do vakuového obalu, kde probíhá za vakua k samotnému biochemickému procesu.

Mezi důležité znaky kvality masa patří zejména textura, která může být hodnocena pomocí instrumentální metody tzv. Warner-Bratzlerovým testem, který simuluje první skousnutí. Mezi další metody určující kvalitu zrání masa patří změna pH, množství amoniaku, stupeň lipoxidace a v neposlední řadě nejdůležitější, což jsou hmotnostní ztráty při zrání masa.

Cílem diplomové práce je náhled do tradičních způsobů zrání hovězího masa a poukázat na využití nových technologií při zrání masa za využití speciálních zracích obalů určených pro suchý způsob zrání. Dále je cílem diplomové práce poukázání na hmotnostní ztráty při procesu zrání, potřebnou zrací dobu a podmínky, které jsou nezbytným faktorem ovlivňující samotný proces zrání.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

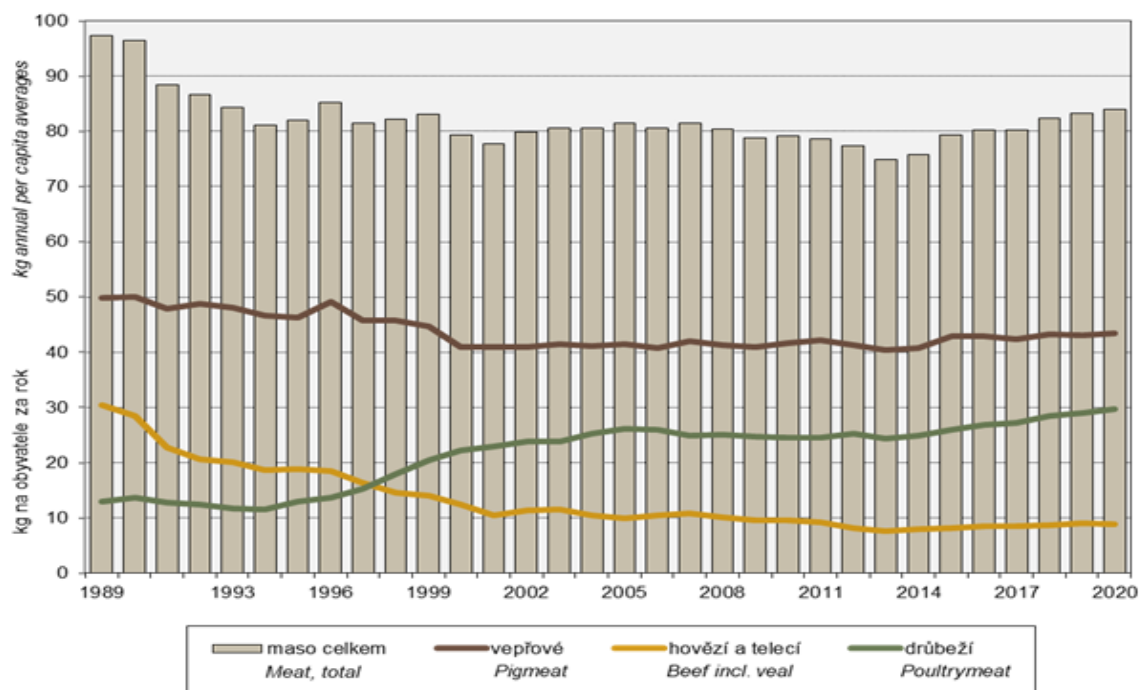
## 1 HOVĚZÍ MASO

Hovězí maso patří k jednomu z nejvyužívanějších druhů mas v lidské spotřebě. Do této skupiny se v České republice mimo něj řadí i kuřecí a vepřové maso. Hovězí maso se získává z jatečných zvířat, kterými se dle Zákona č. 166/1999 Sb. rozumí hospodářská zvířata, která jsou určena k porážce a následnému jatečnému opracování a jejichž maso je dále určeno pro výživu lidí. [1,2,3]

Hovězím masem je dle vyhlášky č. 69/2016 Sb. maso z mladého býka, býka, volka, mladého skotu, jalovice a krávy. Za mladého býka je považováno zvíře samčího pohlaví, který je starší 12 – 24 měsíců včetně, a u kterého neproběhla kastrace. Býk je samčího pohlaví, nekastrované zvíře a ve věku od 24 měsíců. Volkem se nazývá kastrováný skot samčího pohlaví starší 12 měsíců. Mladým skotem se nazývá skot ve věku 8 – 12 měsíců včetně s váhou přesahující 160 kg. Samičí a samčí pohlaví se u mladého skotu nerozlišuje. Samice skotu, která nebyla otelena a je starší 7 měsíců se nazývá jalovice. Krávou se rozumí zvíře samičího pohlaví, která se již otelila. Telecím masem se rozumí maso z těl zvířat ve věku 1 až 7 měsíců bez ohledu na pohlaví a přejímací hmotnosti jatečně opracovaného těla do 160 kg. [4,5]

### 1.1 Spotřeba hovězího masa

V České republice se hovězí maso řadí na třetí příčku nejvíce konzumovaného masa. V roce 2020 byla Česká republika ve výrobě hovězího a telecího masa soběstačná. Průměrná spotřeba činila 84,0 kg/os/rok a z toho bylo 8,9 kg hovězího a telecího masa. Došlo ke snížení spotřeby hovězího masa o 0,2 kg oproti roku 2019. Od roku 1989 spotřeba hovězího masa měla klesající tendenci, kdy poklesla z 30 kg/os/rok na současnou spotřebu. Snižující se trend spotřeby hovězího masa byl způsoben zejména s problémy zdravotní nezávadnosti – výskyt nemoci BSE, kvalitou a cenou. Nejmenší spotřeba hovězího masa byla zaznamenána v roce 2013, kdy dosahovala 7,6 kg/os/rok. Naopak oproti hovězímu masu má maso drůbeží od roku 1994 stoupající tendenci, kdy v roce 1998 převýšila spotřebu hovězího masa na současných 29,8 kg/os/rok. Spotřeba masa v České republice je zobrazena na obrázku 1. [6,7]



Obrázek č. 1 – Spotřeba masa v ČR [6]

## 1.2 Plemena skotu

Plemena skotu jsou rozdělena do tří skupin, která se liší užitkovým zaměřením. První skupinou jsou plemena dojná, ty jsou chovány výhradně za účelem produkce mléka. Druhou skupinou jsou plemena masná, ty jsou chovány výhradně pro produkci masa. Třetí a poslední skupinou jsou plemena kombinovaná, která jsou chovaná jak pro produkci mléka, tak i masa. [8,9]

### 1.2.1 Masný skot

Masný užitkový typ skotu je z hlediska vysokých přírůstků, výborné jatečné výtěžnosti a kvality masa nejvhodnějším zdrojem masa. [10]

Pro masný užitkový typ je charakteristický kulovitý, kratší a hluboký hrudník, široký kohoutek a hřbet. Dále je pro tento typ skotu typické dobré osvalení beder, kýty, plece a zádě. [11]

Mezi nejvíce chovaná masná plemena skotu patří Český strakatý skot, Limousine, Piemontese, Charolais, Hereford, Highland, Galloway, Simmental a Aberdeen Angus. [8]

### 1.2.1.1 Český strakatý skot

V České republice tvoří český strakatý skot asi polovinu veškeré populace skotu. Má žlutostrakaté nebo červenostrakaté zbarvení s bílou částí končetin a hlavy. Skot má střední až větší tělesný rámec s dobrým osvalením a řadí se mezi rohaté. Přednosti tohoto plemene patří vysoký příjem a využití krmiv, dobrá plodnost, bezproblémový odchov a dobrý zdravotní stav. [12]



Obrázek č. 2 – Český strakatý skot [13]

### 1.2.1.2 Limousine

Limousine se řadí k druhému nejpočetněji chovanému plemenu a původem z Francie. Zbarvení je jednobarevné, červené, červenohnědé se světlejším odstínem okolo očí, mulce a končetin. Jeho pozitivní vlastností je velký podíl svalové hmoty a nízkým sklonem k tučnění. Maso se vyznačuje křehkostí, jemností, šťavnatostí a díky malým sklonům k tučnění i k malému mramorování. [12,14]



Obrázek č. 3 – Limousine [13]

### 1.2.1.3 *Piemontese*

Pochází z Itálie, kde bylo původně chováno pro trojstrannou užitkovost (maso – mléko – tah). Skot má šedé zbarvení vyjma charakteristické černé barvy na hlavě, v oblastech krku, plecí a nohou. Piemontese má nadprůměrné osvalení kýty, vysokou jateční výtěžnost a nízký podíl tuku. Maso je jemné, libové, má charakteristickou chuť a vyznačuje se nízkým obsahem cholesterolu. [13,15]



Obrázek č. 4 – Piemontese [13]

### 1.2.1.4 *Hereford*

Patří mezi anglická plemena, v České republice patří mezi tři nejčastěji chovaná plemena masného skotu a zároveň patří mezi nejrozšířenější masné plemeno na světě. Hereford má střední až větší tělesný rámec, je velmi dobře osvaleno a má jemnou kostru. Zbarvení je, až na bílé zbarvení hlavy, hrudě, břicha, spodní části krku a ocasu, červené. Svým zbarvením může připomínat český strakatý skot. Hereford může být jak rohatý, tak ale i bezrohý. Maso je chutné, šťavnaté a má velmi jemné mramorování. [13,15,16]



Obrázek č. 5 – Hereford [13]

#### ***1.2.1.5 Aberdeen angus***

Jeho původ se nachází v severozápadním Skotsku a řadí se mezi světově nejvíce rozšířená masná plemena. Toto plemeno je známé pro své charakteristické černé celoplášťové zbarvení. Existuje i červeně zbarvené plemeno Angus, ale ten se už nazývá red Angus. Mezi jeho přednosti patří snadné telení, dobré mateřské vlastnosti a velmi dobré pastevní schopnosti. Maso z Aberdeen angusu se vyznačuje dobrou kvalitou, vynikajícími chuťovými vlastnostmi, křehkostí, šťavnatostí a typickým mramorováním. [15,17]



Obrázek č. 6 – Aberdeen angus [13]

### 1.3 Chemické složení hovězího masa

Chemické složení je nedílnou součástí jakostní charakteristiky masa, ale je prakticky nemožné jej obecně stanovit. Chemické složení masa je závislé na tom, zda-li se hodnotí jatečně opracovaný kus jako celek, čistá svalovina anebo průměrné maso (včetně mezsvalového tuku a ostatních tkání). V tabulce č. 1 je uvedeno složení jednotlivých partií hovězího masa. Obsah základních složek je variabilní díky dalším faktorům, které ovlivňují složení masa, jako jsou věk, plemeno, pohlaví, zdravotní stav, složení krmiv a způsob výkrmu anebo roční období. Mezi poslední faktory ovlivňující složení masa patří průběh posmrtných změn a způsob zpracování. [18,19,20]

Tabulka č. 1 – Složení jednotlivých partií hovězího masa [20]

<b>Partie</b>	<b>Voda</b> [%]	<b>Bílkoviny</b> [%]	<b>Tuk</b> [%]	<b>Minerální látky</b> [%]	<b>Federovo číslo</b>
<b>Plec</b>	70,03	21,48	6,95	0,99	3,68
<b>Kýta</b>	73,43	20,25	5,04	1,10	3,63
<b>Svíčková</b>	71,98	19,36	7,43	1,06	3,72
<b>Roštěnec</b>	67,77	20,64	10,31	1,01	3,28
<b>Krk</b>	72,36	21,15	5,55	1,03	3,42
<b>Kližka</b>	70,85	21,69	6,68	1,02	3,27
<b>Žebro</b>	65,04	19,87	14,97	0,95	3,37
<b>Bok</b>	67,62	20,83	10,41	1,00	3,25

Libová svalovina se skládá ze 70 – 75 % vody, 18 – 22 % bílkovin, 2 – 3 % tuku, 1,7 % dusíkatých extraktivních látek, 1 – 1,5 % minerálních látek a 0,9 – 1,0 % bezdusíkatých extraktivních látek. Do bezdusíkatých extraktivních látek jsou zahrnovány sacharidy, protože jsou zastoupeny v mase a to v malém množství. Federovo číslo je důležitým kritériem pro stanovení poměru obsahu bílkovin a vody, u hovězího masa nabývá tato hodnota kolem 3,5. Díky Federovu číslu lze za pomoci stanovení jedné složky, např. tuku, rychle a snadno určit orientační složení masa. [21]



Mezi technologické vlastnosti masa můžeme zařadit ty vlastnosti, které ovlivňují výrobek během zpracování v masném průmyslu anebo během kulinárního zpracování. Během zrání hovězího masa jsou sledovány primárně sensorické a texturní vlastnosti. [22]

### 1.3.1 Voda

Voda je nejvíce zastoupenou složkou v hovězím mase, obsahuje okolo 70 – 75 % a řadí se k důležitým faktorům ovlivňující nejen kulinární a sensorickou vlastnost, ale především technologickou jakost masa. Množství vody v konečném produktu je ovlivněno mnoha aspekty jako jsou obsah tuku, plemeno zvířete, stáří, způsob porážky, délka a způsob zrání hovězího masa, použití technologie pro tepelnou úpravu masa a další chemické, fyzikální a vnější vlivy. [23,24]

Nejdůležitější a nejvýznamnější vlastností vody je její vaznost, což je schopnost vázat vodu. Vysoká vaznost vody je velmi důležitým a nepostradatelným faktorem, díky němuž jsou pokrmy z takového masa šťavnaté a křehké. Snížená vaznost vody může být způsobena prostřednictvím vnějších vlivů na skot, tzv. „předporážkovým stresem“ anebo může být také způsobena nedostatečně dlouhou dobou při zrání hovězího masa. [1,21,25]

V libové svalovině je voda vázána 3 způsoby (volně, hydratačně a vázaná voda) a různě pevně. Hydratační voda je vázána v mase nejpevněji. Váže se na polární skupiny bílkovin pomocí elektrostatických sil, na nedisociované hydrofilní skupiny postranních řetězců a na karboxylové skupiny, disociované skupiny postranních bílkovinných řetězců, aminoskupiny v peptidové skupině a na aminoskupiny postranních řetězců, i na karboxylové skupiny. Volná voda je volně pohyblivá v mezibuněčném prostoru a vázaná voda je mezi jednotlivými strukturálními částmi svaloviny. Asi 10 % vody je v mimobuněčném prostoru a 70 % vody svaloviny je obsaženo v myofibrilách. Při technologickém zpracování masa rozeznáváme 2 druhy vody a to vodu vázanou a vodu volnou. Rozlišovacím kritériem je, zda-li z masa voda za daných podmínek vytéká nebo ne. [26,27,28]

Volná voda je vyjádřena vodní aktivitou  $a_w$  a je přístupná mikroorganismům. Vodní aktivita čerstvého masa je okolo 0,99 a to představuje ideální podmínky pro růst mikroorganismů. Příčina hmotnostního úbytku, který nastává během skladování i opracování masa je právě kvůli vysokému obsahu vody ve svalovině. [29]

### 1.3.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější technologickou, ale i nutriční složkou hovězího masa. Poměrové zastoupení, obsah a vlastnosti bílkovin jednotlivých částí masa jsou rozdílné. Aminokyselinová skladba jednotlivých bílkovin je také odlišná. Ale většinou se jedná o tzv. plnohodnotné bílkoviny, což znamená, že v hovězím masu jsou ve většině případů obsaženy esenciální aminokyseliny, které jsou v ideálně vyváženém poměru. Hovězí maso se řadí mezi potraviny nejbohatší na bílkoviny díky vysokému obsahu, okolo 20 %, bílkovin v čisté libové svalovině. [1,21,23]

Bílkoviny se dělí podle rozpustnosti v solných roztocích a ve vodě na stromatické, sarkoplasmatické a myofibrilární. U hovězího masa se přímo účastní postmortálních pochodů, tudíž mají vliv na zrání masa. Při zrácích procesech přímá účast bílkovin ovlivňuje vlastnosti masa, např. texturu. [2,22]

#### 1.3.2.1 Stromatické bílkoviny

Jedná se o bílkoviny strukturních nebo také pojivových tkání. Jejich hlavní funkce je podpůrná a ochranná. Jsou to bílkoviny nerozpustné jak v solných roztocích, tak i ve vodě. Stromatické bílkoviny jsou často využívány díky své technologické vlastnosti a to zejména při tepelné úpravě, kdy dochází k rozrušení příčných vazeb k solubilizaci kolagenu a vytvoření rozpustné želatiny. Mezi nejvýznamnější zástupce patří kolagen, elastin, keratiny a další. [21,29,30]

Kolagen je základní složkou pro svalové snopce, obaly svalových vláken a celých svalů. Další funkcí kolagenu je stavební pro pojivové tkáně, které ovlivňují texturu masa. Významnou roli hraje i poměr nerozpustného a rozpustného kolagenu ve spojitosti s křehkostí hovězího masa. [31,32]

#### 1.3.2.2 Sarkoplasmatické bílkoviny

Sarkoplasmatické bílkoviny jsou rozpustné ve slabých solných roztocích a ve vodě. Primární funkcí těchto bílkovin je zejména transport kyslíku a zásobování svalové tkáně kyslíkem. V technologii masa patří mezi nejvýznamnější myoglobin a hemoglobin, které dodávají charakteristickou červenou barvu masu i krvi. [1,33]

### 1.3.2.3 *Myofibrilární bílkoviny*

Myofibrilární bílkoviny nejsou rozpustné ve vodě, ale pouze v roztocích soli. Ze všech bílkovin obsažených v mase, právě myofibrilární bílkoviny na sebe vážou nejvíce vody. Tyto bílkoviny hrají důležitou roli při biochemických pochodech během postmortálních změn v mase. V hovězím mase jsou nejvíce zastoupeny právě myofibrilární bílkoviny, které tvoří aktin, myosin, tropomyosin, troponin a další. Mezi funkce myofibrilárních bílkovin patří podpůrná, regulační a kontraktilní funkce, které jsou nejdůležitější pro texturní vlastnosti masa. [21,33]

Více než 70 % všech svalových bílkovin tvoří aktin a myosin, které jsou způsobilé asociovat na protein zvaný aktomyosin. Aktin a myosin patří mezi dvě nejvýznamnější kontraktilní bílkoviny. Chemická energie ve formě ATP je vytvářena pomocí asociace a následné disociace aktomyosinu. Při uvolňování svalu je vytvořená energie ATP využita aktomyosinovým komplexem. [23,30]

### 1.3.3 **Tuky**

Tuk patří mezi nejvýznamnější nositele chuti a aroma. Dále pak ovlivňuje fyzikálně chemické a sensorické vlastnosti jako je textura, křehkost, tepelná vodivost, chování při úpravě a při skusu. [34]

Tuk a tuková tkáň v hovězím mase je tvořena z 99 % triacylglyceroly vyšších mastných kyselin, zbývající 1 % tvoří pak fosfolipidy (polární lipidy) a další doprovodné látky, mezi které se řadí např. lipofilní vitaminy, barviva, steroly, cholesterol a další. [19]

V hovězím mase je množství tuku variabilní a závisí na partii masa, stáří zvířete, plemeni, pohlaví a také způsobu výkrmu zvířete. Libové maso obsahuje do 10 % tuku a tučné mezi 15 – 25 % tuku. Tuk se dělí podle uložení v těle na tuk extramuskulární (depotní) a tuk intramuskulární (vnitrosvalový). [19]

Intramuskulární tuk je v řezu masa vykreslen formou bílých žilek, které tvoří tzv. mramorování masa. Mramorování se řadí mezi významný znak jakosti masa. Je-li dobře vyvinuté, tak je toto maso více ceněno než maso libové a to především díky lepší křehkosti a výraznější chuti. Ve stařeném mase je tento tuk zastoupený 45 – 48 % nasycenými mastnými kyselinami, 35 – 45 % mononenasyčenými mastnými kyselinami a do 5 % polynenasycenými mastnými kyselinami. [18,35]

Nejvýznamnější sterolem, který patří mezi doprovodné látky je cholesterol. Ten je nezbytnou součástí lipidových dvojvrstev cytoplazmatických membrán živočišných buněk. Svalová vlákna bílé barvy mají oproti červeným svalovým vláknům méně cholesterolu. Mramorovaná libová hovězí svalovina má ve 100 g asi 60 mg cholesterolu. [19]

Mezi významný zdroj konjugované linolové kyseliny (CLA) patří hovězí maso, kde se její množství pohybuje mezi 1 – 14 mg CLA v 1 g tuku. Konjugované kyselině linolové je připisována řada pozitivních účinků na lidské zdraví, mezi které patří např. přispívání k prevenci revmatické artritidy a osteoporózy. Dále zabraňuje ukládání tuku v podkožních vrstvách, potlačení alergií na potraviny a zmírňuje pocit hladu. [36,37,38,39] Tuk skotu, který byl odchovaný na pastvě obsahuje až pětkrát více CLA než u skotu, který byl krmený siláží a jádrem. [40]

#### 1.3.4 Minerální látky

Minerální látky představují 1 – 1,5 % celkové hmotnosti masa. Minerální látky se ve svalovině nachází v podobě iontů a většina z nich je rozpustná ve vodě. [41]

Hovězí maso je důležitým zdrojem zinku, dále je významným zdrojem železa, sodíku, draslíku, vápníku, hořčíku, selenu a dalších prvků. [42]

Množství minerálních látek je ovlivněno stářím, hmotností zvířete a obsahem intramuskulárního tuku. Při metabolických pochodech hrají významnou roli hlavně při postmortálních změnách a v masné technologii. [43]

Minerálie mají svou funkci pro každý jednotlivý metabolický pochod. Vápník je součástí srážení krve a tvoří strukturu kostí. Dále je vápník spolu s hořčíkem součástí enzymů, které se účastní biochemických pochodů při svalových kontrakcích. Draslík a sodík mají svoji roli při regulaci osmotického tlaku. Železo je součástí hemových barviv hovězího masa. [1,43]

#### 1.3.5 Vitaminy

Vitaminy se řadí mezi nízkomolekulární látky, které jsou nepostradatelné pro živý organismus. Maso je významným zdrojem především hydrofilních vitaminů skupiny B. Kromě riboflavinu a thiaminu je zde obsažený i vitamin B<sub>12</sub>, který se přirozeně vyskytuje jen v potravinách živočišného původu. Lipofilní vitaminy A, D a E jsou obsaženy v játrech a tukové tkáni. Vitamin C je v mase zastoupený v zanedbatelném množství, jeho vyšší obsah je pouze v čerstvé krvi a v játrech. [1,42]

### 1.3.6 Extraktivní látky

Extraktivní látky vznikají především v průběhu posmrtných změn a některé jsou do masa či masných výrobků přidávány uměle kvůli obohacení chuti. Jedná se zejména o glutamát sodný. Extraktivní látky jsou v mase zastoupeny poměrně v malém množství, ale i přesto mají velký význam pro vytvoření typického aroma a chuti masa. Dělí se na dusíkaté extraktivní látky a bezdusíkaté extraktivní látky (organické fosfáty a sacharidy). [20]

#### 1.3.6.1 Dusíkaté extraktivní látky

Jedná se o velmi různorodou skupinu, kdy se sem řadí peptidy (anserin, glutathion, karnosin), biogenní aminy, kreatin a volné aminokyseliny (alanin, glycin, glutamin, lysin, kyselina glutamová, taurin). [20,44]

##### 1.3.6.1.1 Glutathion

Patří mezi antioxidanty, který se vyskytuje ve většině potravin. Jeho vyšší množství je u skotu, který je vykrmován trávou než u skotu krmného obilím. Přispívá k prevenci buněk před oxidací, odstraňuje karcinogeny a toxiny, podílí se při vzniku bílkovin a přispívá ke správné funkci imunitního systému. [44]

##### 1.3.6.1.2 Taurin

Taurin patří mezi druhou nejrozšířenější aminokyselinu. Jeho hlavní funkcí je snižování hladiny kyseliny mléčné, hydratace a tím následné zvětšení objemu svalových buněk. Také přispívá k udržování minerální rovnováhy a tím eliminuje riziko svalových křečí. [45]

##### 1.3.6.1.3 Kreatin

Kreatin podporuje regeneraci buněk a slouží jako zdroj energie pro svaly. Patří mezi přírodně se vyskytující aminokyseliny. Tvoří se z argininu, glycinu a methioninu. V hovězím mase je obsaženo 4 – 5 g kreatinu na 1 kg masa. [46]

#### 1.3.6.2 Organické fosfáty

Organické fosfáty jsou tvořeny nukleovými kyselinami, nukleotidy a jejich rozkladnými produkty. Jejich primárním zdrojem je ATP. Po porážce zvířete dochází k přeměně ATP na ADP, AMP a pak dále na inosin, kyselinu inosinovou a hypoxantin. Veškeré tyto produkty, které vznikly degradací ATP se podílejí na chuti masa. [47]

### 1.3.6.3 Sacharidy

Sacharidy jsou v mase zastoupeny přibližně 0,5 – 1 %, avšak se účastní a zastupují významnou roli při metabolických pochodech jak při životě, tak i po smrti zvířete. Sacharidy jsou převážně zastoupeny polysacharidem glykogenem asi 80 % z celkového obsahu sacharidů, dále zde patří glukóza asi 10 % a zbytek tvoří kyselina citrónová nebo mléčná. Glykogen je nezbytným energetickým zdrojem pro práci svalů. Jeho množství je v okamžiku usmrcení zvířete přímo úměrná hloubce okyselení tkáně, čímž má vliv na vaznost a údržnost hovězího masa. [48,19,23]

## 1.4 Postmortální změny

Maso jak hovězí, tak ale i ostatních druhů jatečných zvířat je velmi složitým a dynamickým biologickým systémem, ve kterém běží řada postmortálních biochemických procesů, kdy se souhrnně tyto procesy nazývají zrání masa. Během těchto procesů maso získává a nabývá požadovaných sensorických, kulinárních a technologických vlastností. Tento proces postmortálních změn začíná usmrcením jatečného kusu. V tento okamžik dochází k transformaci, při které je svalovina poraženého zvířete přeměněna na maso. [49,50]

Doba zrání masa je závislá na druhu zvířete a věku poraženého jedince. Telecí maso by mělo zrát minimálně 7 dnů a hovězí alespoň 14 dnů aby dosáhlo požadované křehkosti. Na procesu zrání masa se nepodílejí mikroorganismy, ale nýbrž proteolytické enzymy, které jsou součástí buněk svalů. [32]

### 1.4.1 Enzymatické procesy

Enzymatické reakce energetického a látkového metabolismu probíhají ve svalovině jatečných zvířat a jsou úzce spjaty s budováním živých tkání, biologickou strukturou a jejich fyziologickými funkcemi. Degradními (katalytickými) procesy je získávána energie nejen pro syntetické (anabolické) procesy, ale i pro fyzickou aktivitu organismů jako je např. pohybová a svalová práce. [30]

Svalová kontrakce patří k nejvýznamnějším projevům aktivity nativních enzymů, kdy se na ni podílí myofibrilární bílkoviny aktin a myosin. Teleskopické zasunutí do sebe je umožněno díky uspořádání ve filamentech. Sarkomerová struktura je důležitá zejména z důvodů vzhledu příčně pruhované svaloviny. Zkrácení svalových vláken, při kterých

zůstává délka zachována jak tenkých, tak i tlustých filament, je zapříčiněno zmenšením délky sarkomer. [1,21,32]

Při katabolických procesech vznikají látky, které jsou nezbytné pro nepřetržitou obnovu a stavbu buněk, tkání nebo pletiv. Při těchto procesech vzniká energie, která slouží k udržování tělesné teploty. Veškeré tyto děje přispívají k látkové a energetické bilanci organismu. [30]

Homeostázou rozumíme dynamickou rovnováhu fyziologických dějů v živém organismu. Pro funkci nativních enzymů je dynamická rovnováha důležitá zejména pro udržení aerobního prostředí, stabilní teploty organismu jejich tkání, přísunu substrátů a odvod degeneračních produktů enzymových reakcí a pro stabilní pH tělních tekutin. [30]

Jakmile dojde k usmrcení zvířete, ihned dochází k narušení homeostázy a tudíž se podstatně změní enzymatické reakce ve svalovině. Dojde například ke změně pH hodnoty, sníží se teplota tkání, dojde k zastavení příjmu potravy a přísunu kyslíku. Snížování pH dochází z důvodů zvyšování koncentrace kyseliny mléčné ve svalové tkáni, která je meziproduktem při degradaci svalového glykogenu. Z důvodů zastavení krevního oběhu se v tkáních začnou hromadit metabolické produkty jako je např. kyselina mléčná nebo oxid uhličitý. Důsledkem těchto dějů dochází v odumírající svalové tkáni ke změně aktivity určitých nativních enzymů. [21]

Postmortální enzymatické procesy jsou podstatné pro skladování masa. Během zrání masa se primárně uplatňuje autolýza svalových bílkovin, jež se napojuje na autolytický rozklad hlavních energetických složek svalu, mezi které patří ATP a glykogen. [21]

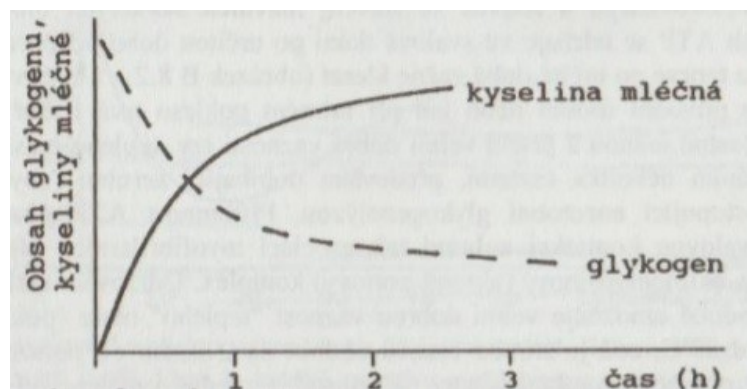
#### 1.4.2 Autolýza masa

Samovolný rozklad, též známý jako autolýza masa tvoří široký soubor enzymatických reakcí, které přeměňují svalovou tkáň poražených zvířat v maso. Roli biokatalyzátorů těchto nevratných přeměn hrají nativní enzymy. [30]

Autolýza masa probíhá ve čtyřech stádiích, které plynule přechází mezi sebou a nejsou mezi sebou nikterak přímo ohraničeny. Jedná se o období: před rigorem (*prae-rigor*), posmrtné ztuhnutí (*rigor mortis*) a zrání masa, které bývá souhrnně nazýváno jako autolýza masa a jako poslední fázi je hluboká autolýza. [18]

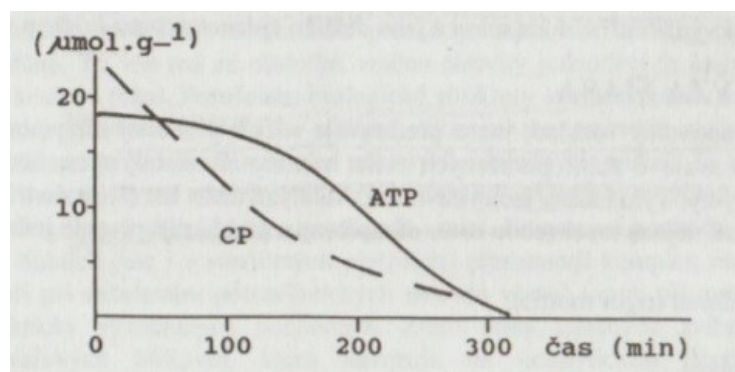
Při usmrcení jatečného zvířete dochází k zastavení přísunu kyslíku do svalu. Z tohoto důvodu dochází k převládání anaerobních pochodů glykolýzy nad aerobními, během

tohoto pochodu vzniká kyselina mléčná. Po usmrcení zvířete dochází taktéž k přerušení krevního oběhu a to vede k zastavení transportu kyseliny mléčné do jater k resyntéze. Z tohoto důvodu dochází ke zmenšení koncentrace glykogenu a ve svalovině dochází ke zvýšení koncentrace kyseliny mléčné, toto lze pozorovat na obrázku č. 7. Zvyšování množství kyseliny mléčné má za následek okyselování masa. Tento proces běží až do té doby, dokud nedosáhne pH hodnoty, při které dochází k inaktivaci příslušnými glykolytickými enzymy. U normálního svalu je veškerý obsah glykogenu vyčerpán. [30]



Obrázek č. 7 – Změna obsahu kyseliny mléčné a glykogenu ve svalovině [30]

Po usmrcení zvířete je množství ATP stejné, ale po čase začíná klesat, tento jev lze pozorovat na obrázku č. 8. V hovězím masu oproti vepřovému dochází k poklesu ATP až po několika hodinách a to z toho důvodu, že hovězí maso je více orientováno na aerobní metabolismus. ATP brání před volným spojením aktinu a myosinu. Při vytváření aromatu mají jeho degradační produkty význam. ATP je také využíván jako zdroj energie pro svalovou kontrakci, tak i pro přesun vápenatých iontů proti koncentračnímu spádu. [1]



Obrázek č. 8 – Změna obsahu kreatinfosfátu a ATP ve svalovině [30]



#### 1.4.2.1 *Prae-rigor mortis*

*Prae-rigor mortis* je prvním fází posmrtných změn v maso a označuje se také jako teplé maso. Toto označení se používá z toho důvodu, že se teplota masa během této fáze zpracování pohybuje okolo 35 – 40 °C. Maso má v této fázi pH hodnotu v neutrální části a to 6,9 – 7,2. Svalovina v této prvotní fázi neuvolňuje vodu a má velmi vysokou vaznost, ale zároveň není tuhá. Pro zpracovatelský průmysl vykazuje vhodné vlastnosti a hodí se pro zpracování na mělněné masné výrobky. Maso je také možné v této fázi zmrazit a nepřijít tím tak o tyto přednosti. Teplé maso se v první fázi nevykazuje typickou kvalitou. Chuť a vůně není u masa ještě zcela vyzrálá a tak není nejvhodnější pro přímou úpravu. Hovězí svalovina si tento stav zachovává až 3 hodiny po porážce. [49,51]

Změna propustnosti svalových membrán je způsobena uvolňováním vápenatých iontů ze sarkoplasmatického retikula. Vápenaté ionty se hromadí v oblasti myofibril díky snížení koncentrace ATP a poklesu pH hodnoty. Je-li ve svalovině ještě dostatek množství ATP, tak dojde ke kontrakci za pomoci mechanismu, který je podobný nervovému vzruchu. Tato kontrakce je vyvolána zvýšenou koncentrací vápenatých iontů. Vytvořením příčných vazeb mezi aktinem a myosinem, tento jev se nazývá ztuhnutím. Maso přechází do druhé fáze postmortálního stádia čímž je *rigor mortis*. [1,32]

#### 1.4.2.2 *Rigor mortis*

*Rigor mortis* je latinské označení pro posmrtné ztuhnutí, maso je v tomto stavu nevhodné jak pro kulinární, ale i pro technologické využití. Je to z toho důvodu, že zde dochází k poklesu hodnoty pH, což způsobuje výrazné zhoršení vaznosti vody. Maso obtížně váže vodu i vodu přidanou, naopak ji dobře a snadno vylučuje v podobě masové šťávy. Maso je velmi tuhé a klade značný odpor nožům v mělnicím zařízení, to má za následek ohřev svaloviny, ten vede k denuraci bílkovin a k dalšímu snížení vaznosti. Maso v *rigor mortis* nedosahuje odpovídajícím senzoričtým vlastnostem a je tudíž nevhodné pro další zpracování. Bohužel se velmi často stává, že se maso v této fázi dostává k zákazníkovi, což je o to závažnější u hovězího masa, kdy posmrtná ztuhlost u něj trvá mnohem déle než u vepřového nebo kuřecího masa. U hovězího masa začíná posmrtná ztuhlost 3 – 6 hodin po porážce, úplné tuhosti dosahuje do 20 hodin a trvá dalších 24 – 48 hodin. *Rigor mortis* nastává nejdříve na svalech hlavy a následně se postupně šíří po celém těle. [1,19,32,49]

Posmrtná ztuhlost může být opožděná a to z důvodů dlouhého předporážkového čekání, kdy dochází ke zvýšené fyzické aktivitě což má za následek vyčerpání svalového

glykogenu před smrtí. *Rigor mortis* může nastat taky o něco dříve a to v případě, kdy dojde ke zvýšení koncentrace kyseliny mléčné ve svalu těsně před porážkou jedince, tento fakt bývá způsobený zvýšeným stresem. Obě situace mají za následek ovlivnění hodnoty pH a tím i samotný *rigor mortis*. Je-li hodnota pH vyšší jak 6,0, dochází k jakostním problémům. Maso má tmavší zbarvení, snižuje se jeho křehkost, chutnost, naopak se zvyšuje vaznost a náchylnost k rozvoji mikroorganismů, které tvoří na jeho povrchu sliz a zápach. [52,53]

Posmrtná ztuhlost hovězího masa nastupuje při hodnotě pH 5,9. Kyselina mléčná se tvoří v důsledku anaerobní glykolýzy, neboť po vykrvení pokračuje glykolýza bez přítomnosti kyslíku. S narůstajícím množstvím kyseliny mléčné dochází k okyselení svaloviny a tím pádem i k poklesu hodnoty pH. Aktomyosinový komplex se vytváří na začátku *rigoru mortis*, na samotném začátku je i dostatek energie v podobě ATP. Ta je postupně snižována z důvodu vyčerpání kreatinfosfátu, který inhibuje fosforylaci ADP na ATP. *Rigor mortis* nastává pod podmínkou snížení koncentrace ATP asi o 75 – 80 %, snížení pH a vyplavení vápenatých iontů ze sarkoplazmatického retikula. [32,54]

Tyto podmínky podněcují splnutí aktinových filament spolu s myosinovými hlavami a posouvají aktinová vlákna do středu sarkomer. Zkrácení sarkomer, ke kterému dochází je nevratným dějem. Teplota taktéž ovlivňuje míru zkrácení sarkomer. K nejnižšímu zkrácení dochází při teplotě 15 – 20 °C a to asi o 10 %. Při nižší teplotě než 10 °C dochází k výraznému zkrácení a to až o 50 % a naopak při vyšších teplotách jak 20 °C dochází ke zkrácení přibližně o 30 %. [32]

### 1.4.2.3 Zrání masa

Maso po *rigoru mortis* opětovně měkne a procesem zrání nabývá maso požadované a charakteristické vlastnosti. K měknutí svaloviny dochází v protichůdném pořadí než když docházelo k tuhnutí masa. Požadované vlastnosti u masa, kde probíhá zrání je tvorba charakteristického aroma a chuti, ke zvýšení vaznosti, křehnutí, měknutí a celkovému zlepšení organoleptických vlastností. Bílkoviny jsou touto fází nejvíce ovlivněné. Dochází k jejich degradaci, dále ke zvyšování koncentrace aminokyselin a tuku, který je významným nositelem chuti a vůně. Během procesu zrání masa, které probíhá v řádu dnů až týdnů se hodnota pH pohybuje mezi 5,6 – 6,5. Pro prevenci před mikrobiální kontaminací se maso nechává zrát ve zracích komorách či chladících zařízeních. [49,51,55]

#### **1.4.2.4 Hluboká autolýza**

Hluboká autolýza přechází po zrání masa a je při dlouhodobém skladování hovězího masa nežádoucím dějem, neboť při něm dochází ke vzniku nepříjemných senzorických vlastností. Maso začíná uvolňovat tekutinu, zapáchat a hodnota pH stoupá na hodnotu 7,1 a více. Bílkoviny, které se odbourávají při zrání masa se dále štěpí na peptid aminokyseliny a vedou až ke vzniku konečných produktů jako jsou sirovodík, merkaptany, aminy nebo amoniak. Tyto výsledné produkty přispívají k nepřijatelným vlastnostem u masa, jak je zmíněno výše. Dále u masa dochází k rozkladu tuků – oxidační a hydrolytické žluknutí tuků. Mikrobiální proteolýza doprovází hlubokou autolýzu, během níž se maso začíná kazit a stává se tak nepříjemnou potravinou. [21,30,49,55]

#### **1.4.3 Proteolýza masa**

Proteolýza neboli hnití masa je znehodnocení masa pro jeho potravinářské využití. Proteolýza je hniloba a kažení masa, rozklad bílkovin, který probíhá souběžně s hlubokou autolýzou a má protichůdnou dynamiku. To znamená, že při porážce zvířete dochází u autolýzy ke zpomalování úbytku aktivity nativních enzymů, tak u proteolýzy naopak dochází k postupnému nabývání na intenzitě. U zdravých jedinců v dobré kondici právě poražených zvířat je svalovina téměř sterilní. K její kontaminaci dochází postupně, zvenci a je závislá na mnoha faktorech jako je dodržování hygieny při porážce zvířete, jeho následné opracování, bourání a chlazení. [21,30]

##### **1.4.3.1 Základní formy kažení masa**

Ke kažení masa dochází vnějším vlivem, neboť maso je po porážce téměř sterilní. Jeho kontaminace je způsobena mikroorganismy, které přicházejí z exogenního prostředí. Mezi faktory, které ovlivňují kažení masa je jeho teplota a teplota prostředí, ve kterém se maso nachází. Největším faktorem, který ovlivňuje mikrobiální bezpečnost masa je jeho bourání, kdy při a po něm může docházet k významnému mikrobiálnímu znečištění. Kažení masa má tři navzájem na sebe navazující fáze a to – povrchové osliznutí, povrchová hniloba a hluboká hniloba masa. [30]

###### **1.4.3.1.1 Povrchové osliznutí masa**

K povrchovému osliznutí dochází důsledkem pomnožení obecné mikroflóry na povrchu masa. Za pomoci enzymu lipáz, proteáz a dalších enzymů dochází k rozkládání masa na

velkou spoustu produktů, které vytvoří na povrchu masa slabou vrstvu slizu, který má šedohnědou barvu a typický hnilobný zápach. Za tento zápach můžou produkty bílkovin, které se tvoří při autolýze masa, mezi ně patří sirovodík, amoniak, aminy a další. Je-li maso zachyceno v ranném stádiu osliznutí je ho možné ošetřit omytím ve vodě s kyselinou octovou (kyselá voda) a následně jej opláchnout pitnou vodou, tímto odstraníme sliz z jeho povrchu. Kyselá voda zapříčiní neutralizaci produktu proteolýzy a inaktivuje mikroorganismy. Maso, které bylo takto ošetřeno a nevykazuje žádné smyslové vady, může být použité pro potravinářské účely, ale podmínkou je jeho okamžité tepelné opracování. [30]

#### 1.4.3.1.2 Povrchová hniloba

Povrchová hniloba navazuje na povrchové osliznutí masa, ke kterému dochází z důvodu, že nebyl z masa včas odstraněný film slizu. Mikroorganismy, které způsobují další fázi kažení masa se dostaly do hloubky a za pomoci jejich enzymů dochází k degradaci bílkovin. Rod *Pseudomonas* řadíme mezi nejvýznamnější bakteriální původce, který způsobuje povrchovou hnilobu masa. [30]

#### 1.4.3.1.3 Hluboká hniloba masa

Hluboká hniloba masa je v dnešní praxi zcela minimální, neboť při tomto kažení masa dochází ke zkažení masa a jeho mikrobiální kontaminaci v celých technologických nebo anatomických kusech. Hluboká hniloba masa má převážně lokální charakter a to kažení masa od kosti nebo ložisková hniloba. [30]

##### 1.4.3.1.3.1 Kažení masa od kosti

Tento druh kažení masa se vyskytuje vzácně a pojí se převážně s porážkami, které jsou nucené. Ty jsou uskutečňovány většinou z důvodů onemocnění či poranění jatečných zvířat. Za těchto okolností dochází ke zvětšení propustnosti mikroorganismů z trávicího ústrojí do tkání a maso tak přestává být sterilní surovinou. Dojde-li k uzdravení zvířete v dostatečném časovém odstupu od porážky, tak dochází ke změně situace a svalovina se opět normalizuje a stává se sterilní. Výjimka, mezi kterou se řadí okostice nebo-li periost je stav, který zapříčiňuje, že se mikroorganismy drží v ráně delší dobu a dochází tak po porážce zvířete k vytvoření hnilobného ložiska, které kontaminuje a zdravotně ohrožuje okolní svalovinu. [21]

#### *1.4.3.1.3.2 Ložisková hniloba*

Ložisková hniloba patří mezi formy kažení masa se specifickým výskytem tzv. ložiskem hniloby. K tomuto druhu kažení masa dochází z důvodů nedbalosti při bourání anebo bourání masa, tzn. že dochází ke zbytečným vpichům nebo zářezům do masa málo či vůbec neasanovaným nožem (ta je předepsána vodou o teplotě 82 °C). Ten může být vektorem jednotlivých mikroorganismů do svaloviny. Dojde-li ke vzniku příznivých podmínek pro růst mikroorganismů (zvýšení teploty a pH), začnou se jednotlivé kmeny mikroorganismů množit a dojde ke vzniku hnilobného ložiska, menšího či většího. Prevencí je dodržování správných výrobních a hygienických požadavků, neboť při vzniku hnilobného místa se špatně určuje a tedy i identifikuje, dochází tak až při samotném kulinárním upravení masa. [21]

#### *1.4.3.2 Zvláštní forma kažení masa*

Mezi zvláštní formu kažení masa se řadí zapaření. Hlavním důvodem proč dochází k zapaření masa je jeho nedostatečné či pomalé zchlazování při jeho vysoké teplotě. Tato teplota je významná pro zrychlení žádoucích autolytických procesů jako je degradace kyseliny mléčné na oxid uhličitý a pak zejména glykolýzu. Dojde-li ke kontaminaci masa a následně i k pomnožení anaerobními mikroorganismy např. z mizních uzlin, dojde ke kažení svaloviny, které se projeví prvotním typickým ostrým nakyslým hnilobným zápachem. Prevenci k zapaření masa je možné učinit účinným a rychlým zchlazením svaloviny v chladicích zařízeních určené pro jatečně upravená těla. Tyto kusy masa jsou v chladicím zařízení zavěšena a rozmístěna od sebe tak, aby zde docházelo k dobrému proudění studeného vzduchu a odvádění tepla. Maso se může zapařit i při samotném bourání masa, kdy k němu dochází při nedostatečném zchlazení svaloviny a jeho vrstvení v přepravních bednách. V technologickém procesu, které má dobré vedení nedochází k žádným formám kažení masa. [21]

#### **1.4.4 Abnormální průběh postmortálních změn**

V některých situacích se stává, že dochází ke změnám během autolytických a proteolytických dějů od standardního průběhu a to hned v různé intenzitě, různým rozsahu a různých příčin. Vznik odchylek jakosti masa jsou způsobeny abnormálním průběhem postmortálních změn v mase jatečných zvířat. [56]

Existuje řada anomálií, které se vyskytují v průběhu postmortálních změn, ale pouze dvě se řadí mezi hlavní odchylky, které způsobují ekonomické ztráty a vedou ke ztrátě kvality masa. [5]

Jedná se především o pokles pH hodnoty. Tyto anomálie jsou při průběhu postmortálních změn ovlivněny řadou faktorů a to od samotné genetické výbavy přes předporážkovým zacházením se zvířaty až po samotné jatečné opracování. Samotné prostředí má taktéž vliv na psychickou či fyzickou zátěž organismu u stresovaných zvířat. K hormonálně řízeným reakcím dochází za předpokladu, je-li překonána jistá mez míry stresu. Během tohoto děje dochází k uvolňování thyroxinu ve štítné žláze, dále pak dochází k uvolňování noradrenalinu, adrenalinu a v neposlední řadě kortikoidních hormonů. Dále dochází ke zrychlení glykolýzy, kdy se glykogen štěpí na kyselinu mléčnou. Tento děj, kdy se kyselina mléčná tvoří, je závislý na tom, kdy dochází k její tvorbě. Dochází-li až po vykrvení, tak kyselina mléčná zůstává ve svalovině a jedná se o vadu PSE (pale=bledý, soft=měkký, exudative=vodnatý). Dochází-li ke tvorbě kyseliny mléčné dříve, tak je následně vyplavena krví ze svalu a jedná se o vadu DFD (dark=tmavý, firm=tuhý, dry=suchý). Tyto dvě hlavní odchylky masa ovlivňují její vlastnosti a to zejména její vaznost a barvu. Nikterak ovšem neovlivňují její zdravotní nezávadnost. [5,21,18]

V hovězím mase se prakticky nevyskytuje jakostní odchylka PSE, ale za to jakostní odchylka DFD se v hovězím mase vyskytuje poměrně často, proto se budeme dále zabývat jenom ní. [30]

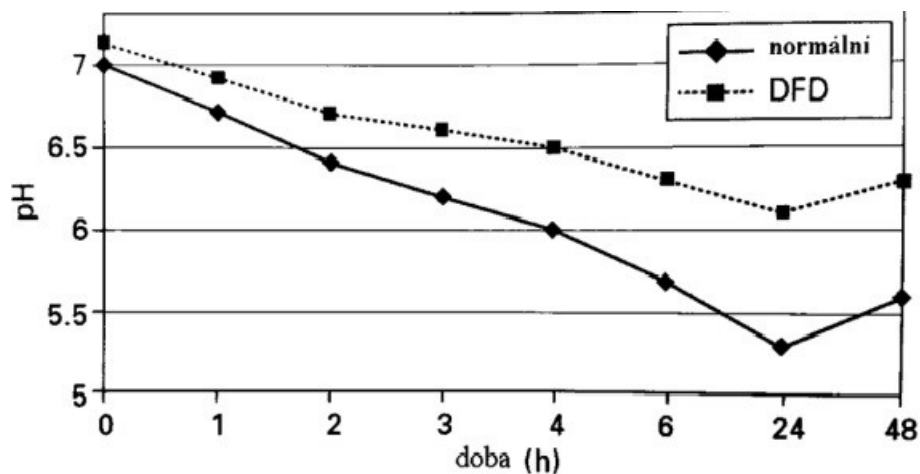
#### **1.4.4.1 Jakostní odchylka DFD**

Jakostní odchylka DFD se vyskytuje zejména u hovězího masa. Jedná se o přímý následek okolností, kterým byl skot vystavený v posledních době (řádově hodiny) před porážkou. Tento jev je následkem nepostačujícím krmením před porážkou nebo nadměrným vysílením zvířete. Glykogenové zásoby mohou být spotřebovány mnoha způsoby jako je například pohlavím či temperamentem zvířete, plemenem, sociálními a klimatickými podmínkami, cizím prostředím, dobou a způsobem přepravy na jatka a samotným předporážkovým ustájením. DFD vada masa je nejčastěji pozorována u býků, kteří jsou z vazného chovu. Jsou-li tito býci přepravováni a následně ustájeni před jatka s cizími jedinci, tak dochází k soubojům o postavení ve skupině a taktéž k sexuální agresii, což má za následek jejich fyzické vyčerpání. Naopak u skotu, který je ustájen volně a jsou ze sociálně ustálených skupin je výskyt vady DFD masa prakticky malý. Jak bylo zmíněno

výše, tak temperament má vliv na výskyt jakostní odchylky a z toho plyne, že krávy, jalovice a volci mají nízkou míru výskytu této vady masa. [21,53,57]

K tvorbě minimálního množství kyseliny mléčné dochází po porážce v případě, dojde-li ke spotřebě glykogenu ještě před samotnou porážkou a tak hodnota pH klesá pomalu. Na obrázku č. 9 lze pozorovat, že pH po 24 – 48 hodinách po porážce nabývá hodnot nad 6,2. [40]

Studii, kterou provedli autoři Frylinck et al. [58] uvádí, že maso má tmavší barvu, jeho zrací schopnosti i celková jakost se zhoršila, avšak nejedná se při hodnotách pH 5,8 – 6,2 o DFD maso.



Obrázek č. 9 – Průběh pH v čase u normálního a DFD masa [59]

Během studie, kterou provedli Frylinck et al. [58] došli k závěru, že maso nabývá slabých senzorických vlastností, z důvodu nedocházení plnohodnotného zrání masa. Autoři Fowler a Lawrence [48] uvedli, že jisté složky jako je trimethyl nebo amoniak, které jsou spojené s vysokým pH ovlivňují chuť masa. Tuto teorii potvrdili i autoři Viljoen et al. [60], kteří uvádějí, že maso postižené touto vadou je tuhé, má nevýraznou chuť a cizí pachut'. Hovězí maso vykazuje zvýšenou absorbanci světla a tak se jeví v extrémních případech až jako černé, jak uvádí autoři Sawyer et al. [61] ve své studii. Jelikož maso má vysokou hodnotu pH a neklesá pod 6,2, tak je velmi citlivé na autolýzu a pak i na samotnou proteolýzu masa. Během skladování masa dochází ještě k samotnému zvyšování hodnoty pH uvádí autoři Livisay et al. [62] ve své studii. [62]

Maso je se svojí nízkou údržností nevhodné pro výsekový prodej a výrobu tepelně neopracované masné výrobky pro svoji vysokou hodnotu pH, a vysokou vaznost. Ta

zabraňuje sušení, ale i samotnému procesu zrání, kdy je pak maso tuhé a nemá dostatečně výraznou chuť a aroma. Naopak DFD maso je vhodné pro svoji vysokou vaznost k výrobě měkkých salámů. [20]

#### 1.4.4.2 Cold shortening

Cold shortening nebo také zkrácení svalových vláken chladem, kdy může dojít až ke zkrácení své původní délky až o 80 %, je důsledkem příliš rychlého nebo šokově zchlazeného jatečně opracovaného zvířete. Dochází k tomu z důvodu potřeby snižování hmotnostních ztrát, ale i potřeby zlepšovat hygienu chladírenského skladování. Příliš rychlé (ultrarychlé) anebo naopak příliš pomalé zchlazování masa vede k jeho snížení kvality. [63]

Jakostní odchylka cold shortening je způsobená příliš rychlým zchlazením masa ještě před samotným nástupem *rigor mortis* pod 10 °C a tím pádem dochází k ireverzibilní svalové kontrakci, to znamená, že došlo ke zkrácení svalových vláken, které má za následek zmenšení velikosti masa. Maso je také po ukončení procesu zrání a po následné gastronomické úpravě příliš tuhé. U hovězího masa, lze při normálním průběhu zrání bezpečně maso chladit pod 10 °C až je-li hodnota pH vyšší jak 6,1. Tato hodnota je u masa dosažena asi po 10 hodinách po porážce. [64]

Autoři Savell et al. [65] uvádějí ve své studii, hodnotu pH nejméně 6,2. Autoři Hannula a Puolanne [66] uvádějí, že hovězí maso by mělo být zchlazeno nejdříve 15 hodin po porážce na teplotu 12 °C a nižší. Autoři Savell et al. [65] ve své studii uvedli, že je kombinace hodnoty pH, času po porážce a následné teplotě zchlazení je různorodá pro každý jednotlivý druh zvířete, ale také i závislá na jednotlivých partiích masa.

Prevence výskytu cold shorteningu je v kondicionování, tzn. v regulaci rychlosti chlazení. K další možnosti prevence patří elektrostimulace poražených zvířat. Elektrostimulace stejnosměrným či střídavým proudem přivodí rychlou degradaci ATP a glykogenu. To vede k rychlému navození *rigor mortis*, který umožní další a intenzivnější chlazení. V dnešní době je tato jakostní vada vyřešena a tak nezpůsobuje v praxi nikterak větší problémy. [21]



## 2 ZRÁNÍ MASA

Mezi nejdůležitější a nejzásadnější faktory, které ovlivňují kvalitu masa patří neodmyslitelně zrání masa a jeho úroveň prozrálости. U kvalitně vyzrálého masa nacházíme ty nejlepší organoleptické vlastnosti, mezi které se řadí zejména jeho chuť, vůně a křehkost, která je u zralého hovězího masa ideální. Finálně vyzrálé maso je ovlivněno mnoha činiteli, mezi které můžeme zařadit plemeno skotu, stáří, vybranou partii masa, typ zrání, délka zrání a teplota, během které je maso vystaveno po celou dobu zracího procesu. Dalšími faktory, které ovlivňují průběh zrání masa patří složení masa, obsah bílkovin, zejména bílkovin myofibrilárních, tak ale i bílkovin pojivových tkání. Množství glykogenu a intramuskulárního tuku ve svalech taktéž patří mezi faktory ovlivňující proces zrání. [19,67]

Obecně platí, že čím vyšší teplota působí na maso při skladování po porážce, tím rychleji se uspíší a proběhne zrací proces. Na druhou stranu platí, že maso je výbornou živnou půdou pro růst nežádoucích mikroorganismů. Tudíž čím vyšší teplota, tím je vyšší riziko kontaminace nežádoucí mikroflórou. Z toho vyplývá, že zrání masa musí probíhat při nižších teplotách a tím pádem dochází k prodloužení zrací doby. [67]

Tabulka č. 2 – Doba zrání hovězího masa závislá na teplotě [1]

<b>Teplota</b>	<b>0 °C</b>	<b>8 – 10 °C</b>	<b>16 – 18 °C</b>
<b>Doba zrání</b>	10 – 12 dní	5 – 6 dní	3 dny

Jak již bylo zmíněno výše, tak proces zrání ovlivňuje i věk skotu. Autoři Huidobro et al. [68] pozorovali změny u masa, které zrál po dobu šesti dní. Maso pocházelo z jalovic a mladých býků. Výstupem jejich pozorování je, že u mladých jedinců, je tato poměrně krátká doba (šesti dní) zrání postačující a u masa je dosaženo optimálních jakostních vlastností.

Dosažení optimálních technologických a organoleptických vlastností u hovězího masa, které podléhá zracím procesům, je u tohoto druhu zvířat delší než u jiných hospodářských zvířat. Při teplotě 0 °C se doba zrání u hovězího masa různí dle autorů, například Pipek [1] uvádí dobu zrání 10 – 14 dní, autor Warriss [64] 10 – 21 dní a autoři Savell et al. [65] udávají dobu 10 – 20 dní. S délkou doby, po kterou dochází ke zrání masa nabývá zároveň i na jeho křehkosti. V prvních dvou týdnech dochází k nejvýraznějším změnám. [69]

Ve studii, kterou provedl Perry [70] uvádí, že při procesu zrání dochází ke změně struktury a chuti masa. Maso, které zrání po dobu 45 – 50 dní, byla zjištěna výraznější chuť, ale snížená šťavnatost. Oproti tomu maso, u kterého proběhl zrací proces dlouhý 120 dní, byla zjištěna zhoršená jak šťavnatost, tak i chuť. Nejvhodnějších kulinářských vlastností dosahuje maso zrající po dobu 30 – 80 dní. Nejen doba, ale i rychlost proudění vzduchu v chladících zařízeních je velmi nezbytným a důležitým faktorem ve správném procesu zrání masa. U masa, kde neprobíhá růst plísni na povrchu a dochází k intenzivnímu sesychání čerstvého masa, má vliv zvýšený průtok vzduchu. V chladících boxech by měla být nastavena vlhkost vzduchu v rozmezí 80 – 85 %, je-li vyšší může zde docházet k výskytu a nárůstu plísni, ale naopak je-li vlhkost zase příliš nízká, tak maso ztrácí velký obsah šťávy a vysychá. Použití ultrafialových světél napomáhá usmrtit velké množství mikroorganismů, které jsou přenášeny vzduchem. Na obrázku č. 10 můžeme pozorovat změny v maso v průběhu zrání, kdy vlevo je maso, které zrání po dobu 7 dní a vpravo je maso, které zrání 60 dní.



Obrázek č. 10 – Změny v maso v průběhu zrání [70]

V prostorách jatek nedochází většinou ke zrání masa z důvodu malé chladírenské kapacity, tudíž musí docházet k pronajímání chladírenských prostorů a s tím jsou spojeny i problémy. Příkladem těchto problémů může být transport masa do pronajatých chladíren, kde může dojít ke křížové kontaminaci povrchu masa nežádoucí mikroflórou. Dalším způsobem, jak může dojít ke kontaminaci masa, je sám člověk, konkrétně personál chladírny, který nekontrolovatelně vstoupí do chladících prostorů. Mikroorganismy, mezi které se řadí jak celkový počet mikroorganismů, ale tak především a zejména koliformní bakterie se mohou množit na samotném povrchu masa díky teplotním rozdílům při převážení masa. Dojde-li ke zvýšení množství přítomné mikroflóry, ještě před samotným dokončením zrání masa, musí být zrací proces okamžitě ukončen a maso se musí v co nejkratší době zamrazit anebo spotřebovat. Kdyby nedošlo k přerušení zracího procesu

včas, tak by dalším pomnožením mikroorganismů došlo k osliznutí masa a toto maso by musela pozastavit veterinární služba. Samotné chladírny neumožňují z důvodů omezené kapacity plně vyzrání masa a tak často dochází k předčasnému vyskladnění masa z chladíren. Tento nepříjemný fakt se podepisuje na samotné kvalitě masa. [18,71]

Jak již bylo napsáno výše, tak maso bývá často vyskladněno dříve z chladících zařízení. Nebývá tomu tak jenom z důvodů nedostačujících kapacit chladíren, ale především z ekonomických důvodů se maso vyskladňuje, distribuuje a zpracovává dříve než je doporučeno. Jakost málo vyzrálého masa bývá zákazníky stejně přijata jako výsekový prodej hovězího masa ze starších jedinců či jinak nevhodných kusů. Tyto negativní postoje, poměr cena – jakost, zákazníky ovlivňuje natolik, že dochází k poklesu zájmu spotřebitelů o maso ze skotu, což je pozorovatelné i na obrázku č. 1, který je v kapitole 1.1. Přitom se dá zrání masa urychlit za pomoci fyzikálních zákroků (např. teplota) nebo přidavkem preparátů enzymových charakterů na bázi proteáz. Zároveň je ale prokázáno, za pomoci chuťových a senzorických hodnocení, maso, které zrál přirozeným způsobem bez žádných urychlujících zákroků dosahovalo nejlepších hodnocení. [21,30]

### 2.1.1 Biologické změny během zrání

Maso, ve kterém dochází ke zrácím procesům, má zvýšenou rozpustnost bílkovin a dochází ke tvorbě jejich derivátů. Za pomoci těchto derivátů dochází v mase ke tvorbě organoleptických vlastností jako je tvorba aromatických látek, které mají typickou hovězí vůni pro zralé maso. [30]

Zrání masa je zásadní při autolýze masa, proto je někdy tento pojem jako je zrání masa považovaný za celý autolytický proces. Při měknutí svaloviny jsou myofibrilární bílkoviny a proteolytické enzymy nejdůležitějšími součástmi. Během měknutí masa nejsou účastny pouze bílkoviny, ale i enzymy, které mají mikrobiální původ. [1,30]

Kalpainy (enzymy s vápenatými ionty) jsou aktivovány při uvolňování svaloviny, ty dále rozruší myofibrilární bílkoviny, následně dojde k uvolnění kyseliny mléčné do svalu, což vede ke změně hodnoty pH, která zase navazuje na schopnost vaznosti vody. Změna hodnoty pH na vyšší hodnoty má za následek rozrušení lyzozomů v buňkách svalu a to vede k uvolnění enzymu katepsinu. Disociace aktinomyosinového komplexu na aktin a myosin má za následek tento další enzym. Takto rozrušený aktinomyosinový komplex má na svědomí křehnutí masa. [1,30]

Během uvolňování svalů se kromě kalpainu účastní i fosfoglukomutázy, což jsou enzymy, které řídí glykolýzu, společně s energetickým metabolismem. Fosforylace enzymu, jež jsou součástí uvolňování svaloviny je úměrně závislá na práci kalpainů a rychlosti metabolismu. [1,72]

## 2.2 Způsoby zrání masa

V praxi se pro zrání hovězího masa využívá zejména dvou způsobů a to mokré či suché zrání masa, oba tyto způsoby jsou od sebe ve výsledku odlišné svými ekonomickými nároky a senzorickými vlastnostmi, mezi které patří chuť a jemnost masa. Dlouhému a potřebnému zrání masa se říká staření masa. Hovězí maso, které zraje mokrou cestou je vloženo do vakuově uzavřeného obalu a skladováno při teplotě okolo 0 - 2 °C. Tato metoda zrání patří mezi nejrozšířenější. Druhým způsobem je suchý způsob zrání masa, kdy je jatečně opracované tělo zavěšené, nezabalené v chladicích zařízeních, kde se při řízené teplotě 0,5 – 1 °C, proudění vzduchu a relativní vlhkosti 80 – 85 % nechávají zrát několik týdnů. [72,73,74]

V posledních pár letech došlo k vývoji a oblibě speciálních vakuových sáčků pro suché zrání masa v lednici, které kombinují tyto obě konvenční metody zrání masa, touto novou technologií zrání se taktéž zabývá předložená diplomová práce.

### 2.2.1 Mokrý způsob zrání masa

V dnešní době patří k nejvyužívanějšímu způsobu při zrání masa. A to zejména pro svoji ekonomickou nenáročnost, neboť jediným vlivem, který se musí zajišťovat je teplota, kdy maso zraje při teplotě 0 – 3 °C od 7 do 28 dní. U tohoto způsobu zrání masa odpadá nutnost nastavení, kontrola vlhkosti a proudění vzduchu. Staření masa mokrou cestou znamená vakuové zabalení předem rozbouraných jednotlivých partií masa do vakuových sáčků. Tento obal zabezpečuje anaerobní prostředí, které minimalizuje vniknutí choroboplodných mikroorganismů, a tím se razantně prodlužuje jeho údržnost. Díky nepropustným vlastnostem vakuového sáčku nedochází k vysoušení a díky tomu je maso optimálně šťavnaté nejen po otevření sáčku, ale i po samotné tepelné úpravě. Tato technika eliminuje ztrátu vody a tudíž nedochází k hmotnostním ztrátám. Nevýhodou této metody je, že zde nedochází ke koncentraci a nevyvolávání hloubky v chuti, tak jak tomu je u suchého zrání, z důvodů eliminace ztrát vody a nepomnožení plísní na povrchu. Mokré zrání je vhodné zejména pro partie masa, které nemají vysoký podíl tuku anebo pro maso,

keré k nám je dováženo z velké dálky, například z Jižní Ameriky, kde se optimalizuje délka doby zrání masa během cesty námořní dopravou. Maso lze zakoupit vakuově balené jak vyzrálé, tak i nevyzrálé. [49,51,70,74]

### 2.2.2 Suchý způsob zrání masa

Při procesu suchého zrání hovězího masa dochází k vyvěšení celých čtvrtí nebo větších částí jatečně upravených těl skotu. Celé partie hovězího masa bývají vyvěšené po dobu 28 – 55 dnů při řízených a kontrolovaných podmínkách v chladících zařízeních při teplotě kolem 0 – 5 °C a relativní vlhkosti 75 – 85 %. Je-li maso vystaveno nižší vlhkosti dochází potom tímto následkem ke ztrátě šťavnatosti, která vede k vysychání masa. Je-li maso naopak vystaveno vyšší vlhkosti, dochází k podpořenému růstu písní. Zrání masa za sucha je velmi ekonomicky náročný proces, neboť u tohoto způsobu staření masa dochází k vysokým hmotnostním ztrátám a to zejména ztrátou vody (3 – 24 %) a vysychání povrchu (6 – 15 %). [74] Maso tímto způsobem zrání bývá považováno za křehčí a chutnější, což dokazuje i studie autoru Dikeman et al. [75]

Lepší kulinární vlastnosti jsou podle studie Bureš et. al. [69] pozorovány u hovězího masa, které vyzrálo suchým způsobem.

Podle různých experimentů se liší doba staření masa, např. autoři Algino et al. [76] ve své studii uvádějí, že zrání masa by mělo probíhat v rozmezí jednoho až pěti týdnů a další autoři jako Dashdorj et al. [74] ve své publikaci uvádějí, že nejrozšířenější doba pro zrání hovězího masa je v rozmezí 14 – 40 dnů, kdy nabývá nejlepších kulinárních vlastností.

Algino et al. [76] uvádí, že pro zrání masa suchým způsobem je nejdůležitější několik faktorů. Mezi tyto faktory patří doba a teplota při zrání masa, proudění a vlhkost vzduchu.

Rozmezí průtoku vzduchu by mělo být v chladících zařízeních od 0,5 – 2,0 m·s<sup>-1</sup> a rychlost vzduchu v rozmezí 0,2 – 1,6 m·s<sup>-1</sup>. Dále teplota pro krátkodobé zrání masa (10 – 20 dní) by měla být mezi 2 – 3 °C a pokud maso zraje dlouhodobě, tak optimální teplota v chladících zařízeních je 0,5 – 1 °C. [77]

Důležitým faktorem ovlivňující suché zrání je koncentrování chuti masa. Během zracího procesu dochází k chemickému rozkladu tukových a bílkovinových složek a k absorbování šťávy do masa. Rozklad chemických složek v mase mají na svědomí intenzivní ořechovo-masovou chuť. Při rozkladu bílkovin dochází zároveň k rozkladu pojivové tkáně ve svalovině, která má za následek větší křehkost masa. [74]

Mezi dalšími faktory ovlivňující chuť masa patří růst patřičné mikroflóry na povrchu masa, mezi kterou patří např. plíseň *Thamnidium*. Tato plíseň na povrchu masa tvoří šedé kolonie, které se následně během zrání dostávají dále do masa a díky nim maso má jemnější a lepší chuť. Naopak nežádoucí mikroflórou jsou bakterie *Escherichia coli* a *Enterobacteriaceae*, které jsou při zrání masa hlídány a kontrolovány neboť jejich výskyt jsou u *E.coli* 10 KTJ (kolonie tvořící jednotky) na gram a u *Enterobacteriaceae* 1000 KTJ·g<sup>-1</sup> zdraví škodlivé. Růst těchto patogenních mikroorganismů je podmíněný špatnou skladovací teplotou při staření masa, nastavení špatné vlhkosti a proudění vzduchu anebo kontaminací masa. [74]

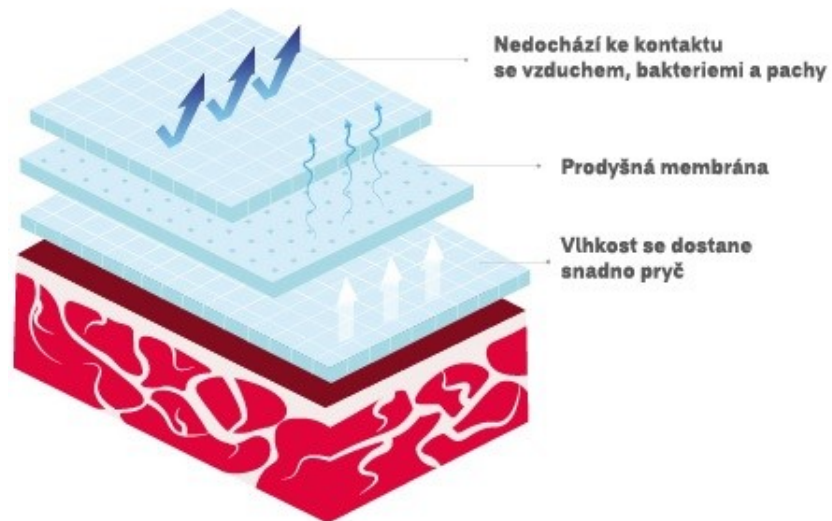
### 2.2.3 Obalové materiály pro zrání masa

Speciální obaly pro suché zrání masa v lednici jsou na trhu relativně krátkou dobu, ale díky svým vlastnostem a jednoduchostí se jim u koncových zákazníků dostává čím dál větší oblíbenosti a preferenci. Sáčky jsou skvělou alternativou pro začátečníky v suchém zrání, ale pro dosažení nejlepší chuti masa suchým způsobem staření je možné jenom v chladírně, kde lze maso zavěsit na kost a zároveň zde dochází k přísunu cirkulujícího vzduchu, který napomáhá aerobnímu biochemickému procesu. [78,79]

Obaly využívají známou metodu zrání masa suchou cestou, kdy u této metody dochází ke zjemnění chuti masa a to dostává vytříbenou a lahodnou chuť bez rizika zkažení. Kulinární způsoby úpravy jsou rychlejší a šťavnatější na rozdíl klasického vakuového obalu. Oproti normálnímu vakuovému obalu, se díky svým specifickým materiálovým vlastnostem, kdy jsou vyrobeny ze speciální membrány, jejichž jednotlivé vrstvy, jsou vidět na obrázku č.11, propustné pro vzduch a zároveň odvádí vlhkost a chrání maso před pachy a bakteriemi. [80,81]

Zrací sáčky se pyšní svojí oblíbeností a preferencí oproti klasickému suchému zrání ve visu, kdy se jednotlivá partie pohodlně zabalí a nechá se zrát tak dlouho jak koncový zákazník bude chtít. Nejlepší je ponechat maso zabalené v lednici 14 – 21 dní či déle při teplotě 3 °C. Během zracího procesu se musí sáček s masem občas otočit z důvodů, že se při suchém zrání vytváří vrstva, téměř jako kůrka. Je-li tmavé barvy, tak proces suchého zrání funguje. Po vyzrání se maso vyjme z obalu, suchá a tvrdá kůrka se odřízne a maso se musí připravit do dvou dnů anebo se musí zamrazit. [78,80]

Je-li maso balené za pomoci nekomorové baličky, je zapotřebí při vakuování přiložit do sváru speciální papírek, který je součástí balení a slouží k uvolnění vzduchu. U komorových vakuových baliček není zapotřebí použití papírků. [80]



Obrázek č. 11 – Popis vrstev zracího obalu [80]

### 3 CHEMICKÉ A TECHNOLOGICKÉ ANALÝZY

#### 3.1 Textura

Textura bývá označovaná jako jeden ze smyslových vjemů, který je výsledkem mnoha stimulů v různých variantách a synchronizacích. Textura nebývá jednoduší, ale každý na ni klade jiný důraz, například, spotřebitel a naopak výrobce v potravinářském průmyslu klade jiný důraz na texturu potravin. Textura bývá nejčastěji označována jako souhrn všech povrchových, mechanických a geometrických vlastností výrobku, vnímatelné za pomoci somestetických a kinestetických receptorů. Dále sluchovými a zrakovými receptory od prvního kousnutí až do polknutí. Mezi primární metodu, která snímá texturu patří hmat, který je důsledkem kontaktu mezi potravinou a částí těla. [82,83]

Maso je vláknité a pohyby těchto svalových vláken mají na svědomí největší vliv na samotnou texturu masa. Dalšími vlivy, který ovlivňují texturu masa patří množství přítomného jak povrchového, tak i intramuskulárního tuku a dále množství kolagenních složek ve svalovině. Mezi technologické parametry masa, které se hodnotí při kulinárních zpracováních patří bezpochybně jeho jemnost. V definici textury masa je zahrnuta křehkost či jemnost masa, která je jistě nemalým způsobem spojena s jeho šťavnatostí. U hovězího masa je tato vlastnost velice problémová, neboť se jedná o ukazatel kvality hovězího masa. Zrací procesy bývají využívány právě pro tento důvod, aby docházelo ke zvýšení křehkosti masa. Kromě zracích metod mohou být využity i jiné způsoby jako je enzymatická úprava povrchu masa a různé tepelné úpravy. [82,84,85]

##### 3.1.1 Hodnocení textury instrumentální metodou

Hodnocení textury za pomoci instrumentální metody je postavena na mechanických testech, které měří odolnost masa proti silám, které na něj působí, a které jsou větší jak gravitace. Důsledkem mechanického měření textury je ničivý charakter, neboť na je na testované maso působenou takovou silou, že dochází k překročení pevností hranice, která se následně poruší. Pro hodnocení textury masa se běžně využívá instrumentální metody jako je Warner – Bratzlerův test. [86]

Textura masa je měřena energií nebo silou, která zkoumaný vzorek masa stlačuje nebo ho přeřezává. Při hodnocení textury pomocí instrumentální metody je zapotřebí vzorků, které jsou jasně definovány a jsou větší. Je velice obtížné srovnávat výsledky ze dvou či více



laboratoří, neboť vzorky mohou mít odlišnou velikost a tvar či dokonce jiné nastavení samotného přístroje. [86]

### 3.1.1.1 Warner – Bratzler test

Mezi instrumentální metody patří Warner – Bratzlerův test, který dosahuje nejlepší korelace v porovnání se senzorickým hodnocením křehkosti masa. Zároveň patří tato instrumentální metoda mezi nejrozšířenější a nejběžnější střížní zkoušky, které hodnotí samotnou texturu masa. [86]

Warner – Bratzlerův test poskytuje možnost měřit sílu, která je nezbytná pro přestřížení vzorku masa. První skousnutí svaloviny je možné simulovat za pomoci stříhu. Warner – Bratzlerův nůž, ve tvaru písmene „V“ řeže vzorek masa, který má svalová vlákna orientována rovnoběžně s delší osou, dokud se samotná vlákna neoddělí. Při tomto stříhu je zároveň měřena i tuhost vzorku, maximální síla a energie, která je zapotřebí vynaložit k přestřížení masa. Svalová vlákna vzorku by měly být přeřezána kolmo a tak musí být testovaný vzorek takto připravený a nastavený. [86]

Pomocí Warner – Bratzlerova testu je možné měřit hned několik hodnot jako je délka posunutí nože (mm), maximální síla (N) a tlak, který je potřebný vynaložit pro přestříhnutí vzorku (MPa). Tuhost (pevnost) masa je výsledkem tohoto měření. Se vzrůstajícím počtem měřených vzorků stoupá kvadraticky i opakovatelnost při měření Warner – Bratzlerova testu. Při měření deseti vzorků z jednoho pokusného vzorku dochází k dosažení nejvyšší opakovatelnosti. [87]

Hovězí maso je autory Destefanis et al. [88] rozděleno do 5 kategorií podle síly ve stříhu:

- velmi křehké (< 32,96 N),
- křehké (32,96 – 42,77 N),
- střední (42,87 – 52,68 N),
- tuhé (52,78 – 62,59 N),
- velmi tuhé (> 62,59 N).

## 3.2 pH

Jedná se o fyzikálně-chemickou veličinu, která určuje míru zásaditosti nebo kyselosti prostředí neboli se jedná o určení koncentrace vodíkových iontů. [26]

Změna hodnot pH v masě patří k jedné ze základních změn, které dochází postmortem. Okyselení svalstva ovlivňuje řadu dalších věcí, mezi které patří například vaznost, barva masa a taktéž zároveň může poskytnout důležitou informaci o kvalitě masa, není-li možné provést podrobnější analýzu. [28]

Hodnota pH se u hovězího masa nejčastěji získává 1 den po porážení zvířete a nabývá hodnot 5,4 – 5,7, kde v rozmezí těchto hodnot uvádí autoři Young et al. [89] dosahuje maso uspokojivé údržnosti. Na tyto hodnoty klesá pH z hodnot nad 7,0, která je dosažena v živé kosterní svalové tkáni, a pokles pH závisí na počátečním množství glykogenu ve svalech. Jak již bylo zmíněno výše, tak hodnota pH má významný vliv na vaznosti a barvě masa, ale zároveň stejný vliv má i na křehkost a na sensorické vnímání chuti. [90]

Autoři Jeleníková et al. [91] ve své studii uvádí, že pH svaloviny skotu se pohybuje v rozmezí 5,4 – 7,2. Dále uvádí, že při hodnotách pH 6 – 7 je zvýšená křehkost masa a zároveň křehkost v momentu porážky nepodléhá závislosti na pH, ale má na něj vliv až při procesu zrání masa.

Okyselení svalu může být měřeno za pomoci zasunutí skleněné elektrody do svalové tkáně, kdy sonda s citlivou oblastí pro pH přijde do kontaktu s měřenou tkání. Jedná se o metodu rychlou, výrazně přesnou, neboť dochází k zjišťování pH hodnoty přímo v tkáni. [28]

### 3.3 Amoniak

V potravinách vzniká amoniak převážně z volných nukleotidů, jako je adenosinmonofosfát, který se deaminuje na inosinmonofosfát a hydrolyzou glutaminu a asparaginu. Tyto dvě aminokyseliny se hydrolyzují v potravinách při teplotě okolo 100 °C. Při této teplotě dochází jak k desulfonaci bílkovin, tak hlavně k uvolňování amoniaku. [87]

Množství amoniaku je ukazatelem degradace bílkovin masa a soudobě slouží jako kritérium pro posouzení čerstvosti masa. Koncentrace amoniaku je mikrobiálními a autolytickými procesy zvyšována. Amoniak patří k významným ukazatelům čerstvosti masa. Jeho zvyšující se koncentrace je jak z hlediska jakosti, tak i hlediska zdravotní nezávadnosti nežádoucí. V čerstvém masě je obsažený volný amoniak v množství 120 – 170 mg/kg. Obsah amoniaku nad tuto hranici stoupá u čerstvého masa jatečných zvířat, které přicházejí na jatka fyzicky vyčerpaná. Hranice je překročena taktéž v případech hnilobných a procesu autolýzy. Mezi základní chemické sloučeniny, které alkalizují kazící

se maso patří amoniak spolu s aminy. Dojde-li ke zvýšení hodnoty pH nad 7, dojde k uvolňování amoniaku z masa, který se současně podílí na jeho typickým zápachu. [87]

### 3.3.1 Metody stanovení amoniaku v mase

Amoniak lze stanovit řadou metod, např. instrumentálními metodami – cestou suchou biochemie a metodou s využitím iontově selektivní elektrody anebo využitím Nesslerova činidla či metodou dle Conway, která byla využita v experimentu. Dále je možné využít jako nepřímý ukazatel nárustu amoniaku v mase použitím vpichové elektrody měřící pH nebo pH měřené ve výluhu masa. Množství amoniaku lze pomocí vyjmenovanými metodami stanovit ve vzorku masa jednorázově anebo provádět stanovení za určité časové období v rámci dynamických změn obsahu amoniaku. [87]

#### 3.3.1.1 Stanovení amoniaku podle Conwaye

Nejčastější metodou pro stanovení obsahu amoniaku v mase (masovém výluhu) je metoda podle Conwaye. Z masového výluhu je amoniak vytěsněný za pomoci nasyceného roztoku uhličitanu draselného, který je chytán do kyseliny borité, kde je následně po 2 – 3 hodinách stanovený pomocí titrační metody, roztokem kyseliny sírové. Tato kvantitativní analytická metoda má klady ve své snadnosti předchystání vzorku v podobě masového výluhu. Mezi další výhody patří snadné provedení za pomoci kvantitativní titrační metody a následný rychlý výpočet obsahu amoniaku ve vzorku. [87]

Maso je rozděleno do 5 kategorií podle množství přítomného amoniaku v mase:

- čerstvé (120 – 170 mg/kg),
- dosud nezávadné (170 – 250 mg/kg),
- podezřelé (260 – 300 mg/kg),
- začínající rozklad (310 – 350 mg/kg),
- zkažené (nad 360 mg/kg). [87]

### 3.4 Stanovení biochemických ukazatelů lipoperoxidace

Pro posouzení a stanovení míry lipoperoxidace jako ukazatel působení oxidativního stresu na maso je založeno primárně na detekci přímých ať už primárních nebo sekundárních produktů lipoperoxidace. Stanovení MDA (malondialdehyd) jako TBARS (relativní sloučeniny kyseliny thiobarbiturové) patří mezi nejčastější parametry. [92]

### 3.4.1 TBARS metoda

Mezi nejhojnější sekundární produkt lipoperoxidace patří malondialdehyd (MDA). Stanovuje se pomocí metody reakce malondialdehyd s kyselinou thiobarbiturovou (TBA), s kterou tvoří růžový až světle červený, někdy i žlutý komplex TBA:MDA v poměru 2:1. Pomocí spektrofotometru se měří intenzita barevného komplexu, kdy se při odlišných vlnových délkách měří jednotlivá barevná spektra. Pro červené odstíny je to vlnová délka o 538 nm a pro žluté odstíny to je 450 nm. Destilovaná voda se využívá pro nulování spektrofotometru. [92]

V přírodních materiálech kyselina thiobarbiturová nereaguje jenom s malondialdehydem, ale i s dalšími látkami jako je např. bilirubin, za vzniku TBARS. Z tohoto důvodu se raději uvádí přesněji stanovení TBARS ekvivalentů MDA, než stanovení TBARS přímého MDA. TBARS metoda bývá běžně upravována a řadí se mezi nenáročné jak na provedení, tak i po finanční stránce. [92]

## 3.5 Hmotností ztráty

K hmotnostním ubytkům při zrání masa dochází jak při suchém, tak i u mokrého zrání masa. U suchého zrání dochází k většímu úbytku na hmotnosti z důvodů větší dehydratace povrchu. Autoři Dikeman et al. [75] ve své studii uvádějí, že výtěžnost masa při procesu zrání suchým způsobem je okolo 46 %, kdy takto malá výtěžnost je zapříčiněna vyšší ztrátou vody a taktéž kvůli ořezu suchých částí.

Naopak autoři Kim et al. [93] uvádějí hmotnostní ztráty u mokrého zrání 0,7 % hmotnosti. Jednalo se o roštěnce z volů o stáří 2 roky a starší. U této svalové partie probíhalo zrání po dobu 3 týdnů při teplotě 1°C.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Materiál, laboratorní a technologické pomůcky

- Hovězí kýta – část kavalírka *Tensor fascia latae* (Steinhauser, s.r.o.)
- Speciální zrací obaly (Masoprofit a World Pac Int. AG)
- Talířky
- Digitální váhy KERN
- Komorová vakuovačka (Henkelman vakuum systems)
- Chladicí zařízení
- pH metr (Hanna HI 99161)
- Texturometr (TA-XT Plus)
- Zkumavky
- Vortex
- Papírový filtr
- Spektrofotometr (Shimadzu UV mini – 1240)
- Vazelína
- Conwayovy nádobky
- Chemikálie
  - Kyselina chloristá 3,86 %
  - Ethanolový roztok butylhydroxytoluenu 4,2 %
  - Kyselina thiobarbiturová
  - Destilovaná voda
  - Kyselina boritá 1 %
  - Conwayov indikátor
  - Uhličitan draselný
  - Kyselina sírová

## 4.2 Vzorky a jejich příprava

Pro experiment byla použita partie hovězího masa – kýta, konkrétně sval kavalírka, též nazývána jako holubička (*Tensor fascia latae*), která byla pořízena u firmy Steinhauser s.r.o. Maso pocházelo z býků, kteří byli v době porážky starší 24 měsíců, pocházeli z českých chovů a plemene Český strakatý skot. Před provedením experimentu bylo maso od dodavatele zabalené ve vakuových sáčcích.

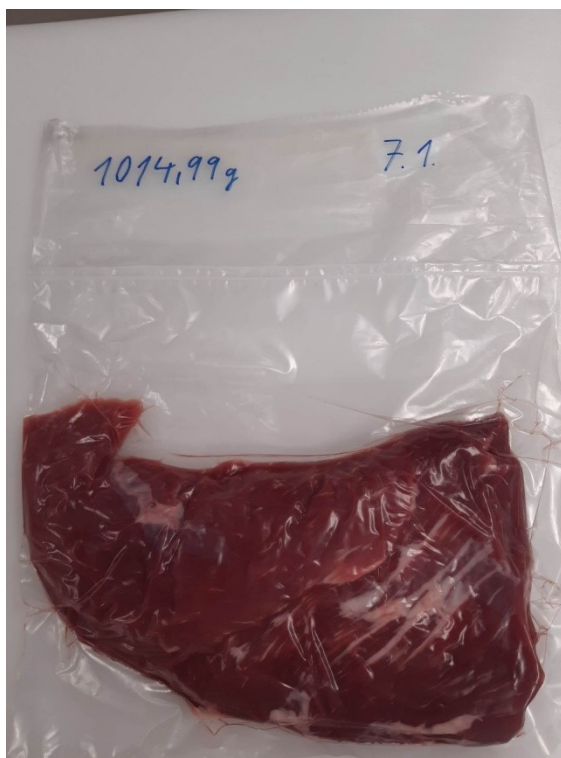
Tři vzorky masa se ponechaly originálně zabalené ve vakuových sáčcích, viditelné na obrázku č. 12. Šest kusů kýty bylo vyjmutu z vakuových obalů a zváženo na digitálních vahách KERN. Těchto 6 vzorků bylo dále vloženo do speciálních zracích obalů viditelné na obrázku č. 13 a 14. Z těchto šesti vzorků byly 3 vzorky zavakuovány do zracího obalu od společnosti World Pac Int. AG a 3 do obalů od firmy Masoprofit. Obaly byly uzavřeny pomocí vakuovacího zařízení, pozorovatelné na obrázku č. 15. Vzorky byly baleny za úplného vakua, tzn. při  $-1,0$  baru, tudíž zde došlo k plnému odsátí vzduchu. Tento proces byl prováděn s velkou opatrností z důvodů velmi tenkých sáčků, tedy zde hrozilo riziko porušení sváru při vakuovacím procesu.



Obrázek č. 12 – Vzorek ponechaný v originálním vakuovém obalu



Obrázek č. 13 – Vzorek ve zracím obalu  
od společnosti World Pac Int. AG



Obrázek č. 14 – Zavakuovaná kýta v obalu  
od společnosti Masoprofit





Obrázek č. 15 – Vakuové balení vzorků

Takto připravené a zabalené vzorky byly ponechány v chladicím zařízení, pozorovatelné na obrázku č. 16, při teplotě  $2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu 13, 28 a 42 dní, kde byly v pravidelných intervalech 5 dnů otáčeny.



Obrázek č. 16 – Vzorky masa uloženy v chladicím zařízení

Po uplynutí výše zmíněných časových intervalů byly vzorky masa od jednotlivých zástupců zracích obalů vyjmuty z chladicího zařízení a rozbaleny.

U každého z těchto vzorků byly měřeny hmotnostní ztráty, pH, stanovení oxidační stability lipidů, měření amoniaku a v poslední řadě tuhost masa.

### 4.3 Metodika měřených parametrů

#### 4.3.1 Měření hmotnostních ztrát

Vakuově zabalená kýta byla rozbalena a zvážena na digitálních vahách KERN s přesností na dvě desetinná místa. Po uplynutí zrací doby následovalo její vybalení a převážení, kde byly hodnoty opět zaznamenány. Hmotnostní úbytek je stanovený jako hmotnost masa před zracím procesem a po ukončení zracího procesu v daném časovém intervalu. Naměřené hodnoty byly vypočítány dle rovnice na obrázku č. 17 a následně byly uvedeny v kapitole 5.1 výsledky hmotnostních ztrát a do přílohy P I.

$$\begin{aligned} & \text{Ztráta zráním [\%]} \\ & = \frac{\text{hmotnost vzorku před zráním [g]} - \text{hmotnost vzorku po zráním [g]}}{\text{hmotnost vzorku před zráním [g]}} \cdot 100 \end{aligned}$$

Obrázek č. 17 – Rovnice pro výpočet hmotnostních ztrát

#### 4.3.2 Měření pH

Za pomoci digitálního vpichového pH metru Hanna HI 99161 byly proměřeny hodnoty pH ve vzorcích hovězí kýty. Jako první bylo pH změřeno u masa před samotným zabalením do speciálních zracích obalů a následně po ukončení zracího procesu opět došlo k proměření pH hodnot u jednotlivých vzorků masa. Každý jednotlivý vzorek masa byl proměřen desetkrát v různé hloubce a v různých částech. Digitální pH metr Hanna 99161 byl mezi každým měřením důkladně opláchnutý destilovanou vodou. Všechny naměřené hodnoty byly uvedeny do příloh. Průměrné hodnoty spolu se směrodatnou odchylkou byly zapsány do kapitoly 5.2 výsledky pH a do přílohy P II.

#### 4.3.3 Měření oxidační stability lipidů (thiobarbiturového čísla)

Stanovení thiobarbiturového čísla je změřena oxidační stabilita lipidů, které se určuje jako obsah malondialdehydu, který patří mezi sekundární produkty při oxidaci lipidů v mase. Malondialdehyd reaguje spolu s kyselinou 2-thiobarbiturovou, kdy během reakce těchto dvou látek dochází k další reakci s dalšími látkami, jako je např. bilirubin a vznikají při těchto reakcích barevné komplexy. Vytvořené barevné komplexy nabývají barev od slabě růžové až po žlutou a měří se pomocí spektrofotometru. [92]

Intenzita pro slabě červené až růžové zbarvení bylo měřeno při vlnové délce 538 nm a pro žluté zbarvení byl vzorek měřený při vlnové délce o 450 nm. Následně došlo k odečtení hodnot z kalibrační křivky a byl určený obsah, v každém jednotlivém vzorku, oxidačních produktů lipidů. Veškeré naměřené a vypočítané hodnoty (podle rovnice na obrázku č. 18) byly uvedeny do kapitoly 5.3 výsledky oxidace lipidů a do přílohy P III.

$$TBARS [mg \cdot kg^{-1}] = \frac{A_{vz} - A_{sl1} - A_{sl2}}{m} \cdot 1000$$

Obrázek č. 18 – Rovnice pro výpočet  
thiobarbiturového čísla

Kde:

$A_{vz}$  – absorbance vzorku

$A_{sl1}$  – absorbance slepého pokusu č. 1 (s kyselinou thiobarbiturovou)

$A_{sl2}$  – absorbance slepého pokusu č. 2 (se vzorkem)

$m$  – navážka vzorku [kg]

#### 4.3.4 Měření amoniaku v mase

Ke zjištění množství přítomného amoniaku v mase byla použita Conwayova metoda. Tato metoda je oblíbená z důvodů její rychlosti zjištění, zda-li jde o maso čerstvé, počáteční anebo pokročilé fázi kažení. Princip této metody je popsáný v kapitole 3.3.1.1, ale podstata spočívá v tom, že z extraktu masa je amoniak vytěsněný v Conwayově nádobce, kde se absorbuje do vnitřního prostoru nádoby s kyselinou boritou, kde se následně ztitruje kyselinou sírovou, což je pozorovatelné na obrázku č. 20. Od každého obalového materiálu, byly danou metodou připraveny 3 vzorky. Naměřené a vypočítané hodnoty podle obrázku č. 19 byly uvedeny v kapitole 5.4 výsledky amoniaku a do příloh P IV.

$$NH_3 [mg \cdot kg^{-1}] = \frac{s \cdot c \cdot 2 \cdot M_{(NH_3)}}{m} \cdot 100$$

Obrázek č. 19 – Rovnice pro výpočet obsahu  
amoniaku ve vzorku

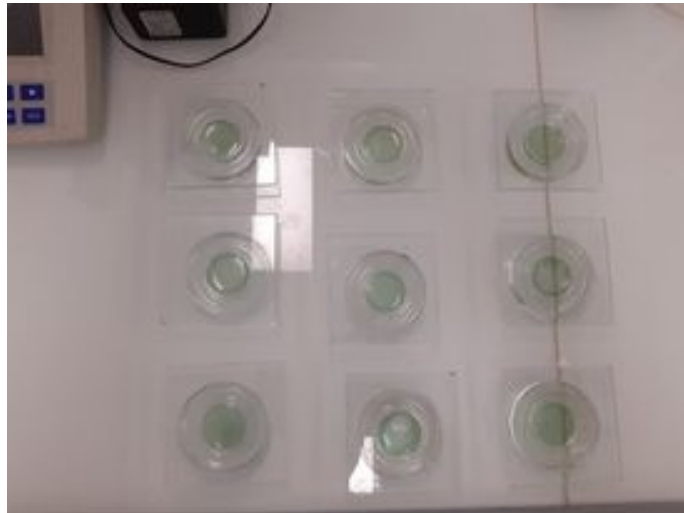
Kde:

$s$  – spotřeba roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o koncentraci  $0,005 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  [ml]

$c$  – spotřeba koncentrace  $\text{H}_2\text{SO}_4$  [ $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]

$M_{(\text{NH}_3)}$  – molární hmotnost  $\text{NH}_3$

$m$  – hmotnost masa odebraná k analýze [kg]



Obrázek č. 20 – Měření amoniaku v mase  
Conwayovou metodou

#### 4.3.5 Měření texturních vlastností

Pro texturní vlastnosti masa byl použitý Warner-Bratzlerův nůž, který simuluje první skousnutí potraviny, v našem případě hovězího masa v ústech. Při této metodě se měří síla stříhová, to je síla potřebná k přeříznutí analyzovaného vzorku. Vzorky hovězího masa byly nakrájeny na velikost  $2\cdot 1\cdot 1$  cm a položeny na stůlek textuometru TA-XT Plus tak, aby Warner-Bratzlerův nůž byl schopen vzorek překrojit kolmo po směru vláken, toto je pozorovatelné na obrázku č. 21. Z každého jednotlivého kusu masa bylo takto připraveno a proměřeno deset vzorků. Pomocí přístroje byla zaznamenána síla, která je nezbytná vynaložit k rozdělení jednotlivých vzorků masa. Veškeré naměřené hodnoty byly uvedeny v kapitole 5.5 výsledky stříhové zkoušky a v příloze P V.



Obrázek č. 21 – Měření texturních vlastností  
u hovězího masa

## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 5.1 Výsledky hmotnostních ztrát

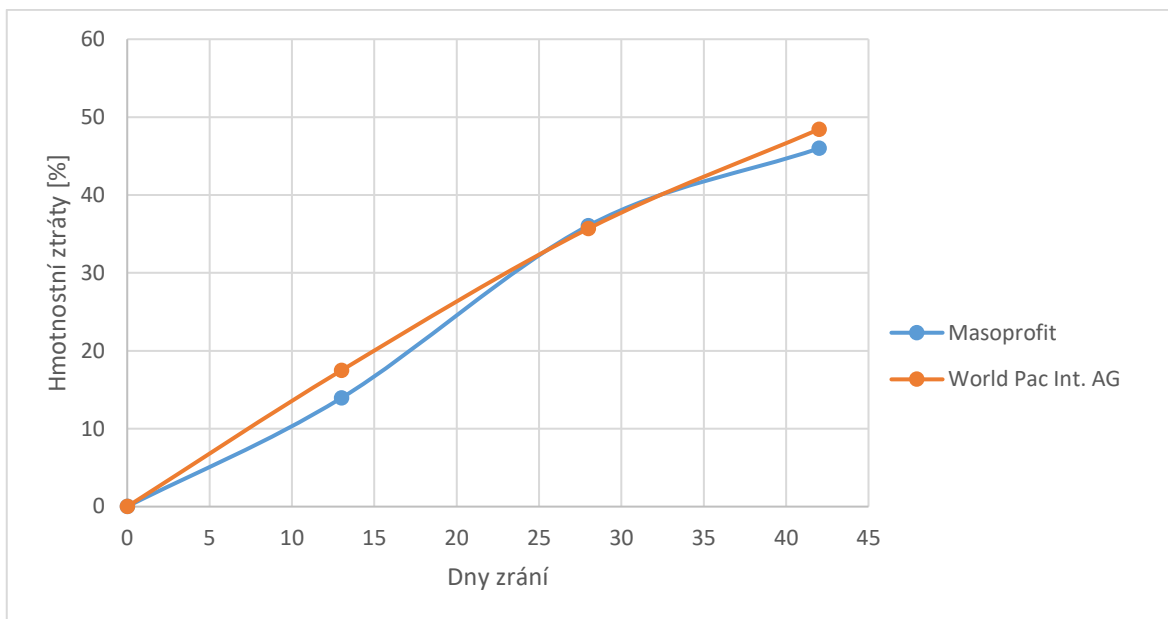
Hmotnostní ztráty po ukončení zracího procesu, metodika je popsána v kapitole 4.3.1, ve vzorcích hovězího masa, kterým byla hovězí kýta (*Tensor fascia latae*). Byly stanoveny hodnoty hmotnostních ztrát, které byly vypočítány dle metodiky v uvedené kapitole 4.3.1 jsou uvedeny v tabulkách. Hmotnosti masa jsou pro svalové partie před a po zracím procesu uvedeny v příloze P I.

Výsledky hmotnostních ztrát u vybrané partie hovězí kýta za použití různých obalových materiálů ukazuje tabulka č. 3. Z výsledků hmotnostních ztrát hovězího masa vyplývá, že u použití speciálních zracích sáčků pro suché zrání masa docházelo k mnohem vyšším hmotnostním ztrátám než u vakuového obalu, který sloužil zejména pro srovnání mezi suchým a mokřím způsobem zrání. A to při použití různých časových intervalů.

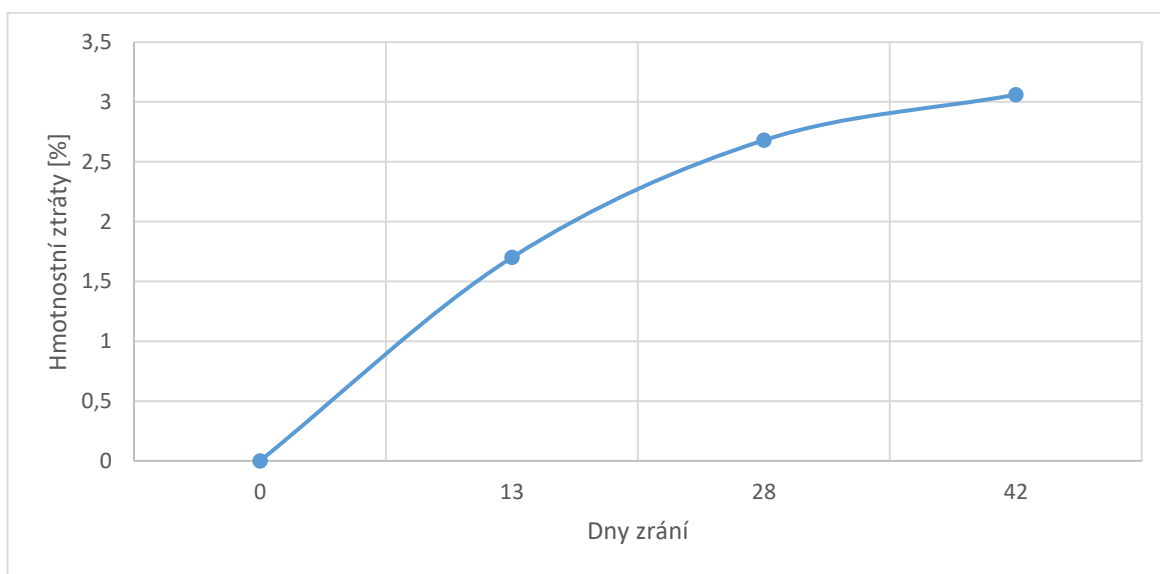
Tabulka č. 3 – Hmotnostní ztráty v procentech

Obal	Počet dnů zrání		
	13 dní	28 dní	42 dní
<b>Masoprofit</b>	13,94 ± 0,54 %	36,07 ± 1,43 %	45,99 ± 1,64 %
<b>World Pac Int. AG</b>	17,48 ± 0,72 %	35,69 ± 1,51 %	48,44 ± 1,73 %
<b>Vakuový obal</b>	1,70 ± 0,08 %	2,68 ± 0,11 %	3,06 ± 0,13 %

Celkově nejvyšší hmotnostní ztráty ve studii byly naměřeny u hovězí kýty v námi nejdelší době zrání masa a to 42 dnů a to jak v obalu od Masoprofitu, kdy se jednalo o hmotnostní úbytek 45,98 ± 1,64 %. V sáčku od World Pac Int. AG byl úbytek 48,44 ± 1,73 %, kdy se zároveň jednalo o nejvyšší úbytek na hmotnosti během celého experimentu. Při této zrací době 42 dnů nebyl pozadu ani vakuový obal, který měl úbytek 3,06 ± 0,13 % a jednalo se tak o nejvyšší hmotnostní ztráty u mokrého způsobu zrání. Naopak nejnižší úbytek na hmotnosti byl pozorovaný při provádění analýz 13. den zrání. U hovězí kýty byly naměřeny a spočítány hodnoty u obalu od World Pac Int. AG 17,48 ± 0,72, u obalového materiálu od Masoprofitu byl úbytek 13,94 ± 0,54 a nejmenší očekávaný hmotnostní úbytek byl u vakuového obalu a to pouze 1,70 ± 0,08 %. Tyto veškeré výsledky jsou pozorovatelné na grafu č. 1 a 2.



Graf č. 1 – Závislost úbytku hmotnosti v čase pro suché zrání



Graf č. 2 – Závislost úbytku hmotnosti v čase pro mokré zrání

Hmotnostní ztráty u nízkého roštění pozorovali autoři DeGeer et al. [94], v jejich experimentu bylo maso zabaleno do speciálních zracích obalů a ponecháno po dobu 21 a 28 dní v chladicím zařízení o teplotě 2,2 °C. Nejvyšší hmotnostních ztráty zjistili u doby zrání 28 dní, kde úbytek činil 41,2 %. Tento výsledek je srovnatelný s našimi výsledky, kdy maso zrání 42 dní a úbytek hmotnosti činil u obalového materiálu od firmy Masoprofit  $45,98 \pm 1,64$  % a u obalu od firmy World Pac Int. AG  $48,44 \pm 1,73$  %. Naopak nejmenší hmotnostní ztráty pozorovali po 21 dnech zrání, kdy jim úbytek na hmotnosti činil 38,0 %. Opět tento výsledek můžeme porovnat s našimi výsledky, kdy těchto hmotnostních ztrát

jsme dospěli při zrací době 28 dní, kdy u obalu od společnosti Masoprofit činily ztráty  $36,07 \pm 1,43$  % a u obalu od World Pac Int. AG  $35,69 \pm 1,51$  %. Rozdílné výsledky se studií byly zapříčiněny použitím rozdílných obalových materiálů a v neposlední řadě i odlišnou výsekovou partií.

Autoři Li et al. [95] ve své studii použili speciální zrací obaly pro suché zrání a hovězí maso a to konkrétně nízký roštěnec, který zabalili do výše zmíněného obalu a ponechali ho zrát po dobu 8 a 19 dní v chladícím zařízení o teplotě  $2,9$  °C. Stejně jako v našem experimentu, tak i autoři Li et al. zabalili maso do vakuového obalu a nechali jej zrát po dobu 8 a 19 dní při teplotě  $2,9$  °C. Nejvyšší ztráty pro suché zrání autoři zaznamenali po uplynutí 19 dní, kdy se jednalo o úbytek  $37,1$  %, což je srovnatelné s našimi hodnotami, dosažené u obou zracích obalů určených pro suché zrání, které byly naměřené po 28 dnech zrání. Naopak nejnižší hmotnostní ztráty zaznamenali po osmi dnech, kdy nabývaly hodnot  $26,7$  %. Nejvyšší hmotnostní ztráty ve vakuovém obalu zaznamenali při uplynutí 19 dní, kdy šlo o ztrátu  $1,7$  %. Těchto hodnot, konkrétně  $1,70 \pm 0,08$  % jsme dosáhli u vakuového obalu po uplynutí 13 dnů zrání. Naopak nejnižších hmotnostních ztrát dosáhli autoři Li et al. po uplynutí zrací doby trvající 8 dnů a jednalo se o úbytek hmotnosti o  $1,2$  %. Rozdílnost výsledků mohla být zapříčiněna nestejnou chladicí teplotou použitou při zracím procesu, použití rozdílných svalových partií, odlišnou dobou zrání masa a nakonec použití rozdílných zracích obalů.

## 5.2 Výsledky pH

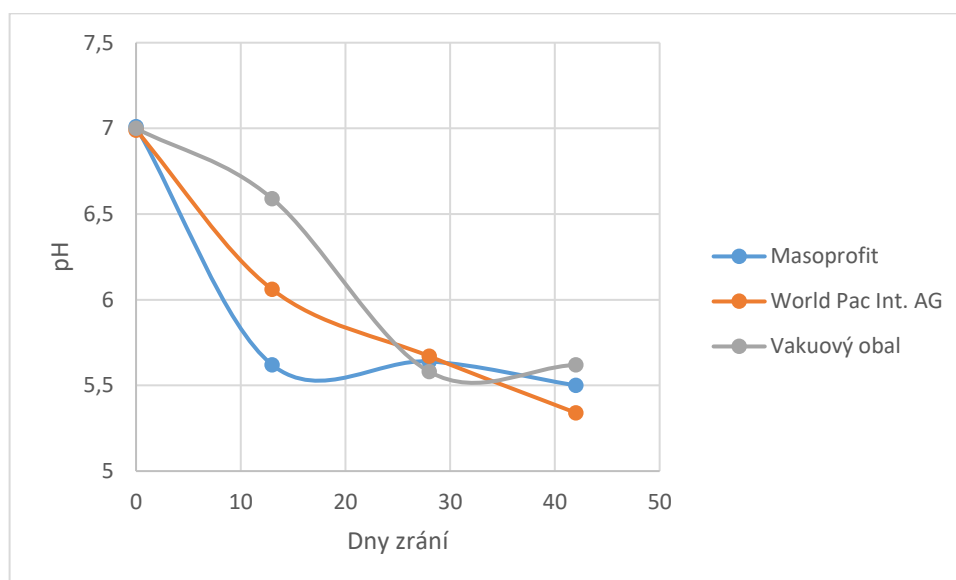
Metodika, kterou byla měřena hodnota pH je popsána v kapitole 4.3.2. Hodnoty pH poukazují na fakt, že její hodnota je závislá na stupni vyžrálости masa. Po porážce v období tzv. *prae-rigor* nabývá pH neutrálních hodnot, což je v rozmezí  $6,9 - 7,2$ . S postupným vyžráváním masa dochází k její snižování. Vyžralé hovězí maso má pH hodnoty v rozmezí okolo  $5,4 - 5,8$ . Veškeré hodnoty z měření jsou uvedeny v příloze P II.

Výsledky pH měření u vybrané partie hovězí kýty za použití různých obalových materiálů ukazuje tabulka č. 4. Z výsledků vyplývá, že u použití speciálních zracích sáčků od společnosti Masoprofit docházelo k rychlejšímu snižování hodnoty pH, než u jejich konkurence World Pac Int. AG. U vakuového obalu docházelo k mírnějšímu a pomalejšímu klesání pH hodnot než u zracích obalů určených pro suché zrání masa, což je pozorovatelné na grafu č. 3.



Tabulka č. 4 – Hodnota pH v čase

Obal	Počet dnů zrání			
	0 dní	13 dní	28 dní	42 dní
<b>Masoprofit</b>	7,01 ± 0,06	5,64 ± 0,04	5,62 ± 0,03	5,50 ± 0,05
<b>World Pac Int. AG</b>	6,99 ± 0,05	6,06 ± 0,13	5,67 ± 0,03	5,34 ± 0,04
<b>Vakuový obal</b>	_____	6,59 ± 0,05	5,58 ± 0,03	5,62 ± 0,06



Graf č. 3 – Závislost hodnoty pH v čase

Nejvyšší hodnota pH byla naměřena u všech vzorků před zabalením do speciálních zracích obalů a pohybovala se v neutrální oblasti, respektive nabývala hodnoty čísla 7. Po 13 dnech zrání bylo pozorováno největší snížení hodnoty pH u obalu od Masoprofitu, kdy klesla na  $5,64 \pm 0,04$ . Jako druhý nejvyšší úbytek pH byl pozorovaný u obalu od firmy World Pac Int. AG, kde pH kleslo na  $6,06 \pm 0,13$  a v poslední řadě byl vakuový sáček, kde maso mělo  $6,59 \pm 0,05$ . Po uplynutí zrací doby 28 dní se maso ve všech třech zkoumaných zracích obalech dostalo na průměrnou hodnotu pH 5,62. Po naší nejdelší zkoumané zrací době 42 dnů, klesla hodnota pH ještě o trochu níže a to konkrétně u obalu od společnosti Masoprofit na hodnotu  $5,50 \pm 0,05$ . U společnosti World Pac Int. AG pak hodnota pH klesla na  $5,34 \pm 0,04$  a u vakuového obalu na  $5,62 \pm 0,06$ . Největší snížení pH po uplynutí 42 dní bylo zjištěno u zracího obalu od World Pac Int. AG, kde se hodnota pH

snížila o 1,65. U obalu od Masoprofitu bylo zjištěno snížení pH o 1,51 a u vakuového obalu nebylo možné určit celkové snížení pH neboť maso bylo ponecháno v originálně neporušeném obalu od výrobce.

Změny pH během zrání ve speciálních zracích obalech pro suché zrání pozorovali autoři DeGeer et al. [94] u nízkého roštěnce, kde jej nechávali zrát při teplotě  $2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , po dobu 21 a 28 dní. Po uplynutí 21 dní byla u nízkého roštěnce naměřena hodnota pH 5,49, tato stejná hodnota byla naměřena i po 28 dnech zrání, tudíž již nedošlo ke snížení pH hodnoty. Pro porovnání s našimi výsledky nejbližší k jejich hodnotám se dostal náš vzorek masa, který byl zabalený v obalovém materiálu od Masoprofitu. Tento kus masa zrál téměř dvojnásobný čas oproti autorům DeGeer et al. a to 42 dní při teplotě  $2 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  a dosáhl hodnoty pH  $5,50 \pm 0,05$ . Z rozdílným výsledkům mohlo dojít použitím jiných obalových materiálů a jiné výsekové partie masa.

Autoři Ahnstöm et al. [96] pozorovali změnu pH u nízkého roštěnce po dobu 14 a 21 dní, které zrálo ve speciálních zracích sáčcích při teplotě  $2,6 \pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Po 14 dnech naměřili hodnotu pH 5,5, tato hodnota je stejná jako u našeho vzorku masa, který zrál v obalu od Masoprofitu po dobu 42 dnů a nabýval stejných hodnot. Po uplynutí druhé zrací doby, která trvala u autorů Ahnstöm et al. 21 dní byla hodnota pH nepatrně vyšší a to 5,7. Tato hodnota je srovnatelná s naším vzorkem masa, který zrál ve zracím obale od firmy World Pac Int. AG po dobu 28 dní při teplotě  $2 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  a hodnota pH byla  $5,67 \pm 0,03$ . K odlišným výsledkům došlo kvůli použití rozdílných obalových materiálů a poté zejména k různým svalovým partiím.

### 5.3 Výsledky oxidace lipidů

Stanovení množství oxidačních produktů ve vzorku bylo provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 4.3.3. a výsledky byly vypočteny podle rovnice pozorovatelné na obrázku č. 18. Hodnoty byly měřeny při 450 a 538 nm. Naměřené hodnoty byly rozděleny podle délky zrání masa a všechny hodnoty byly uvedeny do přílohy P III.

Tabulka č. 5 – Průměrné hodnoty MDA v  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  hovězí kýty v průběhu zrání

Obal	Počet dnů zrání		
	13 dní	28 dní	42 dní
<b>Masoprofit</b>	1,06 ± 0,15 mg	1,13 ± 0,14 mg	1,32 ± 0,22 mg
<b>World Pac Int. AG</b>	1,18 ± 0,25 mg	1,21 ± 0,19 mg	1,28 ± 0,29 mg
<b>Vakuový obal</b>	1,21 ± 0,22 mg	1,43 ± 0,31 mg	1,63 ± 0,19 mg

V průběhu zrání masa se množství malondialdehydu postupem času zvyšovalo, což je pozorovatelné v tabulce číslo 5. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u vakuového sáčku po 42 dnech zrání, kdy dosahovaly hodnot  $1,63 \pm 0,19$  mg malondialdehydu na kg masa. Naopak nejmenší hodnoty MDA byly po 42 dnech zrání naměřeny u obalového materiálu od World Pac Int. AG a to  $1,28 \pm 0,29$  mg. Nejvyšší hodnoty při nejkratší době zrání tj. 13 dní byly naměřeny opět u vakuového obalu a to  $1,21 \pm 0,22$  mg MDA/kg masa a nejnižší hodnoty byly naměřeny u obalu od Masoprofitu a to přesně  $1,06 \pm 0,15$  mg.

Množství malondialdehydu bylo porovnáno se studií od autorů DeGeer et al. [94]. Tito autoři zkoumali množství malondialdehydu u nízkého roštěnce, který zrál po dobu 21 a 28 dní. Nejnižší hodnoty naměřili u nízkého roštěnce, který zrál po dobu 21 dní a to 1,1 mg MDA na kg masa. Naopak nejvyšší hodnoty naměřili u masa zrajícího 28 dní a to 1,2 mg malondialdehydu. Stejně jako v našem případě má délka zrací doby vliv na vzrůstající trend množství malondialdehydu v mase. Podobných výsledků jako autoři jsme dosáhli při době zrání 28 dní u zracího obalu od World Pac Int. AG, kdy množství malondialdehydu na kilogram hovězí kýty činil  $1,21 \pm 0,19$  mg.

Studie Lee et al. [97] je další, která potvrzuje, že se jedná o důležitý ukazatel zhoršení kvality masa, ale zároveň potvrzuje, že oxidace lipidů má pozitivní vliv na chuť. V této studii se hodnoty malondialdehydu u hovězího masa pohybovaly mezi 1,43 – 1,63 mg na kilogram masa.

#### 5.4 Výsledky amoniaku

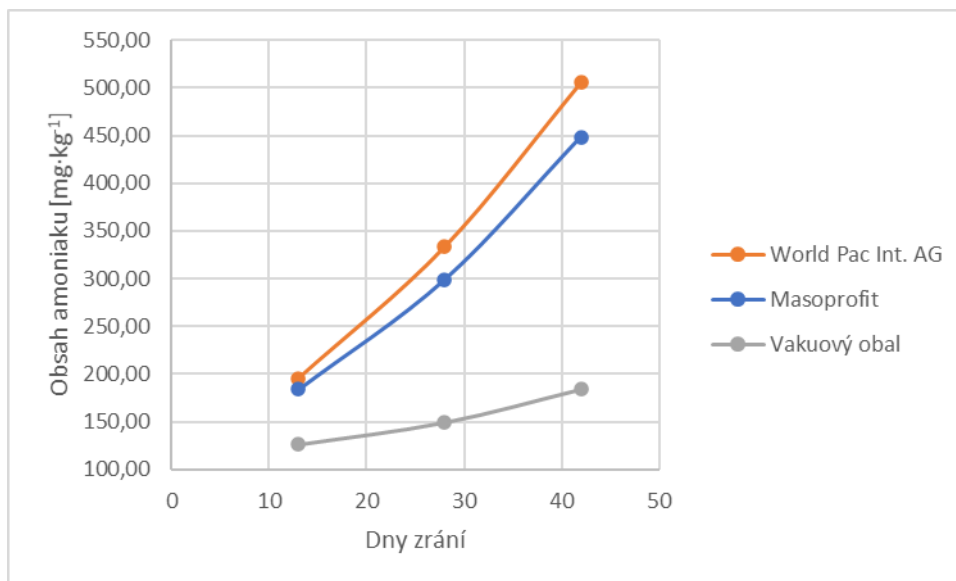
Stanovení obsahu amoniaku bylo provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 4.3.4. a výsledky byly vypočteny podle rovnice viditelné na obrázku č. 19. Veškeré změny

v obsahu amoniaku při různých délkách zrání masa byly v průběhu experimentu sledovány a výsledky jsou uvedeny v příloze P IV.

V průběhu zrání masa se množství amoniaku, vlivem probíhající postupné proteolýzy bílkovin, kdy se bílkoviny rozkládají až na samotný amoniak, ve všech druzích obalového materiálu postupně zvyšoval, jak je možné pozorovat na grafu číslo 4. Avšak ani po 13 dnech zrání nedosahovalo množství amoniaku hranice větší než  $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , kdy se maso na základě tohoto ukazatele považuje ještě za čerstvé. Tuto hodnotu  $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  amoniaku za celou dobu zrání masa nepřekročilo maso zabalené ve vakuovém sáčku, což můžeme potvrdit, že maso po otevření obalového materiálu nikterak nezapáchalo po kazícím se mase. Naopak nejvyšší hodnoty přítomného amoniaku v mase byly zjištěny u masa zabaleného v obalovém materiálu od společnosti World Pac Int. AG a to  $505,75 \pm 32,51 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Hovězí kýta v obalu od Masoprofitu po 42 dnech zrání obsahovala  $448,28 \pm 28,16 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  amoniaku. Takováto masa jsou považována podle autora Destefanis et al. [88] za přezrálá, zkažená, zdravotně závadná a nevhodná pro jakékoliv další použití. Jak bylo zmíněno výše, vakuový obal po 42 dnech zrání nepřekročil hranici  $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  a maso obsahovalo pouze  $183,91 \pm 16,26 \text{ mg}$  amoniaku na kilo masa. Z obsahu amoniaku lze usoudit, že hovězí maso je i po delší době skladování vhodné ke konzumaci, zdravotně nezávadné a dokáže si udržet i známky čerstvosti.

Tabulka č. 6 – Průměrné hodnoty amoniaku v průběhu pokusu v  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

Obal	Počet dnů zrání		
	13 dní	28 dní	42 dní
<b>Masoprofit</b>	$183,91 \pm 16,26$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	$298,85 \pm 16,26$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	$448,28 \pm 28,16$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
<b>World Pac Int. AG</b>	$195,40 \pm 16,26$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	$333,33 \pm 16,26$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	$505,75 \pm 32,51$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
<b>Vakuový obal</b>	$126,44 \pm 16,26$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	$149,43 \pm 16,26$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	$183,91 \pm 16,26$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

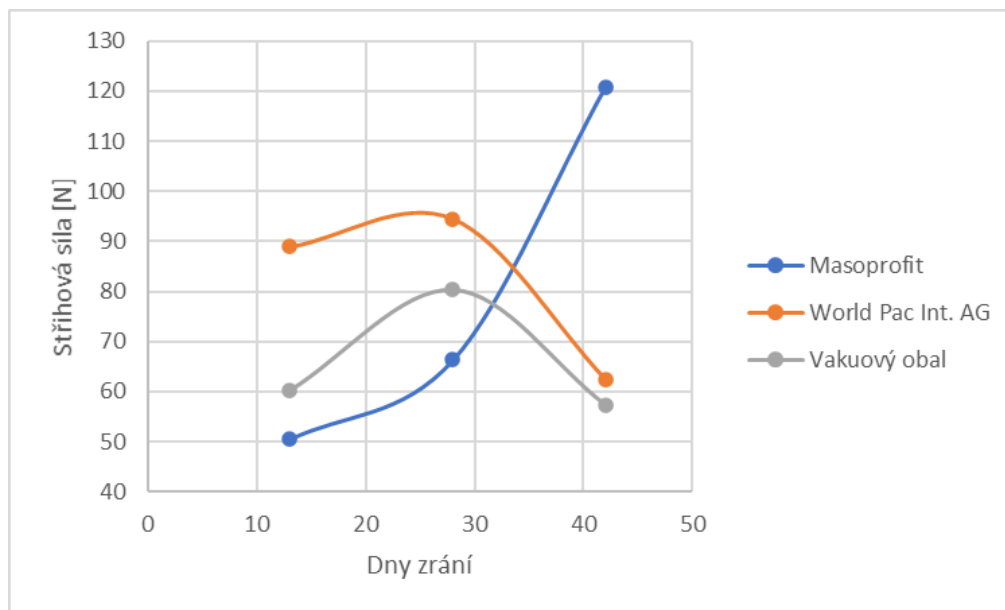


Graf č. 4 – Závislost množství amoniaku v čase

Z výsledků tabulky lze vyčíst, že zrání masa mokrým způsobem má menší vliv na množství amoniaku jak u speciálních zracích sáčků určených pro suché zrání. Vysoký obsah amoniaku u zracích obalů od firem Masoprofit a World Pac Int. AG mohl být způsoben zejména kvůli mnohonásobně větším hmotnostním ztrátám, především volné vody a proto lze konstatovat, že zjištěný vyšší obsah amoniaku u takto stařeného masa neměl významný vliv na zdravotní nezávadnost masa během dlouhodobého skladování.

## 5.5 Výsledky stříhové zkoušky

U zrajícího masa byly měřeny texturní vlastnosti, konkrétně tvrdost masa. Metodika měření tvrdosti masa je popsána v kapitole 3.1.1. a kompletní hodnoty byly uvedeny v příloze p V. Pro porovnání naměřených hodnot tvrdosti masa byl vyobrazen graf č. 5, kde lze pozorovat vliv různých obalových materiálů určených jak pro suché, tak i pro mokré zrání masa na tvrdost hovězího masa v závislosti na čase.



Graf č. 5 – Střihová síla u různých obalových materiálů při různé délce zrání masa

Tabulka č. 7 – Střihová síla u různých obalů v průběhu zrání

Obal	Počet dnů zrání		
	13 dní	28 dní	42 dní
<b>Masoprofit</b>	50,50 ± 13,10 N	66,34 ± 17,72 N	120,70 ± 32,43 N
<b>World Pac Int. AG</b>	88,90 ± 12,22 N	94,53 ± 19,36 N	62,42 ± 16,46 N
<b>Vakuový obal</b>	60,19 ± 25,51 N	80,37 ± 26,08 N	57,32 ± 11,64 N

Výsledky průměrné střihové síly u vybrané partie hovězí kýty za použití Warner-Bratzlerova nože u různých obalových materiálů popisuje tabulka č. 7. Z výsledků střihové síly hovězího masa vyplývá, že nejmenší tvrdost masa byla naměřena u masa, které zrál 13 dní a zároveň to byla i nejmenší hodnota po celý experiment. Jednalo se o kýtu zabalenou ve zracím obalu od společnosti Masoprofit a byla zde naměřená střihová síla pouze  $50,50 \pm 13,10$  N, což odpovídá podle autorů Destefanis et al. [88] do kategorie středně tuhé maso. Naopak největší tvrdost byla naměřena opět u masa, které bylo stařeno taktéž v obalovém materiálu od Masoprofitu, kdy se jednalo o kýtu vyžránou po dobu 42 dnů a její střihová síla byla  $120,70 \pm 32,43$  N, což se řadí opět podle autorů Destefanis et al. [88] mezi velmi tuhé maso.

Maso zrající v obale od firmy Masoprofit mělo s délkou zrání zvyšující sílu potřebnou pro stříh, ale naopak tomu bylo u obalu od společnosti World Pac Int. AG a u vakuového obalu. U těchto dvou obalových materiálů došlo 28. den zrání k obrácení tuhosti masa a naopak dále s postupným zráním maso dostávalo na své křehkosti.

Z grafu č. 5 je patrné, že vyšší tvrdost masa nastala pouze v jednom případě a to u masa zrající 42 dnů v obalu od Masoprofitu. Hodnoty mohly být ovlivněny charakterem hovězí kýty, což znamená, že maso mohlo být v určitých částech více šlachovité a z toho důvodu mohl být měřený vzorek více tvrdý než ostatní vzorky.

Potřebnou sílu k přestřižení masa, které zrání ve speciálních zracích obalech určených pro suché zrání pozorovali i autoři DeGeer et al. [94]. Autoři nechávali zrát nízký roštěnec po dobu 21 a 28 dní při teplotě 2,2 °C. Po uplynutí 21 dní byla u nízkého roštěnce naměřena síla 23,1 N a po 28 dnech 20,1 N, tudíž zde došlo ke křehnutí masa, které je při této technologické operaci žádoucí. Se vzrůstající dobou staření docházelo ke snižování potřebné síly k přestřižení zkoumaného vzorku, což jsme pozorovali i v našem experimentu u vakuového obalu a obalu od World Pac Int. AG. K rozdílným výsledkům mohlo dojít zejména použitím jiných obalových materiálů a pak především použitím rozdílné svaloviny.

Autoři Ahnstöm et al. [96] pozorovali sílu potřebnou k přestřižení u nízkého roštěnce, který zrál po dobu 14 a 21 dní ve speciálních zracích obalech při teplotě  $2,6 \pm 0,4$  °C. Po 14 dnech byla naměřena síla potřebná k přestřihnutí nízkého roštěnce 23,5 N a po 21 dnech zrání to byla síla o 26,5 N. Ve studii autorů Ahnstöm et al. [96] docházelo naopak při delší době staření k vyšší tvrdosti masa, respektive potřebné větší síly k přestřihnutí zkoumaného vzorku. Se vzrůstající dobou staření a potřebné větší síly k přestřihnutí zkoumaného vzorku masa bylo pozorováno i v našem experimentu a to konkrétně u obalového materiálu od společnosti Masoprofit. K nestejným výsledkům došlo kvůli použití rozdílných obalových materiálů a poté především k jiným zkoumaným svalovým partiím.

## ZÁVĚR

Proces suchého zrání dodává masu chuť, vůni a křehkost, které u čerstvého masa nenajdeme. Vyzrálé hovězí maso patří mezi velmi drahé potraviny, které běžně nejsou dostupné, pokud člověk nemá přístup ke zracím technologiím nebo je v jeho nákupní blízkosti prodejce vyzrálého hovězího masa.

Obecně masa nebývají v domácnostech dlouhodobě zrána tzv. stařena a kvůli ekonomické stránce nemusí být tato volba pro každého. Někteří lidé preferují chuť čerstvého masa před vyzrálým suchým způsobem, neboť čerstvé maso nemá tak intenzivní oříškovou chuť jako suchem zrající hovězí maso.

Suché zrání patří mezi opravdové umění ve zpracování masa. Jedná se o proces, který provází proměna vůně a chutě vstupní suroviny. Na proměně masa se podílí vypařování vody a následně ušlechtilé bakterie a plísně. Odpar vody má na svědomí zkoncentrování chuti masa. Následně bakterie a plísně svoji enzymatickou činností mění strukturu masa a dodávají mu křehkost a komplexnost chuti.

Mokrý zrání je mnohem více dostupnější a to z mnoha důvodů. Proces mokrého zrání je levnější ve všech ohledech, je méně náročné po ekonomické i časové stránce a nepotřebuje tolik odborných zkušeností. Maso pouze vložíme do obyčejného vakuového obalu, zavakuujeme a necháme maso v lednici. Nedochozí zde téměř k žádným hmotnostním ztrátám kdy v našem experimentu došlo například k úbytku v rozmezí 1,70 – 3,06 % v závislosti na době zrání a přidaná hodnota je zde nízká.

Naopak suché zrání je technologicky mnohem náročnější, dražší a vyžaduje více zkušeností, pokud ovšem člověk nevyužije speciálních zracích obalů určených pro suché zrání masa. Hmotnostní ztráty se u suchého zrání pohybují v řádech desítek procent, v našem konkrétním případě tomu bylo v rozmezí 13,94 – 48,44 % v závislosti na délce zrání masa. Zároveň při úbytku vody dochází ke koncentraci chuti a to vytváří masu dodatečnou přidanou hodnotu.

Z výsledků je patrné, že nejvhodnější doba staření hovězího masa, konkrétně hovězí kýty se pohybuje mezi 13 – 28 dny, kdy dochází k optimálním hmotnostním ztrátám a poklesu hodnoty pH, které má významný vliv na barvu, sensorické vnímání chuti, křehkost a vaznost.



Senzorické vady masa jsou způsobeny oxidací lipidů, mezi tyto vady se řadí především změna v barvě, chuti a vůni. Hodnoty množství malondialdehydu v hovězím mase, které byly získány z měření se výrazně nelišily od hodnot, které byly uvedeny a srovnávány v odborných publikacích.

Hodnoty množství přítomného amoniaku ve stařeném hovězím mase nebyly výrazně vyšší než udávaly odborné články až na některé výjimky, kdy jsme maso nechali zrát po delší dobu než uváděli sami prodejci speciálních zracích obalů Masoprofit a World Pac Int. AG. K těmto vysokým hodnotám došlo zejména z důvodu vysokých hmotnostních ztrát.

Z texturního profilu získaných hodnot vyplývá, že zrání ve speciálních zracích obalech určených pro suchou metodu zrání masa nijak výrazně neovlivní tvrdost masa oproti tradičnímu vakuovému obalu. V případě některých měření došlo k menším odchylkám oproti hodnotám uvedených v odborných člancích, což bylo pravděpodobně způsobeno tím, že použili v experimentech maso jiné výsekové části.

Mezi výhody speciálních zracích obalů patří to, že si konzument oproti tradičnímu suchému zrání nechá vyzrát jen určitý kus nebo svalovou partii masa oproti velkým výsekovým partiím či celých hovězích čtvrtí. Další výhodou je, že u tohoto způsobu zrání masa odpadá nutnost nastavení, také následný monitoring vlhkosti vzduchu a rychlosti proudění vzduchu v chladícím zařízení. Dalším kladem je, že odpadá riziko kontaminace nežádoucí mikroflóry. Jak již bylo zmíněno několikrát, největší a asi i hlavními výhodami této nové technologie při zrání masa je její ekonomická nenáročnost a vhodnost i pro začátečníky, kteří nemají se zráním masa žádné zkušenosti.

Nevýhodou zracích obalů je to, že oproti tradičnímu suchému zrání masa ve visu, zde nedochází k takovému rozvoji chuti právě jako u masa, které je zavěšené v chladárně za kost a zároveň zde nedochází k přísunu cirkulujícího vzduchu, který napomáhá aerobnímu biochemickému procesu. Další nevýhodou oproti mokrému zrání je to, že maso není optimálně šťavnaté jak po otevření obalového materiálu, tak ani po samotné tepelné úpravě masa. Je to z toho důvodu, že během této metody zrání masa dochází k významnému odparu vody a k vytvoření tenké vrstvy, téměř tuhé kůrky na povrchu masa.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] PIPEK, P.: Technologie masa. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemickotechnologická, 1991, 174 s. ISBN 80-7080-106-9.
- [2] HRABĚ, J.: Základy zbožíznalství potravin. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011, 167 s. ISBN 978-80-7454-118-6.
- [3] ČESKO. Zákon 166/1999 ze dne 13. července 1999 o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon). In: . Sbírka zákonů České republiky, 1999. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-166?text=166%2F1999>.
- [4] ČESKO. Vyhláška 69/2016 ze dne 17. února 2016 o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: . Sbírka zákonů České republiky, 2016. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69?text=69%2F2016>.
- [5] HRABĚ, J., a kol.: Technologie výroby potravin živočišného původu: bakalářský směr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 180 s. ISBN 8073184052.
- [6] Spotřeba potravin – 2020: Český statistický úřad [online]. [cit. 2022-02-07]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin>.
- [7] ŠTIKOVÁ, O.: Jaké vlivy nejvíce působily na poptávku a vývoj spotřeby hovězího masa v ČR. 2004 Databáze online [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <http://www.vyzivaspol.cz/jake-vlivy-nejvice-pusobily-na-poptavku-a-vyvoj-spotrebyhovezihomasa-v-cr/>.
- [8] Topbeef.cz: Praktické rady [online]. Praha [cit. 2022-02-09]. Dostupné z: <http://www.topbeef.cz/prakticke-rady>.
- [9] STANĚK, S.: Plemena skotu [online]. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020 [cit. 2022-02-14]. Dostupné z: <https://katedry.czu.cz/ksz/plemena-skotu?editmode=0>.
- [10] INGR, I.: Jatečná zvířata. In: STEINHAUSER, L. Produkce masa. Tišnov, 2000: Last, 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
- [11] MIKŠÍK, J.: Chov hospodářských zvířat I. Brno, 1994: VŠZ v Brně, 202 s. ISBN 80-7157-106-7.
- [12] SAMBRAUS, H. H.: Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata: 250 plemen. Praha: Brázda, 2006. ISBN 80-209-0344-5.

- [13] Zootechnika.cz: [online]. [cit. 2022-02-09]. Dostupné z:  
<https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/plemena-skotu/masna-plemena-skotu.html>.
- [14] ZAHŘÁDKOVÁ, R.: Masný skot: od A do Z. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu, 2009. 397 s. ISBN 978-80-254-4229-6.
- [15] TESLÍK, V.: Masný skot. Praha: Agrospoj, 2000. 197 s. ISBN 80-239-4226-3.
- [16] DUFKA, J., TRMAL, J.: Hereford. Chov masných plemen skotu. Praha, 1995: Apros. ISBN 80-901100-5-3.
- [17] JANOŠ, T., FILIPČÍK, R.: Masná plemena skotu v ČR - Aberdeen Angus. Řeznické noviny - příloha časopisu Maso, 2016, roč. 6, č. 7, s. 30-34. ISSN 1211-846X
- [18] KADLEC, P. a kol.: Technologie potravin I. Praha, 2002: Vysoká škola chemicko-technologická, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [19] STEINHAUSEROVÁ, I., STEINHAUSER, L.: Chemické a biochemické složení svalu - masa. Tišnov: Last, 2000, s. 24-36. ISBN 8090026079.
- [20] PIPEK, P., POUR, M.: Hodnocení jakosti živočišných produktů. Praha, 1998: Česká zemědělská univerzita, 139 s. ISBN 80-213-0442-1.
- [21] INGR, I.: Produkce a zpracování masa. Brno, 2011: Mendelova univerzita, 202 s. ISBN 978-80-7375-510-2.
- [22] ZRCKOVA, B.: Jateční maso. Integrovaná Střední škola Slaný, 2006.
- [23] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J.: Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, 2 sv. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [24] SALÁKOVÁ, A., BOŘILOVÁ, B.: Technologie a hygiena potravin živočišného původu: návody na cvičení. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014, 51 S. ISBN 978-80-7305-730-5.
- [25] ABERLE, E. D., FORREST, J. C., GERRARD, D. E., MILLS, E. W.: Principles of meat science (5th ed.) 2015.
- [26] INGR, I.: Technologie masa. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1996, 290 s. ISBN 80 – 7157 – 193 – 8.
- [27] TORNBERG, E.: Engineering processes in meat products and how they influence their biophysical properties. Meat Science, 2013, 95 (4), s. 871–879. ISSN 0309-1740.

- [28] WARRISS, P.: Meat science:an introductory text, New York, 2000, NY: CABI Pub., 310 s., ISBN 0851994245.
- [29] STEINHAUSER, L. a kol.: Produkce masa, 1.vyd.,Brno LAST 2000, 464 s., ISBN:80- 900260-7-9.
- [30] STEINHAUSER, L.: Hygiena a technologie masa. 1. vyd. Brno: LAST, 1995. 643 S. ISBN 80-900260-4-4.
- [31] BUREŠ, D., BARTOŇ, L.: Vliv plemenné příslušnosti býků na chemické složení a senzorycké charakteristiky masa. Maso, 2012, roč. 23, č. 5, s. 57 - 60. ISSN 1210-4086.
- [32] KAMENÍK, J.: Vybrané vlastnosti výsekového masa a které faktory je ovlivňují. Maso, 2015, roč. 26, č. 3, s. 26 - 34. ISSN 1210-4086.
- [33] PETRLOVÁ, H.: Charakteristika a dělení hovězího masa. Obchodní akademie a Hotělová Škola Havlíčkův Brod, 2013.
- [34] TOKUSOGLU, Ö., ÜNAL, M. K.: Fat Replacers in Meat Products. Pakistan Journal of Nutrition, 2003, 2 (3), s. 196–203. ISSN 1680-5194.
- [35] SCOLLAN, N. D., DANNENBERGER, D., NUERNBERG, K., RICHARDSON, I., MACKINTOSH, S., HOCQUETTE, J. F., MOLONEY, A. P.: Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. Meat Science, 2014, 97 (3), s. 384–394. ISSN 0309-1740.
- [36] Konjugovaná kyselina linolová: Bezpečnost potravin [online]. Praha, 2021: Ministerstvo zemědělství, [cit. 2022-02-03]. Dostupné z: <https://www.bezpecnost-potravin.cz/az/termin/92341.aspx>.
- [37] YOUNG, J. F., THERKILDSEN, M., EKSTRAND, B., CHE, B. N., LARSEN, M. K., OKSBJERG, N., STAGSTED, J.: Novel aspects of health promoting compounds in meat. Meat Science [online]. 2013, 95(4), 904-911 [cit. 2022-03-24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013001587>.
- [38] BARTOŇ, L., BUREŠ, D., ZAHŘÁDKOVÁ, R., KOTT, T.: Možnosti ovlivnění zastoupení mastných kyselin v hovězím masa. Maso. 2009(1), 19-20. ISSN 1210-4086.
- [39] SCHMID, A., COLLOMB, M., SIEBER, R., BEE, G.: Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. Meat Science, 2006, 73 (1), s. 29–41. ISSN 0309-1740.

- [40] KAMENÍK, J., STEINHAUSER, L.: Maso na talíři 2. Část: Dobrý sluha. Maso. 2011(5): 8-11. ISSN 1210-4086.
- [41] ŠULCEROVÁ, H., MIHOK, M.: Technologie masa: cvičení. Brno, 2016: Mendelova univerzita, 166 s. ISBN 978-80-7509-434-6.
- [42] LAWRIE, R. A., LEDWARD, D. A.: Lawrie's meat science. Boca Raton, 2006, FL: CRC Press, 442 s. ISBN 0-8493-8726-4.
- [43] DUAN, Q., TAIT, R., SCHNEIDER, M., BEITZ, D., WHEELER, T., SHACKELFORD, S., REECY, J. (N.D.): Sire breed effect on beef longissimus mineral concentrations and their relationships with carcass and palatability traits. Meat Science, 2015.
- [44] ARNARSON, A.: Beef 101: Nutrition Facts and Health Effects. Healthline [online]. San Francisco, 2019 [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/nutrition/foods/beef>.
- [45] Taurin: Nutrend [online]. Olomouc: Nutrend D. S, 2006-2020 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.nutrend.cz/taurin-a29774.htm>.
- [46] Kreatin: Bezpečnost potravin [online]. Praha, 2021: Ministerstvo zemědělství, [cit. 2022- 02-03]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92377.aspx>.
- [47] ŠULCEROVÁ, H., MIHOK, M.: Technologie masa: cvičení. Brno, 2016: Mendelova univerzita, 166 s. ISBN 978-80-7509-434-6.
- [48] LAWRENCE, T., FOWLER, V.: Growth of farm animals. 2nd ed. New York: CABI Pub., 2002. ISBN 0-85199-484-9.
- [49] ARREDOINOX: Staření masa. Brno, 2019: GASTRO MACH, s.r.o. [cit. 2022-03-05] Dostupné z: <http://gastromach.cz/arredoinox/stareni-masa/>.
- [50] SIMEONOVÁ, J., GAJDŮŠEK, S., INGR, I.: Zpracování a zbožiznalství živočišných produktů. Brno, 2003: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 122 s. ISBN 80-7157-708-1.
- [51] BENEŠOVÁ, M.: Mýty o čerstvém mase - jak je to se zráním masa [online]. Radlice u Volfířova, 2019: Sluníčkový statek manželů Benešových [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <http://www.farmaradlice.cz/zrani-masa>.

- [52] BRADEN, K. W.: Converting muscle to meat: physiology of rigor. KERTH, Chris R. The science of meat quality. 1. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2013, s. 79-97. ISBN 978-0-8138-1543-5.
- [53] MACH, N., BACH, A., VELARDE, A., DEVANT, M.: Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. Meat Science [online]. 2008, 78(3), 232-238 [cit. 2022-03-24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174007002100?np=y//>.
- [54] SAVELL, J. W., MUELLER, S. L., BAIRD, B. E.: The chilling of carcasses. Meat Science [online]. 2005, 70(3), 449-459 [cit. 2022-03-24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400500046X>.
- [55] SMETANA, P., TRÁVNÍČEK, P., VRUBL, T.: Porážka a zpracování masa a masných výrobků v ekologickém zemědělství: Návody a doporučení pro porážku a zpracování na ekologické farmě. Olomouc, 2008: Bioinstitut. ISBN: 978-80-904174-4-1.
- [56] GÁL, R.: Hodnocení vybraných vlastností masa a zvěřiny [Doktorská disertační práce]. Brno, 2004.
- [57] ŠÍMOVÁ, V., VOŠLÁŘOVÁ, A., VEČEREK, V.: Welfare skotu při přepravě na jatky. Maso. 2015(2), 40-44. ISSN 1210-4086.
- [58] FRYLINCK, L., O'NEIL, A., DU TOIT, E., STRYDOM, P. E., WEBB, E. C.: The beef tenderness model. South African Journal of Animal Science [online]. 2015, 45(3), 234-248 [cit. 2022-03-13]. ISSN 03751589. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=25ce1e2c-eeac-4d42-bf11-b8f1d2aa6298%40sessionmgr106&vid=13&hid=119>.
- [59] FEINER, G.: In KAMENÍK, J. a STEINHAUSER, L. 6. část: PSE, DFD a jiné odchylky zrání masa. Maso 2012(6). 56-61. ISSN 12010-4086.
- [60] VILJOEN, H. F., DE KOCK, H. L., WEBB, E. C.: Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. Meat Science [online]. 2002, 61(2), 181-185 [cit. 2022-03-24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174001001838>.
- [61] SAWYER, J. T., APPLE, J. K., JOHNSON, Z. B., BAUBLITS R. T., YANCEY, J. W. S.: Fresh and cooked color of dark-cutting beef can be altered by post-rigor enhancement with lactic acid. Meat Science [online]. 2009, 83(2), 263-270 [cit. 2022-03-

24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174009001387>.

[62] LIVISAY, S. A., XIONG, Y. L., MOODY, W. G.: Proteolytic Activity and Calcium Effect in Dark-firm-dry and Pale-soft-exudative Meat. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 1996, 29(1-2), 123-128 [cit. 2022-03-24]. ISSN 00236438. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364389690016X>.

[63] VAN MOESEKE, W., DE SMET, S., CLAEYS, E., DEMEYER, D.: Very fast chilling of beef: effects on meat quality. *Meat Science* [online]. 2001, 59(1), 31-37 [cit. 2022-03-24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174001000493>.

[64] WARRISS, P.: *Meat science, 2010: an introductory text*. 2nd ed. Cambridge, MA: CABI. Modular texts. ISBN 1845935934.

[65] SAVELL, J. W., MUELLER, S. L., BAIRD, B.E.: The chilling of carcasses. *Meat Science* [online]. 2005, 70(3), 449-459 [cit. 2022-03-24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400500046X>.

[66] HANNULA, T., PUOLANNE, E.: The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7 °C. *Meat Science* [online]. 2004, 67(3), 403-408 [cit. 2022-03-24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400300322X>.

[67] KATINA, J., KŠÁNA, F.: *Hovězí a vepřové maso: Jak poznáme kvalitu?* Praha, 2012: Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny. ISBN 978-80-904633-6-3.

[68] HUIDOBRO, F., RUIZ de, E., MIGUEL, ONEGA, E., BLÁZQUEZ, B.: Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Science* [online]. 2003, 65(4), 1439-1446 [cit. 2022-03-24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174003000688>.

[69] BUREŠ, D., BARTOŇ, L.: Masná užitkovost. In ZAHŘÁDKOVÁ, R. a kol. *Masný skot: od A do Z*. 1. vyd. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu, 2009, s. 173-176. ISBN 9788025442296

- [70] PERRY, N.: Dry aging beef. *International Journal of Gastronomy and Food Science* [online]. 2012, 1(1), 78-80 [cit. 2022-03-25]. ISSN 1878-450X. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X11000060>.
- [71] SEIDENGLANZ, J.: Podmínky úspěšného přímého prodeje hovězího masa. In: TESLÍK, V. *Chov masných plemen skotu*. Praha, 1995: Apros. ISBN 80-901100-5-3.
- [72] ANDERSON, M. J., LONERGAN S. M., HUFF-LONERGAN, E.: Differences in Phosphorylation of Phosphoglucosmutase 1 in Beef Steaks from the Longissimus Dorsi with High or Low Star Probe Values. *Meat Science* [online]. 2014, 96(1), 379-384 [cit. 2022-03-26]. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013003446>.
- [73] VITALE, M., PÉREZ-JUAN, M., LLORET, E., ARNAU, J., REALINI, C. E.: Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature 76 cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Science* [online]. 2014, 96(1), 270-277 [cit. 2022-03-28]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013003549>.
- [74] DASHDORJ, D.: *Dry aging of beef*. Springer link [online]. Cham: Springer, 2016 [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40781-016-0101-9>.
- [75] DIKEMAN, M. E., OBUZ, E., GÖK, V., AKKAYA, L., STRODA, S.: Effects of dry, vacuum, and special bag aging; USDA quality grade; and end-point temperature on yields and eating quality of beef Longissimus lumborum steaks. *Meat Science* [online]. 2013, 94(2), 228-233 [cit. 2022-03-28]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013000430>.
- [76] ALGINO, R. J., INHGAM, S. C., ZHU, J.: Survey of antimicrobial effects of beef carcass intervention treatments in very small state-inspected slaughter plants. *Journal of Food Science* [online]. 2007, 72, 173-179 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17995740/>.
- [77] USMEF: Meat Export Federation of USA. Guidelines for U.S. dry aged beef for international markets. 2014. Dostupné z: <https://www.usmef.org/guidelines-for-usdry-aged-beef-for-international-markets/>.
- [78] Dry aging maturing bags: *Dry ager* [online]. [cit. 2022-04-07]. Dostupné z: <https://www.dry-ager.com/en/dry-aging-maturing-bags/>.



- [79] Dry-aging bags: Do they really work?. *Smoked BBQ Source* [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.smokedbbqsource.com/how-to-use-dry-age-bags/>.
- [80] Zrací sáčky: Masoprofit [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://masoprofit.cz/produkt/eshop/technologicke-obaly-a-obalovy-material/sacky-pro-vakuove-balicky/sacek-zraci>.
- [81] How to dry age steak at home: Dry aging bags [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://dryagingbags.com/>.
- [82] CHEN, J., ROSENTHAL, A.: Food Texture and Structure. Modifying Food Texture [online]. 2015, s. 3–24 [cit.2022-04-07]. ISSN 9781782423331. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781782423331000012>.
- [83] BOURNE, MALCOLM C.: Texture, Viscosity, and Food. Food Texture and Viscosity [online]. 2002, s. 1–32 [cit. 2022-04-07]. ISSN 9780121190620. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780121190620500012>.
- [84] SZCZESNIAK, A. S.: Texture is a sensory property. Food Quality and Preference [online]. 2002, 13(4), s. 215–225 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0950-3293. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329301000398>.
- [85] KAMDEM, A. T. K., HARDY, J.: Grinding as a method of meat texture evaluation. Meat Science [online]. 1995, 39(2), s.225-236 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0309174094P1823E>.
- [86] SALÁKOVÁ, A.: Instrumental measurement of texture and color of meat and meat products. Maso International [online]. 2013,4, 107 – 114 [cit. 2022-04-07]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Instrumental-measurement-of-texture-and-color-of-Sal%C3%A1kov%C3%A1/d475f15fa0dfb6270c5ed15cd4274ff0fc5562ef>.
- [87] VFU: Inovace výuky veterinárních studijních programů v oblasti bezpečnosti potravin: Stanovení texturních parametrů masa a masných výrobků. 2011. Databáze online [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: [http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/vy\\_01\\_4-9.pdf](http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/vy_01_4-9.pdf).
- [88] DESTEFANIS, G., BRUGIAPAGLIA, A., BARGE, M. T., MOLIN, E. D.: Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. Meat Science [online]. 2008, 78 (3), s. 153–156 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174007001970>.

- [89] YOUNG, O. A., ZHANG, S. X., FAROUK, M. M., PODMORE, C.: Effects of pH adjustment with phosphates on attributes and functionalities of normal and high pH beef. *Meat Science* [online]. 2005, 70(1), s. 133-139 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174005000239>.
- [90] KERRY, J., LEDWARD, D.: *Meat processing: improving quality*. 1st published. Cambridge: Woodhead Publishing [online], 2002, 464 s. ISBN 978-185-5735-835. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978185573583500042>.
- [91] JELENÍKOVÁ K., PIPEK, P., STARUCH, L.: The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Science* [online]. London: Elsevier Applied Science, 2008, 80(1), s. 870-874 [cit. 2022-04-07]. ISBN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400800106X>.
- [92] KOPŘIVA, V., HOSTOVSKÝ, M., NEKVAPIL, T., BOUDNÝ, V., MALOTA, L.: Vybrané instrumentální metody v biochemických cvičeních – inovované úlohy. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012. ISBN 978-80-7305-627-8.
- [93] KIM, Y. H., KEMP, R.: Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. *Meat Science* [online], 2016, 111, 168-176 s. [cit. 2022-04-07]. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03091740153-00966>.
- [94] DeGEER, S. L., HUNT, M. C., BRATCHER, C. L., CROZIER-DODSON, B. A.: Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. *Meat Science* [online], 2009, 83(4) s. 768-774 [cit. 2022-04-24]. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174009002484>.
- [95] LI, X., BABOL, J., BREDIE, L. P., NIELSEN, B. TOMÁNKOVÁ, J.: A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. *Meat Science* [online], 2014, 97(4) s. 433-442 [cit. 2022-04-24]. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174014000874>.
- [96] AHNSTRÖM, M. L., SEYFERT, M., HUNT, M. C., JOHNSON, D. E.: Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour. *Meat Science* [online], 2006, 73(4) s. 674-679 [cit. 2022-04-24]. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174006000854>.

[97] LEE, H. J., CHOE, J., YOON, J. W., KIM, S.: Determination of Salable Shelf-life for Wrap-packaged Dry-aged Beef during Cold Storage. Korean Food Science of Animal Resources [online], 2018, 38(2) s. 251-258 [cit. 2022-04-24]. ISSN 2636-0772. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29805275/>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ADP	Adenosindifosfát
AMP	Adenosinmonofosfát
ATP	Adenosintrifosfát
$A_w$	Vodní aktivita
BSE	Bovinní spongiformní encefalopatie
CLA	Konjugovaná kyselina linolová
DFD	Tmavé, tuhé, suché maso (dark, firm, dry)
KTJ	Kolonie tvořící jednotky
MDA	Malondialdehyd
PSE	Bledé, měkké, vodnaté maso (pale, soft, exudative)
TBA	Kyselina thiobarbiturová
TBARS	Thiobarbiturové číslo

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek č. 1 – Spotřeba masa v ČR [6].....	12
Obrázek č. 2 – Český strakatý skot [13] .....	13
Obrázek č. 3 – Limousine [13] .....	13
Obrázek č. 4 – Piemontese [13].....	14
Obrázek č. 5 – Hereford [13].....	15
Obrázek č. 6 – Aberdeen angus [13].....	15
Obrázek č. 7 – Změna obsahu kyseliny mléčné a glykogenu ve svalu [30].....	24
Obrázek č. 8 – Změna obsahu kreatinfosfátu a ATP ve svalu [30] .....	24
Obrázek č. 9 – Průběh pH v čase u normálního a DFD masa [59].....	31
Obrázek č. 10 – Změny v mase v průběhu zrání [70].....	34
Obrázek č. 11 – Popis vrstev zracího obalu [80] .....	39
Obrázek č. 12 – Vzorek ponechaný v originálním vakuovém obalu.....	47
Obrázek č. 13 – Vzorek ve zracím obalu od společnosti World Pac Int. AG.....	48
Obrázek č. 14 – Zavakuovaná kýta v obalu od společnosti Masoprofit .....	48
Obrázek č. 15 – Vakuové balení vzorků.....	49
Obrázek č. 16 – Vzorky masa uloženy v chladícím zařízení.....	49
Obrázek č. 17 – Rovnice pro výpočet hmotnostních ztrát.....	50
Obrázek č. 18 – Rovnice pro výpočet thiobarbiturového čísla.....	51
Obrázek č. 19 – Rovnice pro výpočet obsahu amoniaku ve vzorku.....	51
Obrázek č. 20 – Měření amoniaku v mase Conwayovou metodou .....	52
Obrázek č. 21 – Měření texturních vlastností u hovězího masa .....	53

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf č. 1 – Závislost úbytku hmotnosti v čase pro suché zrání .....	55
Graf č. 2 – Závislost úbytku hmotnosti v čase pro mokré zrání .....	55
Graf č. 3 – Závislost hodnoty pH v čase .....	57
Graf č. 4 – Závislost množství amoniaku v čase .....	61
Graf č. 5 – Střihová síla u různých obalových materiálů při různé délce zrání masa.....	62

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka č. 1 – Složení jednotlivých partií hovězího masa [20].....	16
Tabulka č. 2 – Doba zrání hovězího masa závislá na teplotě [1].....	33
Tabulka č. 3 – Hmotnostní ztráty v procentech .....	54
Tabulka č. 4 – Hodnota pH v čase .....	57
Tabulka č. 5 – Průměrné hodnoty MDA v mg na kg hovězí kýty v průběhu zrání.....	59
Tabulka č. 6 – Průměrné hodnoty amoniaku v průběhu pokusu v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .....	60
Tabulka č. 7 – Stříhová síla u různých obalů v průběhu zrání.....	62
Tabulka č. 8 – Hodnoty pro hovězí kýtu po 13 dnech zrání.....	81
Tabulka č. 9 – Hodnoty pro hovězí kýtu po 28 dnech zrání.....	81
Tabulka č. 10 – Hodnoty pro hovězí kýtu po 42 dnech zrání.....	81
Tabulka č. 11 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty před zráním.....	82
Tabulka č. 12 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty po 13 dnech zrání.....	82
Tabulka č. 13 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty před zráním.....	82
Tabulka č. 14 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty po 28 dnech zrání.....	82
Tabulka č. 15 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty před zráním.....	82
Tabulka č. 16 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty po 42 dnech zrání.....	82
Tabulka č. 17 – Hodnoty oxidace lipidů hovězí kýty po 13 dnech zrání .....	83
Tabulka č. 18 – Hodnoty oxidace lipidů hovězí kýty po 28 dnech zrání .....	83
Tabulka č. 19 – Hodnoty oxidace lipidů hovězí kýty po 42 dnech zrání .....	84
Tabulka č. 20 – Hodnoty amoniaku po zracím procesu 13 dní .....	85
Tabulka č. 21 – Hodnoty amoniaku po zracím procesu 28 dní .....	85
Tabulka č. 22 – Hodnoty amoniaku po zracím procesu 42 dní .....	86
Tabulka č. 23 – Hodnoty stříhové síly u masa po 13 dnech zrání .....	87
Tabulka č. 24 – Hodnoty stříhové síly u masa po 28 dnech zrání .....	87
Tabulka č. 25 – Hodnoty stříhové síly u masa po 42 dnech zrání .....	88

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Hodnoty hmotnostních ztrát pro hovězí kýtu

Příloha P II: Hodnoty pH pro hovězí kýtu

Příloha P III: Hodnoty thiobarbiturového čísla

Příloha P IV: Hodnoty množství amoniaku

Příloha P V: Hodnoty stříhové síly



## PŘÍLOHA P I: HODNOTY HMOTNOSTNÍCH ZTRÁT PRO HOVĚZÍ KÝTU

Tabulka č. 8 – Hodnoty pro hovězí kýtu po 13 dnech zrání

Obal	Hmotnost [g]		Úbytek hmotnosti [%]	Směrodatná odchylka
	Před zráním	13 dnů zrání		
Vakuový obal	810,00	796,21	1,70	0,08
Masoprofit	1034,3	890,07	13,94	0,54
World Pac Int. AG	1056,91	872,12	17,48	0,72

Tabulka č. 9 – Hodnoty pro hovězí kýtu po 28 dnech zrání

Obal	Hmotnost [g]		Úbytek hmotnosti [%]	Směrodatná odchylka
	Před zráním	28 dnů zrání		
Vakuový obal	1045,00	1016,98	2,68	0,11
Masoprofit	1021,56	653,11	36,07	1,43
World Pac Int. AG	985,86	634,05	35,69	1,51

Tabulka č. 10 – Hodnoty pro hovězí kýtu po 42 dnech zrání

Obal	Hmotnost [g]		Úbytek hmotnosti [%]	Směrodatná odchylka
	Před zráním	42 dnů zrání		
Vakuový obal	1065,00	1032,37	3,06	0,13
Masoprofit	1014,99	548,2	45,99	1,64
World Pac Int. AG	998,45	514,77	48,44	1,73

## PŘÍLOHA P II: HODNOTY pH PRO HOVĚZÍ KÝTU

Tabulka č. 11 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty před zráním

Obal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr
<b>Masoprofit</b>	6,92	7,03	6,99	6,93	6,93	6,94	6,99	7,05	7,02	6,99	<b>6,98</b>
<b>World Pac Int. AG</b>	7,06	7,08	7,00	6,99	7,01	6,96	6,93	7,07	6,90	6,94	<b>7,00</b>

Tabulka č. 12 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty po 13 dnech zrání

Obal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr
<b>Vakuový obal</b>	6,52	6,52	6,56	6,57	6,60	6,60	6,61	6,61	6,66	6,69	<b>6,59</b>
<b>Masoprofit</b>	5,64	5,58	5,60	5,58	5,61	5,66	5,67	5,65	5,55	5,65	<b>5,62</b>
<b>World Pac Int. AG</b>	6,12	6,02	6,35	6,19	6,08	6,03	5,94	6,02	5,92	5,88	<b>6,06</b>

Tabulka č. 13 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty před zráním

Obal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr
<b>Masoprofit</b>	6,93	6,97	6,92	6,99	7,04	7,09	7,09	6,94	7,08	6,95	<b>7,00</b>
<b>World Pac Int. AG</b>	7,01	7,00	6,94	6,92	6,90	7,00	7,02	6,91	6,91	7,06	<b>6,97</b>

Tabulka č. 14 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty po 28 dnech zrání

Obal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr
<b>Vakuový obal</b>	5,52	5,55	5,62	5,59	5,60	5,60	5,61	5,58	5,57	5,60	<b>5,58</b>
<b>Masoprofit</b>	5,63	5,60	5,61	5,60	5,66	5,66	5,66	5,68	5,65	5,61	<b>5,64</b>
<b>World Pac Int. AG</b>	5,65	5,65	5,65	5,71	5,64	5,67	5,71	5,67	5,71	5,64	<b>5,67</b>

Tabulka č. 15 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty před zráním

Obal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr
<b>Masoprofit</b>	6,93	7,02	7,09	7,05	6,97	7,00	6,98	6,92	7,05	6,98	<b>7,00</b>
<b>World Pac Int. AG</b>	6,91	6,91	7,03	7,07	7,04	6,97	7,06	7,04	7,09	6,98	<b>7,01</b>

Tabulka č. 16 – Hodnoty pH naměřeny u hovězí kýty po 42 dnech zrání

Obal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr
<b>Vakuový obal</b>	5,67	5,63	5,64	5,69	5,59	5,55	5,53	5,57	5,70	5,61	<b>5,62</b>
<b>Masoprofit</b>	5,54	5,54	5,46	5,57	5,45	5,42	5,48	5,58	5,46	5,46	<b>5,50</b>
<b>World Pac Int. AG</b>	5,42	5,37	5,36	5,32	5,32	5,32	5,36	5,31	5,28	5,29	<b>5,34</b>

## PŘÍLOHA P III: HODNOTY THIOBARBITUROVÉ ČÍSLA

Tabulka č. 17 – Hodnoty oxidace lipidů hovězí kýty po 13 dnech zrání

Obal	Vlnová délka [nm]	Absorbance			Průměr	TBARS [mg]	Průměr TBARS [mg]
Vakuový obal 1	450	0,078	0,078	0,078	0,078	1,59	1,22
Vakuový obal 2	450	0,073	0,075	0,075	0,074	0,86	
Masoprofit 1	538	0,075	0,076	0,075	0,075	1,26	1,06
Masoprofit 2	538	0,074	0,073	0,073	0,073	0,87	
World Pac Int. AG 1	538	0,079	0,078	0,078	0,078	1,23	1,18
World Pac Int. AG 2	538	0,079	0,077	0,077	0,078	1,13	

Tabulka č. 18 – Hodnoty oxidace lipidů hovězí kýty po 28 dnech zrání

Obal	Vlnová délka [nm]	Absorbance			Průměr	TBARS [mg]	Průměr TBARS [mg]
Vakuový obal 1	538	0,064	0,063	0,063	0,063	1,26	1,43
Vakuový obal 2	538	0,065	0,065	0,065	0,065	1,60	
Masoprofit 1	538	0,078	0,079	0,079	0,079	1,29	1,13
Masoprofit 2	538	0,077	0,077	0,077	0,077	0,98	
World Pac Int. AG 1	538	0,072	0,072	0,072	0,072	1,25	1,21
World Pac Int. AG 2	538	0,073	0,071	0,071	0,072	1,18	

Tabulka č. 19 – Hodnoty oxidace lipidů hovězí kýty po 42 dnech zrání

Obal	Vlnová délka [nm]	Absorbance			Průměr	TBARS [mg]	Průměr TBARS [mg]
<b>Vakuový obal 1</b>	450	0,096	0,096	0,096	0,096	1,75	<b>1,63</b>
<b>Vakuový obal 2</b>	450	0,094	0,095	0,095	0,095	1,49	
<b>Masoprofit 1</b>	538	0,108	0,108	0,108	0,108	0,99	<b>1,27</b>
<b>Masoprofit 2</b>	538	0,111	0,111	0,111	0,111	1,57	
<b>World Pac Int. AG 1</b>	538	0,111	0,112	0,111	0,111	1,40	<b>1,32</b>
<b>World Pac Int. AG 2</b>	538	0,112	0,11	0,11	0,111	1,24	

## PŘÍLOHA P IV: HODNOTY MNOŽSTVÍ AMONIÁKU

Tabulka č. 20 – Hodnoty amoniaku po zracím procesu 13 dní

Obal	Navážka vzorku [g]	Spotřeba H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> [μl]	NH <sub>3</sub> [mg/kg]	Průměr NH <sub>3</sub> [mg/kg]
Vakuový obal 1	5,0350	40	137,93	<b>126,44</b>
Vakuový obal 2	5,0484	30	103,45	
Vakuový obal 3	5,0416	40	137,93	
Masoprofit 1	5,0635	60	206,90	<b>183,91</b>
Masoprofit 2	5,0198	50	172,41	
Masoprofit 3	0,0382	50	172,41	
World Pac Int. AG 1	5,0162	50	172,41	<b>195,40</b>
World Pac Int. AG 2	5,0100	60	206,90	
World Pac Int. AG 3	5,0308	60	206,90	

Tabulka č. 21 – Hodnoty amoniaku po zracím procesu 28 dní

Obal	Navážka vzorku [g]	Spotřeba H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> [μl]	NH <sub>3</sub> [mg/kg]	Průměr NH <sub>3</sub> [mg/kg]
Vakuový obal 1	5,0744	50	172,41	<b>149,43</b>
Vakuový obal 2	5,0619	40	137,93	
Vakuový obal 3	5,0064	40	137,93	
Masoprofit 1	5,0669	80	275,86	<b>298,85</b>
Masoprofit 2	5,0451	90	310,35	
Masoprofit 3	5,0657	90	310,35	
World Pac Int. AG 1	5,0628	100	344,83	<b>333,33</b>
World Pac Int. AG 2	5,0785	90	310,35	
World Pac Int. AG 3	5,0610	100	344,83	

Tabulka č. 22 – Hodnoty amoniaku po zracím procesu 42 dní

<b>Obal</b>	<b>Navážka vzorku [g]</b>	<b>Spotřeba H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> [μl]</b>	<b>NH<sub>3</sub> [mg/kg]</b>	<b>Průměr NH<sub>3</sub> [mg/kg]</b>
<b>Vakuový obal 1</b>	5,1557	50	172,414	<b>183,91</b>
<b>Vakuový obal 2</b>	5,0631	50	172,414	
<b>Vakuový obal 3</b>	5,0215	60	206,8968	
<b>Masoprofit 1</b>	5,0356	130	448,2764	<b>448,28</b>
<b>Masoprofit 2</b>	5,0070	120	413,7936	
<b>Masoprofit 3</b>	5,1132	140	482,7592	
<b>World Pac Int. AG 1</b>	5,0976	140	482,7592	<b>505,75</b>
<b>World Pac Int. AG 2</b>	5,0026	140	482,7592	
<b>World Pac Int. AG 3</b>	5,0543	160	551,7248	

## PŘÍLOHA P V: HODNOTY STŘIHOVÉ SÍLY

Tabulka č. 23 – Hodnoty stříhové síly u masa po 13 dnech zrání

	<b>Stříhová síla [N]</b>		
<b>Měření</b>	<b>Vakuový obal</b>	<b>Masoprofit</b>	<b>World Pac Int. AG</b>
<b>1</b>	80,82	48,24	95,44
<b>2</b>	33,24	38,81	65,89
<b>3</b>	66,48	66,50	90,34
<b>4</b>	110,59	71,94	95,84
<b>5</b>	36,44	56,03	72,93
<b>6</b>	26,78	37,80	90,45
<b>7</b>	87,49	35,22	88,98
<b>8</b>	56,24	64,16	104,55
<b>9</b>	41,89	51,49	105,42
<b>10</b>	61,91	34,78	79,18
<b>Průměr</b>	<b>60,19</b>	<b>50,50</b>	<b>88,90</b>

Tabulka č. 24 – Hodnoty stříhové síly u masa po 28 dnech zrání

	<b>Stříhová síla [N]</b>		
<b>Měření</b>	<b>Vakuový obal</b>	<b>Masoprofit</b>	<b>World Pac Int. AG</b>
<b>1</b>	55,59	74,19	103,65
<b>2</b>	52,35	69,05	74,57
<b>3</b>	76,29	39,67	120,98
<b>4</b>	79,40	92,44	94,81
<b>5</b>	125,43	63,60	91,55
<b>6</b>	86,07	53,30	128,40

	<b>Střihová síla [N]</b>		
<b>Měření</b>	<b>Vakuový obal</b>	<b>Masoprofit</b>	<b>World Pac Int. AG</b>
7	37,94	83,53	65,61
<b>8</b>	107,33	74,53	71,18
9	108,12	78,30	99,85
<b>10</b>	75,19	34,80	94,71
<b>Průměr</b>	<b>80,37</b>	<b>66,34</b>	<b>94,53</b>

Tabulka č. 25 – Hodnoty střihové síly u masa po 42 dnech zrání

	<b>Střihová síla [N]</b>		
<b>Měření</b>	<b>Vakuový obal</b>	<b>Masoprofit</b>	<b>World Pac Int. AG</b>
<b>1</b>	60,35	158,15	60,17
<b>2</b>	55,36	199,89	95,49
<b>3</b>	61,35	86,05	71,88
<b>4</b>	63,05	114,20	36,68
<b>5</b>	49,34	109,37	73,14
<b>6</b>	56,11	112,72	42,86
7	48,35	100,11	69,11
<b>8</b>	85,95	112,44	45,62
9	39,55	123,48	68,14
<b>10</b>	53,79	90,52	61,07
<b>Průměr</b>	<b>57,32</b>	<b>120,69</b>	<b>62,42</b>