

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Z15529 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Potravinářských biotechnologií a kvality  
zemědělských produktů

Vedoucí katedry: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Bakalářská práce

**Vliv doby zrání na senzorické vlastnosti hovězího masa**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Dana Jirotková, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Matěj Kořán

České Budějovice, 2019

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

## Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2016/2017

### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Matěj KOŘÁN  
Osobní číslo: Z15529  
Studijní program: B4103 Zootechnika  
Studijní obor: Zootechnika  
Téma práce: Vliv doby zrání na senzorní vlastnosti hovězího masa  
Zadávající katedra: Katedra potravin, biotechnologií a kvality zemědělských produktů

#### Zásady pro vypracování

Cílem práce je rešeršně zpracovat vlastnosti hovězího masa v závislosti na době zrání (mokrě zrání).

Bakalářská práce je součástí řešení projektu NAZV-KUS QJ1610324 a bude vypracována na základě pokynů uvedených na [http://www.zf.jcu.cz/copy\\_of\\_students/informace-pro-studujici](http://www.zf.jcu.cz/copy_of_students/informace-pro-studujici) podle následující rámcové osnovy:

1. Úvod – charakteristika a význam řešené problematiky a cíl práce
2. Literární přehled – současný stav poznání dané problematiky získaný studiem soudobé vědecké a odborné literatury
3. Závěr – stručné shrnutí výsledků rešerše vyplývající z řešené problematiky
4. Seznam literatury – jednotný, podle platných citačních zásad

Rozsah pracovní zprávy: 20 – 30 stran  
Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

- INGR, Ivo. *Produkce a zpracování masa*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova univerzita, 2011, 202 s. ISBN 978-80-7375-510-2.
- KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘIČH. *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2013, 496 s. ISBN 978-80-7418-163-4.
- KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘIČH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2012, 569 s. ISBN 978-80-7418-145-0.
- TOLDRÁ, Fidel. *Handbook of meat processing*. Amos: Wiley-Blackwell, 2010, xv, 566 s. ISBN 978-0-8138-2182-5.
- Odborné databáze, knihy a periodika (např. WOS, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST) dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- případně další zdroje.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.  
Katedra potravní biotechnologie a kvality zemědělských produktů

Konzultant bakalářské práce: Ing. Dana Jirotková, Ph.D.  
Katedra potravní biotechnologie a kvality zemědělských produktů

Datum zadání bakalářské práce: 24. března 2017  
Termín odevzdání bakalářské práce: 21. dubna 2018

V Českých Budějovicích dne 24. března 2017

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA** 43  
**V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**  
studijní oddělení  
Studentská 1668, 370 05 České Budějovice  
LS.

  
Ing. Pavel Smetana, Ph.D.  
vedoucí katedry

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2019

.....  
Matěj Kořán

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za ochotu, odborné vedení a za poskytnutí velmi cenných rad. Dále také děkuji rodičům za umožnění studia a velkou podporu během něj.

## **Abstrakt**

V bakalářské práci se zabývám vlivem zrání na senzorycké vlastnosti hověžního masa. Je zde popsáno hověžní maso a jeho vlastnosti, jeho technologické a organoleptické vlastnosti, a dále chemické a fyzikální složení masa. Další kapitola pojednává o kvalitě hověžního masa, tedy mimo jiné o vlivu doby a teploty zrání, postmortálních procesů a skladování na jeho kvalitu. Menší část je věnována proteolýze a abnormálním procesům postmortálních změn. Poslední kapitola shrnuje senzorycké vlastnosti hověžního masa. Hověžní maso patří mezi nejdražší kulinářské suroviny, a proto se požadavky na jeho kvalitu stále zvyšují. Znalost správných postupů při manipulaci s masem je tedy nesmírně důležitá pro uspokojení potřeb spotřebitelů hověžního masa a pro zachování jeho popularity.

**Klíčová slova:** hověžní maso, kvalita, křehkost.

## **Abstract**

In my bachelor thesis I deal with the impact of maturation on the sensory properties of beef. It describes the beef and its properties, its technological and organoleptic properties, as well as the chemical and physical composition of the meat. Next chapter deals about the quality of beef, including the influence of the time and temperature of maturation, postmortem processes and storage for its quality. Smaller part is devoted to proteolysis and abnormal processes of postmortem changes. Last chapter summarizes the sensory properties of beef. Beef is among the most expensive culinary ingredients, and therefore the demands on its quality are still increasing. Knowledge of good procedures in handling with meat is therefore extremely important to meet the needs of beef consumers and to preserve its popularity.

**Key words:** beef meat, quality, tenderness.

# Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární rešerše.....	9
2.1 Hovězí maso a jeho vlastnosti .....	9
2.1.1 Výživová hodnota hovězího masa .....	9
2.1.2 Technologické a organoleptické vlastnosti masa.....	11
2.1.3 Chemické složení hovězího masa .....	14
2.1.4 Fyzikální složení hovězího masa .....	15
2.2 Kvalita hovězího masa .....	19
2.2.1 Intravitální vlivy působící na jakost masa.....	20
2.2.2 Vlivy způsobu vedení porážky na kvalitu hovězího masa.....	21
2.2.3 Postmortální změny v mase .....	22
2.2.4 Proteolýza masa .....	25
2.2.5 Abnormální průběh postmortálních změn.....	27
2.2.6 Vliv zrání na kvalitu hovězího masa.....	30
2.3 Senzorické vlastnosti hovězího masa .....	33
2.3.1 Vliv zrání na senzorické vlastnosti masa .....	34
3. Závěr .....	36
4. Seznam literatury .....	38

# 1. Úvod

Maso je nedílnou a velice oblíbenou součástí výživy člověka již přes 2 miliony let, a to zejména pro jeho typickou vůni, chuť a jiné sensorické vlastnosti. Maso je rovněž důležitou složkou výživy i z nutričního hlediska, jelikož obsahuje bílkoviny, vitamíny, minerální látky a nenasycené mastné kyseliny.

Již pračlověk se živil především masem, které nejprve získával lovem zvířat. Člověk-zemědělec zvířata postupně domestikoval a choval je jako domácí s orientací na jejich užitkovost. Dodnes jsou zdrojem masa zejména oni domestikovaní živočichové, jako velká jatečná zvířata a jatečná drůbež.

Maso je nejen jednou z našich základních potravin, ale stalo se i předmětem diskuzí jak mezi odborníky, tak mezi běžnými spotřebiteli. Je zřejmé, že správný vývoj člověka, a to jak fyzický, tak duševní, je spojen s vyváženým příjmem vitaminů, proteinů, minerálních látek a nenasycených mastných kyselin, které přiměřený podíl masa nepochybně obsahuje a je tudíž nenahraditelnou složkou pestré stravy každého jedince.

V maso probíhá řada postmortálních biochemických procesů, při nichž maso nabývá sensorických, technologických a v neposlední řadě také kulinářských vlastností, díky kterým oblíbenost hovězího masa zaujímá celosvětově významnou pozici. Hovězí maso však vyžaduje zvláštní péči, a to již od narození skotu. Další významnou roli hraje výživa skotu a celkový welfare zvířete. Po porážce následuje ta nejdůležitější etapa, kterou je péče o maso a zrání masa – křehkost masa, sensorická jakost a zdravotní nezávadnost masa rozhoduje o jeho úspěchu mezi spotřebiteli.

Cílem práce je zpracovat rešerši problematiky zrání hovězího masa.



## **2. Literární rešerše**

### **2.1 Hovězí maso a jeho vlastnosti**

Masem jsou definovány všechny části těl živočichů. Do této skupiny patří i ryby včetně bezobratlých. Mezi maso se řadí i živočišné tuky, krev, droby, kůže a kosti, ale také masné výrobky. Boler a Woerner (2017) uvádí, že lidé konzumují maso kvůli výživným hodnotám, jelikož je uznávané jako důležitý zdroj esenciálních aminokyselin, železa, vitaminů (zejména B) a minerálních látek. Je proto považováno za nenahraditelnou složku výživy. Ze zdravotního hlediska existuje roční optimum spotřeby masa na osobu, které je přibližně 90 kg (Pipek a Pour, 1998).

Zdrojem masa jsou nejčastěji domestikovaná zvířata, tedy zvířata domácí. Do této skupiny nejčastěji přiřazujeme velká jatečná zvířata, mezi která lze skot s prasaty zařadit hned na první místa. Dále sem patří také koza, ovce, králík, kuň a drůbež, kam spadají slepice, kuřata, husy, kachny, perličky a krůty. Méně využívanou je i zvěř lovná, která žije volně nebo ve farmových chovech. Do této skupiny zařazujeme například prase divoké, srnce, jelena, bažanta, zajíce a další (Hrabě a kol., 2008).

Hovězí maso patří mezi čtyři nejčastěji konzumované druhy mas na světě. V minulosti se konzumovalo ve větší míře, než je tomu nyní. U hovězího masa, na rozdíl od jiných druhů, mají intravitální faktory a postmortální procesy značný význam. Informace o chovu zvířete a původu masa, by proto měly být pro odběratele zcela zásadními informacemi (Jůzl a Millerová, 2017).

#### **2.1.1 Výživová hodnota hovězího masa**

Nutriční faktory hovězího masa jsou dány především obsahem bílkovin svalové tkáně a tkáně pojivové, obsahem tuků, glycidů, minerálií, vitaminů a také energetickou hodnotou. (Hrabě a kol., 2008).

Genom člověka je na příjem masa v potravě adaptován již zhruba 4,5 milionu let. Člověk je na zdrojích látek obsažených v mase závislý, jelikož jsou bohatým zdrojem

živin a energie. Biochemické vlastnosti hovězího masa nelze jednoduše popsat, jelikož jeho složení se v jednotlivých částech svalových partií, a dokonce i v rámci svalů uvnitř jedné partie liší. Maso se skládá z 35-75 % vody, 10-23 % bílkovin, 4-55 % tuku a malého množství sacharidů, zejména v podobě glykogenu. Z minerálních látek obsahuje hlavně železo, hořčík, draslík, vápník a zinek. Z vitamínů pak vitamíny A, D, E a vitamíny skupiny B (Katina a Kšána, 2012). Hovězí maso nad ostatními druhy mas z nutričního hlediska nepatrně vyčnívají (Pánek, 2002).

Konzumace masa je oblíbená zejména kvůli jeho organoleptickým a výživovým hodnotám. Výživová hodnota masa je závislá především na poměru čisté svaloviny ke kostem, tukové tkáni a vazivu, jež jsou v rámci výživy považovány za méně hodnotné. Výživová hodnota čisté svaloviny je potom závislá na poměru obsahu sušiny a vody. (Hrabě a kol., 2008).

Čerstvé maso je také významným zdrojem tuků v potravě. Mezi nejdiskutovanější témata v souvislosti s tuky je jejich vztah ke zdraví, tedy jejich vliv na obezitu, rakovinu, srdeční a cévní choroby. Maso nejčastěji obsahuje mononenasyčené a nasycené masné kyseliny. Z nich nejvíce obsažené v mase lze uvést například kyselinu olejovou, kyselinu stearovou a kyselinu palmitovou. Hovězí maso ve srovnání s drůbežím a vepřovým masem obsahuje méně nenasycených masných kyselin. Je také zdrojem omega-3-polynenasycených masných kyselin s dlouhým řetězcem (Homolka a Kudrna, 2008). Hovězí maso společně s ostatními druhy mas obsahuje cholesterol. Jeho obsah v mase je závislý na celkovém obsahu tuku. Hovězí lůj v porovnání s ostatními živočišnými tuky, obsahuje o něco vyšší podíl cholesterolu. U libového masa je vyšší podíl zdravých prospěšných fosfolipidů. (Pánek, 2002) Obsahuje-li nadměrně konzumované maso nepřiměřený podíl tuku, poté vznikají výše jmenovaná rizika spojená s nadměrným podílem živočišných tuků ve stravě (Hrabě a kol., 2008).

Zpracování masa patří mezi hlavní úseky potravinářské výroby. Při vyšší konzumaci masa hrozí riziko rozvoje hnilobné mikroflóry, přebytku purinových bází nebo tvorby biogenních aminů v trávicím traktu konzumenta. Negativní vliv nadměrné konzumace masa se také projevuje v ukládání solí kyseliny močové v kloubech, kde vzniká jedovatý amoniak. Vzniká v důsledku odbourávání bílkovin

nebo v riziku hyperglykémie. V rámci technologické úpravy masa může při použití velmi vysoké teploty dojít ke vzniku heterocyklických aminů, jež souvisí s rizikem rakoviny (Hrabě a kol., 2008).

Z minerálních látek získávaných z masa má ve výživě člověka význam především železo. Zhruba 30 % jeho denního příjmu z potravy pochází právě z masa a výrobků z něho. Hovězí maso je také důležitým zdrojem zinku (Steinhauser, 1995). Maso obsahuje i další prospěšné látky. Patří sem například taurin, L-carnitin, endogenní antioxidanty, konjugovaná linolenová kyselina a kreatin (Homolka a Kudrna, 2008).

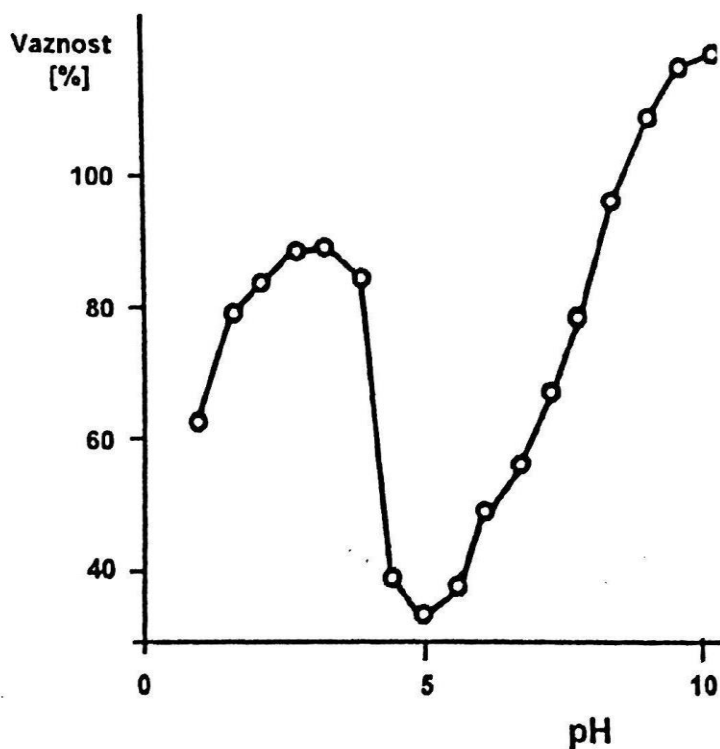
### **2.1.2 Technologické a organoleptické vlastnosti masa**

Pro podniky zabývající se zpracováním masa mají největší význam především technologické faktory. Mezi tyto faktory patří například vaznost vlastní šťávy v mase a také schopnost vázat vodu přidanou. Podstatný je také obsah bílkovin v mase a jejich rozpustnost, obsah tuků a jejich stav a obsah pojivové tkáně. Neméně důležitá je jeho údržnost, textura a barva (Hrabě a kol., 2008). Technologická hodnota hovězího masa je vysoká v jateční zralosti zvířete, naopak je tomu u mladých zvířat (Ingr, 2011).

- **Vaznost masa**

Vaznost masa je jeho schopnost poutat vodu v něm přirozeně obsaženou a také vodu přidanou a schopnost ji ve výrobku udržet i po jeho tepelné úpravě. Vaznost masa závisí zejména na obsahu bílkovin, tuků, struktuře svaloviny a průběhu postmortálních změn. Nejlepší vaznost se vyskytuje u masa teplého, tedy do dvou hodin od porážení zvířete a také u masa, které je vyzrálé. Ideální je teplota kolem 27 °C. Nejhůře se vaznost projevuje u masa, které se nachází ve stadiu *rigor mortis*, tedy blíží-li se pH masa izoelektrickému bodu bílkovin – pH 5,2 (obr. č. 1). V této fázi je i hydratace bílkovin nejhorší. Vliv na vaznost masa má také jeho stupeň rozmělnění, teplota při zpracování a přidavek cizích bílkovin. Vaznost masa lze zvýšit přidavkem solí a polyfosfátů, jelikož tím dojde ke zvýšení rozpustnosti bílkovin. Hovězí maso je ve schopnosti vázat vodu v pořadí: drůbeží maso, hovězí maso, vepřové maso, skopové maso (Steinhauser, 1995).

Obr. č. 1 Vliv pH na vaznost



Zdroj: Pipek a Pour, 1998

- **Barva masa**

Barva masa je velmi důležitý znak, podle kterého se posuzuje kvalita masa a masných výrobků. Červená barva masa je způsobena hemovými barvivy a to hemoglobinem a myoglobinem. Tvoří je bílkovina globin a barevná skupina hem. Hovězí maso je vzhledem k vysokému obsahu hemových barviv více tmavé (Kadlec a kol., 2009).

Hovězí maso mladých zvířat má světlou nebo bledě červenou barvu. U mladých býčků je maso tmavě až měděně červené. Na větších kusech masa lze pozorovat namodralý třpyt. Při vysušení dostane maso sytý tmavý odstín. Maso žírných volů a krav se vyznačuje červenohnědou barvou, která je v počátku jasnější a s postupem času, během skladování, se zbarví do tmavě cihlově červené barvy. Jasnější barvu masa s nižší protučnělostí mají mléčná plemena krav. Pokud je hovězí maso vařené, získá tím šedavou barvu (Steinhauser, 1995). Obsah hemových barviv je u hovězího masa 3000 až 7000 mg.kg<sup>-1</sup>. Pro srovnání maso vepřové má 700 až 2300 mg.kg<sup>-1</sup>, maso koňské 3620 až 8000 mg.kg<sup>-1</sup> a maso kuřecí pouze 126 mg.kg<sup>-1</sup> (Ingr, 2011).

- **Textura masa**

Pro zpracování masa mají význam i vlastnosti texturní, mezi které patří zejména tuhost, křehkost, jemnost a vláknitost masa. Hovězí maso mladých zvířat má přiměřeně pevnou konzistenci, je jemně vláknité a má malý obsah šťávy. Jeho textura je řídká, měkká až lepkavá. Vazivo je tukem jen málo prorostlé, tuková tkáň je nedostatečně vyvinutá. Maso mladých býčků je však charakteristické silnou vláknitostí, suchostí, tuhostí a ve svalovině je chudé na tuk. Maso žírných volů a krav se vyznačuje hrubou vláknitostí a tuhostí. Na řezu je maso mramorované. Změnu vlastností textury masa u starších kusů lze přisuzovat zejména změnám pojivových bílkovin, které se projevují síťováním kolagenu (Steinhauser, 1995; Ingr, 2011).

- **Křehkost**

Křehkost masa je dána strukturou, chemickým a fyzikálním složením masa. Na výslednou křehkost má největší vliv doba zrání a obsah pojivové tkáně. Křehnutí masa lze ovlivnit pomocí enzymů (Kadlec a kol., 2009). Křehkost je považována za nejvýznamnější vlastnost kvality masa v hodnocení spotřebitelů. Studie ukazují, že křehkost masa je závislá na enzymech katepsin a kalpain. Je také závislá na různých faktorech před porážkou a po porážce. Faktory před porážkou zahrnují např. věk, plemeno, krmení zvířat, stupeň stresu před porážkou. Změny po porážce včetně posmrtné ztuhlosti (*rigor mortis*) a zrání mají klíčový vliv na křehkost masa. Bylo zjištěno, že v procesu zrání, je možné rozlišovat změny v mikro a ultrastruktuře svalových vláken, které vedou ke konečné křehkosti masa. Hovězí maso má největší problém s křehkostí masa, protože vyžaduje minimálně 14 dní skladování v určitých podmínkách, aby získalo výslednou kvalitu (Vondrášková, 2012). Křehkost masa se hodnotí sensoricky nebo objektivně pomocí textuometrů nebo tendrometrů (Pipek a Pour, 1998).

- **Chutnost**

Jedná se o komplexní vjem chuti a aromatu. Na vytváření chuti se podílejí zejména extraktivní látky, jako například rozkladné produkty adenosindifosfátu (ADP), adenosintrifosfátu (ATP) nebo glykogenu. Tyto látky vznikají v průběhu zrání masa. Nosičem výše uvedených extraktivních látek je tuk, ve kterých je řada látek rozpuštěna. Proto přiměřeně vysoký obsah tuku, u něhož proběhly procesy

posmrtného zrání, dodává masu přirozenou chuť a vůni. Chutnost souvisí i s dalšími vjemy, jako je výše uvedená křehkost a šťavnatost (Pipek a Pour, 1998).

Chuť masa je závislá na věku zvířete, protože postupem času probíhají změny v koncentraci lipidů ve svalovině. Chuť volků je preferována před chutí býčků a jalovic. Během tepelného zpracování se výrazně mění chuť a barva masa (Dvořák, 2004).

### 2.1.3 Chemické složení hovězího masa

Chemické složení masa je závislé více faktorech, je tedy obtížné ho jednoznačně charakterizovat. Odráží se v něm plemeno zvířete, věk zvířete, jeho pohlaví i způsob výživy. Složením se mohou u téhož jedince lišit i jednotlivé svaly. Chemické složení masa ovlivňuje také jeho zpracování, které má vliv také na technologické, organoleptické i biochemické vlastnosti masa (Hrabě a kol., 2008). Podstatným ukazatelem u masa je tzv. Federovo číslo, které udává poměr obsahu vody a bílkovin v mase. Na jeho základě lze tedy určit složení masa, již dle stanovení jediné jeho složky, například tuku. U výrobního hovězího masa se jeho hodnota pohybuje kolem 3,5. Orientační složení hovězího masa uvádí tab. č. 1.

**Tab. č. 1** Hodnoty vybraných parametrů hovězího masa

Hovězí maso	Voda (%)	Bílkoviny (%)	Tuky (%)	Minerály (%)	Fedorovo číslo	T/B podíl tuku a bílkovin
<b>Plec</b>	70	21,4	6,9	1,0	3,7	0,32
<b>Kýta</b>	73	20,2	5,0	1,1	3,6	0,25
<b>Svíčková</b>	72	19,3	7,4	1,0	3,7	0,38
<b>Roštěnec</b>	67	20,6	10,3	1,0	3,3	0,49
<b>Krk</b>	72	21,1	5,5	1,0	3,4	0,26
<b>Kližka</b>	70	21,7	6,7	1,0	3,3	0,26
<b>Žebro</b>	65	19,9	15,9	0,9	4,4	0,75
<b>Bok</b>	61-67	19-21	11-18	0,9	3,2	0,95
<b>Podplečí</b>	65	18,6	16	0,9	3,5	0,86
<b>Nízký roštěnec</b>	57	16,7	25	0,8	3,5	1,50
<b>Vysoký roštěnec</b>	59	17,4	23	0,8	3,0	1,32
<b>Spodní šál</b>	69	19,5	11	1,0	3,5	0,56

Zdroj: Steinhauser, 1995

Z tabulky vyplývá, že se obsah vody v hovězím maso pohybuje v rozmezí 57-73 %, obsah bílkovin v rozmezí 16,7-21,7 %, obsah tuku v rozmezí 5-25 % a obsah minerálních látek kolem 1 % (Steinhauser, 1995).

Na rozdíl od jiných potravin obsahuje maso velmi malé množství sacharidů, jež se zde řadí do extraktivních látek. Zajímavý je u hovězího masa obsah mastných kyselin. Domněnkou mnoha výzkumníků je fakt, že červené maso, které obsahuje pouze kolem 20 % kyseliny palmitové, která je považována za cholesterolemickou a více než 50 % kyseliny olejové a stearové, jež cholesterolemické nejsou, není hovězí maso z hlediska složení tuků až tak nebezpečné v rámci cévních onemocnění, jak se v minulosti uvádělo. Z minerálních látek se v hovězím maso vyskytuje především sodík, draslík, vápník, hořčík, chlor, železo a také fosfáty. Hovězí maso je také důležitým zdrojem zinku, v jednom kilogramu masa ho lze nalézt až 4,3 mg (Steinhauser, 1995). Je také významným zdrojem vitamínů A, D, E a vitamínů skupiny B. Významný je obsah vitamínu B12, který se vyskytuje zejména v potravinách živočišného původu (Ingr, 2011).

#### **2.1.4 Fyzikální složení hovězího masa**

Také fyzikální složení masa závisí na plemeni zvířete, jeho věku, pohlaví i způsobu výživy. V hovězím maso je podíl kostí 16 až 22 %. Podíl masa se odlišuje také na základě skupin výsekových mas, strukturu ovlivňuje i zpracování masa (Hrabě a kol., 2008).

Jůzl a Nedomová (2015) uvádějí dělení jatečně upraveného těla skotu na základě ČSN 57 6510 na kýtu, klišku, vysoký roštěnec, nízký roštěnec, bok s kostí, bok bez kosti, svíčkovou, plec, podplečí, krk, špičku krku, klišku a husičku. V minulosti se používalo dělení hovězího masa na zadní výrobní (HZV) a přední výrobní (HPV), případně speciální kategorie pro kvalitnější části hovězího masa (HSO). Dnes je využíván systém členění, který využívá analytické zjištěné hodnoty masa. Konkrétně jde o procentuální zastoupení vody, tuku, bílkovin, vazivových bílkovin a čistých svalových bílkovin v maso. Části hovězího masa jsou zde na základě výsledků analýzy řazeny do skupin označovaných od H-1 pro nejkvalitnější části, po H-5 nejméně hodnotné části (Jůzl a Nedomová, 2015). V rámci jatečně upraveného těla se přední a zadní čtvrt' oddělují mezi

8. a 9. žebrem (Jůzl a Millerová, 2017). Řazení hovězího masa do skupin na základě jeho analýzy uvádí tab. č. 2.

**Tab. č. 2 Skupiny hovězích výrobních mas**

<b>Hovězí výrobní masa</b>	<b>Popis suroviny</b>	<b>Obvyklé použití</b>	<b>Původní označení</b>
<b>H-1</b>	maso dokonale zbavené tuku, šlach a povázek z kýt	trvanlivé salámy nejvyšší jakosti a hovězí šunky	HSO - hovězí speciálně upravené
<b>H-2</b>	maso zbavené tvrdých šlach s viditelným podílem tuku cca 5 %, tenké povázky z kýt přípustné	trvanlivé salámy střední třídy, vložky a spojky výrobků vyšší třídy	HZV - hovězí zadní výrobní
<b>H-3</b>	maso zbavené tvrdých šlach s viditelným podílem tuku cca 10 %, hovězí maso z hlav	spojky do všech výrobků	HPV - hovězí přední výrobní
<b>H-4</b>	tučnější ořezy s viditelným podílem tuku, cca 15 %, s obsahem šlach	spojky do všech výrobků	HPV - hovězí přední výrobní
<b>H-5</b>	tučné ořezy s viditelným podílem tuku, cca 30 %	spojky do všech výrobků	HPV - hovězí přední výrobní

Zdroj: Bořilová, 2014

V rámci technologických částí se hovězí maso pro výsek dělí na základě komoditní vyhlášky č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich (Jůzl a Millerová, 2017). Základní technologické celky hovězího masa uvádí tab. č. 3.



**Tab. č. 3 Základní technologické celky hovězího masa**

Základní dělení	Technologický celek
<b>Hovězí čtvrtě</b>	přední čtvrt'
	zadní čtvrt'
<b>Hovězí maso přední (s kostí i bez kosti)</b>	špička krku
	Krk
	Podplečí
	vysoký roštěnec
	Hrudí
	Žebro
	bok, nízké žebro, pupek
	Kližka
	Koleno
	Oháňka
<b>Hovězí maso zadní (s kostí i bez kosti)</b>	Kýta
	Plec
	Svíčková
	nízký roštěnec, roštěná

Zdroj: Jůzl a Müllerová, 2017

Toto členění se však v různých zemích může lišit (Jůzl a Müllerová, 2017).

Rozeznáváme šest jakostních tříd podle zmasilosti, a to S, E, U, R, O a P. Do třídy S se zařazují jatečně upravené tělo s nejvyšší zmasilostí, do třídy P naopak s nejnižší. Tabulka 4 popisuje třídy zmasilosti. Pro zařazení do jakostní třídy zmasilosti S a E musí dané části odpovídat znakům uvedeným v tabulce. Pro zařazení do třídy U, R a O musí být vždy hodnocena kýta a jedna ze dvou částí, plec nebo hřbet. Důvodem je získání při kostění zadní čtvrtě nad 40 % nejcennějšího hovězího masa z kýty a přibližně 13 % z nízkého roštěnce a svíčkové, celkem ze zadní čtvrtě získáme nad 53 % (Steinhauser, 2000). Obchodní třídy zmasilosti uvádí tab. č. 4.

**Tab. č. 4 Obchodní třídy zmasilosti skotu a jejich znaky**

<b>Třída</b>	<b>Popis zmasilosti</b>	<b>Doplňující znaky</b>	
<b>S</b>	Všechny profily výjimečně vyklenuté. Výjimečná zmasilost	Kýta velmi silně vyklenutá, jednotlivé svaly se zřetelně rýsují, hřbet široký, velmi silně vyklenutý (zdvojená bedra) až na úroveň velmi silně vyklenuté plece	Vrchní šál velmi silně vyklenutý nad sponou pánevní, spodní šál velmi silně vyklenutý
<b>E</b>	Všechny profily silně vyklenuté. Vynikající zmasilost	Kýta silně vyklenutá, hřbet široký silně vyklenutý až na úroveň silně vyklenuté plece	Vrchní šál silně vyklenutý nad sponou pánevní, spodní šál silně vyklenutý
<b>U</b>	Profily vesměs vyklenuté. Velmi dobrá zmasilost	Kýta vyklenutá, hřbet široký, vyklenutý až na úroveň vyklenuté plece	Vrchní šál vyklenutý na sponou pánevní, spodní šál vyklenutý
<b>R</b>	Profily vesměs zarovnané. Dobrá zmasilost	Kýta dobře vyvinutá, profil zarovnaný, hřbet méně široký, ještě mírně vyklenutý v úrovni dobře vyvinuté plece	Vrchní a spodní šál zarovnaný
<b>O</b>	Profily zarovnané až mírně prohloubené. Méně dobrá zmasilost	Kýta středně vyvinutá, profil mírně prohloubený, hřbet středně vyvinutý, plec středně vyvinutá až plochá	Spodní šál zarovnaný, hrboly kosti sedací a kyčelní a trny bederních a hrudních obratlů mohou mírně vystupovat
<b>P</b>	Všechny profily prohloubené. Slabá zmasilost	Kýta slabě vyvinutá, profil prohloubený až silně prohloubený, hřbet úzký, slabě vyvinutý, plec plochá s vystupujícími kostmi	Hrboly kosti sedací a kyčelní a trny bederních a hrudních obratlů vystupují

Zdroj: Steinhauser, 2000

Podle stupně protučnělosti se jatečně upravené tělo zařazuje do pěti tříd 1, 2, 3, 4, 5. Do třídy 1 se zařazují s nejnižším stupněm protučnělosti, naopak do třídy 5 s nejvyšším. Při hodnocení jatečně upraveného těla, které patří do 1., 2., 3. třídy je rozhodující rovnoměrnost a plocha tukového pokryvu na povrchu, naproti tomu při zařazení do třídy protučnělosti 4 a 5 se přihlíží

i k hmotnostnímu vývinu tukové tkáně, tloušťky, a to hlavně na hrudi a hřbetu. Vyšší protučnělost se nejvíce vyskytuje u těžších krav, která negativně ovlivňuje technologickou využitelnost a kulinářskou jakost. Znaky protučnělosti popisuje tab. č. 5 (Steinhauser, 2000).

**Tab. č. 5 Obchodní třídy protučnělosti skotu a jejich znaky**

<b>Třída</b>	<b>Popis protučnělosti</b>	<b>Doplňující znaky</b>
<b>1</b>	Žádná nebo velmi slabá vrstva podkožního loje. Velmi slabá protučnělost	Dutina hrudní bez tukového krytí
<b>2</b>	Slabá vrstva podkožního loje, svalovina téměř na všech místech viditelná. Slabá protučnělost	V dutině hrudní mezižeberní svalovina zřetelně viditelná
<b>3</b>	Svalovina s výjimkou povrchu kýty a plece téměř všude viditelná, slabá ložiska loje v dutině hrudní. Střední protučnělost	V dutině hrudní je mezižeberní svalovina ještě viditelná
<b>4</b>	Svalovina je krytá vrstvou loje, na kýtě a pleci ještě částečně viditelná, místy v dutině hrudní výrazná tuková ložiska. Silná protučnělost	Na povrchu kýty vystupují pruhy loje. V dutině hrudní může být mezižeberní svalovina pokrytá lojem.
<b>5</b>	Celý povrch těla krytý vrstvou loje, v dutině hrudní výrazná tuková ložiska. Velmi silná protučnělost	Kýta je na povrchu téměř zcela krytá lojem. V dutině hrudní je mezižeberní svalovina krytá lojem.

Zdroj: Steinhauser, 2000

## **2.2 Kvalita hovězího masa**

Kvalitu hovězího masa ovlivňují výživové, senzorycké, technologické a hygienické faktory (Hrabě a kol., 2008). Dále také vlivy genetické, intravitální a postmortální. Pro možnost eliminace negativních vlivů je znalost všech faktorů ovlivňujících kvalitu masa prvořadá (Ingr, 2011). Znalost aktuálního stavu biochemických změn masa je pro technologii velmi důležitá. Jde o stupně zrání a čerstvosti masa, ale také o včasné rozpoznání počínajícího kažení masa (Steinhauser, 1995).

## 2.2.1 Intravitální vlivy působící na jakost masa

Existuje celá řada vlivů působících na jakost jatečných zvířat. Jatečná zvířata jsou ve vývoji ovlivňována z časového hlediska prenatálními a intravitálními faktory, které lze dělit na postmortální a premortální. Další členění rozděluje vlivy na vnitřní (genetické) a na vnější (faktory prostředí). Postmortální a premortální vlivy na jakost masa jsou v rukou zpracovatelů jatečných zvířat (Ingr, 2003). Největší vliv na jakost a produkci masa má živočišný druh, pohlaví, plemeno, věk, způsob výživy, stres, podmínky při přepravě. (Pipek a Pour, 1998)

- **Vliv pohlaví**

Vliv pohlaví je dán rozdílným temperamentem, ale také rozdílnou intenzitou metabolických procesů u samic a samců. Maso samic obsahuje více tuku, jelikož samičí organismus ukládá část energie jako rezervní tuk pro budoucí vývoj plodu. U skotu máme z hlediska pohlaví a kastrace sedm typů zvířat, mezi které patří výkrmoví býčci, plemenní býčci, voli, volci, jalovice, prvotelky a krávy. Nejvíce efektivní formou pro výrobu hovězího masa je výkrm býčků. U našich plemen se vykrmují do hmotnosti 500-550 kg. Maso dvouletého býka odpovídá křehkosti masa u krávy staré 3-4 roky. (Pipek a Pour, 1998)

- **Věk zvířat**

Chemické složení a dynamika růstu jednotlivých tkání se mění s věkem zvířete. Nejdříve rostou kosti, poté následuje růst svaloviny a nejpozději se vyvíjí tuková tkáň. Postupně s věkem se zvyšuje ukládání tuku. Nejvýhodnější je porážet zvířata v tzv. jatečné zralosti. Jedná se o věk nebo živou hmotnost, kdy se zvíře blíží tělesným vývojem dospělému zvířeti. (Pipek a Pour, 1998)

Chuť masa u mladých zvířat je méně výrazná následkem nízkého obsahu extraktivních látek, které s věkem přibývají. Také vaznost se s věkem mění, ale údaje o těchto změnách jsou rozporné. U mladých zvířat má maso větší vaznost než je tomu u zvířat starších. (Steinhauser, 1995)

U skotu rozlišujeme nejvíce věkových kategorií. Do nejmladší kategorie patří telata, kde telecí maso udržuje své vlastnosti až do hmotnosti 150-160 kg. Další kategorie zahrnuje mladé býčky a vyrazené jalovičky vykrmované intenzivně nebo

běžným způsobem. Tento způsob výkrmu trvá 340-380 dní a dosahují hmotnosti 380-420 kg. Maso se označuje jako baby beef. Do poslední kategorie patří krávy, které jsou vyřazené z chovu. Jejich maso je výrazně horší a bývá i vysoká tučnost (Pipek a Pour, 1998).

- **Způsob výkrmu**

Způsob chovu a výkrmu má velký význam na jakost vyprodukovaného masa. Největší rozdíl je mezi ustájenými a pasenými zvířaty. Rozdíl souvisí především v odlišné intenzitě svalové aktivity, která je u pasených zvířat výrazně vyšší. Také pasená zvířata jsou více odolnější vůči stresovým faktorům. Zvířata, která jsou ustájena, mají větší intenzitu výkrmu a tím jsou dosaženy vyšší hmotnostní přírůstky (Pipek a Pour, 1998).

Maso by tedy mělo pocházet ze zdravých, dobře kmených zvířat, která byla chována v dobrých životních podmínkách. Oblast týkající se životních podmínek jatečných zvířat a jejich zdraví je v rámci celé Evropské unie předmětem úředních kontrol kompetentních orgánů (Katina a Kšána, 2012).

## **2.2.2 Vlivy způsobu vedení porážky na kvalitu hovězího masa**

Během porážky dochází ve svalovině zvířete k mnoha biochemickým procesům, během nichž se ze svaloviny stane maso. Pro výslednou kvalitu hovězího masa je důležité dodržování vysokého standardu hygieny před porážkou, ale i v rámci následného jatečního opracování. Sekundární kontaminace, která může této fázi vzniknout, se může stát původcem nevratného znehodnocení suroviny. Důležité je vyvarovat se během porážky u zvířat stresu. Podstatným předpokladem pro získání kvalitního masa je zachování běžné hladiny svalového glykogenu a adenosintrifosfátu (dále jen ATP) u poráženého zvířete, jelikož tyto energetické složky následně tvoří vhodné podmínky pro správný průběh zrání masa. U stresovaných zvířat hrozí před porážkou vyčerpání glykogenu (Katina a Kšána, 2012).

Maso pocházející z nemocných zvířat má zhoršené organoleptické vlastnosti. Nemocná zvířata se také hůře vykrvují, čímž dochází k těžbě méně údržného masa. Ve svalovině se mohou objevit krevní výrony. U oslabených zvířat hrozí riziko

průniku mikroflóry z trávicího traktu do svaloviny. Ke kontaminaci masa může dojít mimo střevní mikroflóry také ze vzduchu nebo z půdy. Na povrchu čerstvě opracovaného masa se nachází  $10^3$  mikroorganismů na  $1 \text{ cm}^3$ , s odstupem času jejich koncentrace stoupá k hodnotě  $10^6$ . Světélkování na svalovině způsobuje *Photobacterium phosphoreum*, *Bacillus phosphoreus*, *Achrombacter fischeri*, červené skvrny *Serratia marcescens*, oranžové skvrny *Bakterium luteum* a žluté skvrny *Sarcina lutea*. Při výskytu salmonel může dojít i k přenosu na člověka. Riziko salmonelózy je spojováno s konzumací syrového masa, například v podobě bifteku a také u výrobků tepelně neopracovaných, například fermentovaných salámů (Cepac, 2007).

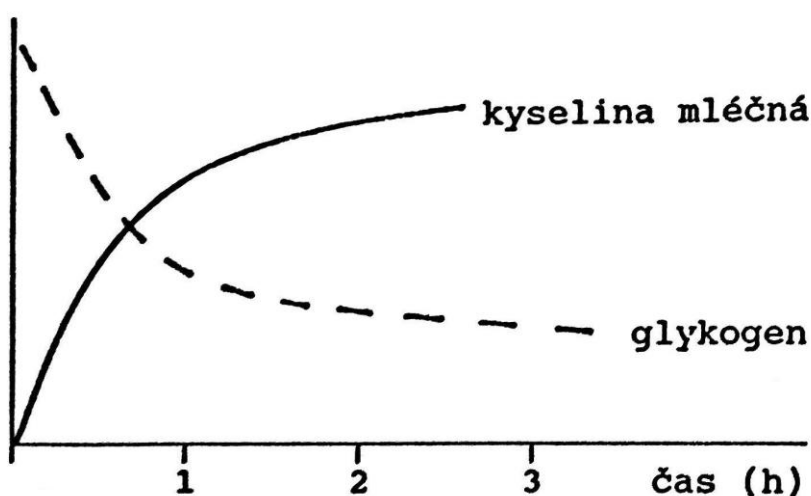
### 2.2.3 Postmortální změny v mase

Hovězí maso, stejně jako i masa ostatních druhů jatečných zvířat, je velmi dynamickým a složitým biologickým systémem, v němž probíhá široká řada postmortálních biochemických procesů, při kterých maso nabývá požadovaných technologických, senzorických i kulinárních vlastností (Arredoinox, 2019).

Po usmrcení zvířete a jeho vykvrvení dochází k zastavení přívodu kyslíku do svalu. Z glykogenu tak vzniká postupně kyselina mléčná, která se ve svalovině postupně hromadí a vede tak k jejímu okyselení (obr. č. 2). Okyselení masa je pro jeho správný průběh zrání podstatným předpokladem. Okyselení masa však v této době zajišťuje jeho údržnost vůči nežádoucím mikroorganismům. Kyselina mléčná ve svalovině také uvolňuje chuťové a aromatické látky, které jsou pro hovězí maso typické. Následně se ve svalových buňkách aktivují enzymy narušující bílkoviny, čímž maso postupně získává křehkost a jeho ztuhlost pozvolna odeznívá (Zrecková, 2009; Katina a Kšána, 2012). Křehkost masa je tedy dána enzymy řízeným proteolytickým procesem. Vliv na průběh tohoto procesu má doba trvání, teplota i hodnota pH. Křehkost masa lze dále pozitivně ovlivnit i mechanickými vlivy (Homolka a Kudrna, 2008).

Po usmrcení zvířete nastává autolýza masa (Jůzl a Müllerová, 2017). Postmortální změny probíhají v hovězím mase ve čtyřech fázích, které na sebe plynule navazují. Jednotlivé fáze nesou označení *prae-rigor*, *rigor mortis*, zrání masa a hluboká autolýza (Arredoinox, 2019).

Obr. č. 2 Průběh změn obsahu glykogenu a kyseliny mléčné



Zdroj: Steinhauser, 1995

- ***Prae-rigor***

Jde o první stádium posmrtných změn masa. Označuje se také jako teplé maso, jelikož se jeho teplota v této fázi zpracování pohybuje v rozmezí 35 až 40 °C. Hodnota pH masa se pohybuje v neutrální oblasti 6,9-7,2. V rámci usmrcení zvířete došlo k zastavení přívodu kyslíku do svaloviny. Dochází ke spotřebování posledního kyslíku a ATP jako zdroje energie. Maso v této fázi neuvolňuje vodu a má vysokou vaznost, ale není tuhé. Pro zpracování vykazuje vhodné vlastnosti zejména do mělněných masných výrobků. Kadlec a kol. (2009) uvádí, že usmrcením zvířete je zastaven veškerý přísun kyslíku do svalu a obsah glykogenu nemůže být doplňován resyntézou v játrech, z důvodu chybějícího krevního oběhu. U výrobního masa se surovina v této fázi zmrazuje, jelikož si tím tyto své přednosti uchová. Nejde však, ale ještě o maso s typickou kvalitou, které by bylo nejvhodnější pro přímou úpravu, jelikož jeho vůně a chuť není ještě úplně vyžralá. Tento stav si hovězí maso zachová od porážky až 3 hodiny (Arredoinox, 2019; Benešová, 2019).

- ***Rigor mortis***

*Rigor mortis* je latinské označení pro tzv. posmrtné ztuhnutí, které je charakteristické tuhostí kosterní svaloviny, jež se objeví brzy po smrti zvířete (Abdou, 2001). V této fázi je již ATP vyčerpán. Jeho nepřítomnost vede k pevnému

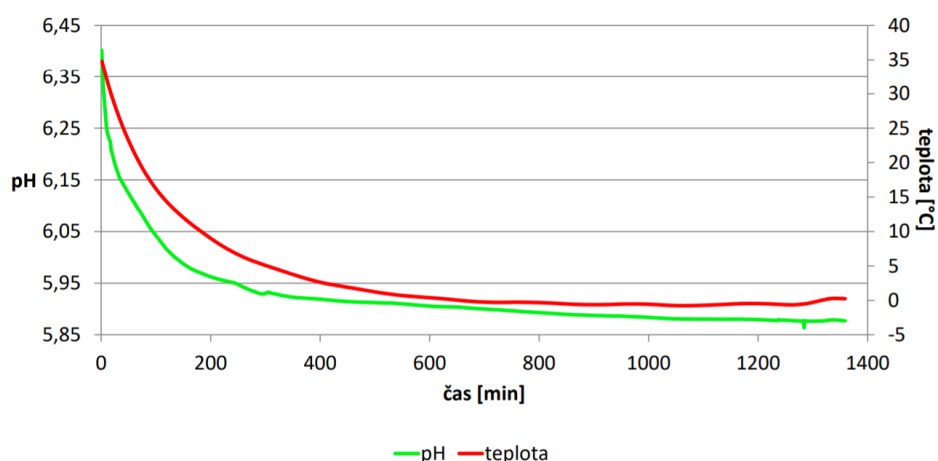
navázání aktinu a myozinu za vzniku pevného komplexu. Sval se zkrátí o 7 až 10 % své původní délky (Smetana a kol., 2008). Tak dochází k postupnému tuhnutí svaloviny, která ztrácí svoji pružnost. K hlavnímu procesu tuhnutí dochází 3 až 6 hodin po porážce, avšak první příznaky je možné vyzorovat již hodinu od porážky. Ukončen bývá tento proces na základě teploty v rozmezí 24 až 48 hodin. V této fázi dochází k výraznému zhoršení vaznosti masa, jehož příčinou je pokles hodnoty pH. Maso špatně váže i přidanou vodu a je velmi tuhé, tudíž má pro technologické i kulinární zpracování nepříznivé vlastnosti. V této fázi tedy maso není vhodné k dalšímu zpracování. Při teplem zpracování by došlo k velké ztrátě masové šťávy. Upravené maso by postrádalo mimo šťavnatosti také křehkost (Arredoinox, 2019).

- **Zrání masa**

Maso opětovně měkne. Svaly povolují v opačném pořadí, než tomu bylo při tuhnutí svaloviny (Smetana a kol., 2008). Vlastní zrání masa je procesem, který je charakteristický tím, že maso získává požadované vlastnosti. Uvolňuje se tuhost, maso křehne, roste vaznost, vytváří se typické aroma a chuť. Organoleptické vlastnosti se výrazně zlepšují. Změny v rámci této fáze se týkají především bílkovin. Degradací bílkovin roste koncentrace peptidů a také aminokyselin, jež jsou nositeli aroma i chuti masa. Během zrání masa pH mírně roste, pohybuje se mezi hodnotami 5,6 a 6,5. Doba zrání hovězího masa může být i několik týdnů. Z důvodu rizika mikrobiální kontaminace probíhá zrání masa vždy v chladicích boxech (Arredoinox, 2019; Benešová, 2019). Obr. č. 3 uvádí pokles pH a teploty v určitém čase.



**Obr. č. 3 Pokles pH a teploty během postmortálních procesů v masu**



Zdroj: Šefčík, 2019

- **Hluboká autolýza**

Hluboká autolýza je jednoznačně nežádoucím dějem. Jedná se o procesy, které u masa vedou ke vzniku nepřijatelných sensorických vlastností. Hodnota pH stoupá na 7,1 i více (Arredoinox, 2019). Maso zapáchá a teče (Smetana a kol., 2008). Z fáze zrání se odbourávají bílkoviny na nižší peptidy, aminokyseliny až na konečné produkty (amoniak, sirovodík, aminy aj.), které vedou k výše uvedeným nepřijatelným smyslovým vlastnostem masa. Hluboká autolýza je doprovázena mikrobiální proteolýzou, maso se kazí a jako potravina je nepřijatelná. U jatečných zvířat nelze hlubokou autolýzu připustit a nelze ji izolovat od mikrobiálního rozkladného procesu (Steinhauser, 1995).

## 2.2.4 Proteolýza masa

S hlubokou autolýzou probíhá souběžně proteolýza masa, která má opačnou dynamiku. Proteolýza je rozklad bílkovin, kažení a hniloba masa. Příčinou proteolýzy jsou mikroorganismy a jimi produkované enzymy. U zdravých, a právě usmrcených zvířat proteolýza neprobíhá. K mikrobiální kontaminaci dochází exogenně a postupně. Počet mikroorganismů v masu je závislý na mnoha faktorech např. hygienické úrovni porážení, jatečného opracování zvířat, chlazení a zejména bourání masa (Ingr, 2011).

- **Základní formy kažení masa**

Kažení je exogenní proces, protože je svalovina uvnitř prakticky sterilní, kontaminace mikroorganismy nastává z vnějšího prostředí. Velké nebezpečí kontaminace mikroorganismy nastává při a po bourání masa. Dalším nebezpečím kažení masa je jeho teplota a teplota prostředí, v němž se nachází. Mezi běžné formy kažení masa, které mají na sebe tři navazující fáze, patří povrchové oslizení, povrchová hniloba a hluboká hniloba (Steinhauser, 1995).

- **Povrchové oslizení masa**

Oslizení nastává pomnožením obecné mikroflóry na jeho povrchu. Enzymy proteáz, lipáz a jiné rozkládají složky masa na řadu degradačních produktů, které vytvoří tenkou vrstvu slizu s šedohnědým barevným odstínem a typickým hnilobným zápachem. Na zápachu se nejvíce podílejí produkty bílkovin např. amoniak, aminy, sirovodík a další. Pokud je povrchové oslizení zjištěno časně, je maso ošetřováno omytím v kyselé vodě (kyselinou octovou). Následným omytím pitnou vodou odstraníme sliz z povrchu masa (Steinhauser, 1995).

- **Povrchová hniloba**

Je to pokračování povrchového oslizení, jestliže nebylo včas zachyceno a nebyl odstraněn sliz z povrchu masa. Povrchová mikroflóra se již dostala do hloubky masa a její enzymy způsobují rozklad bílkovin. Hnilobu způsobují zejména zástupci rodu *Pseudomonas* (Steinhauser, 1995).

- **Hluboká hniloba masa**

Je tím myšleno mikrobiální napadení a zkažení masa v celých anatomických nebo technologických kusech. Výskyt v dnešní době je minimální (Steinhauser, 1995).

- **Zvláštní formy kažení masa**

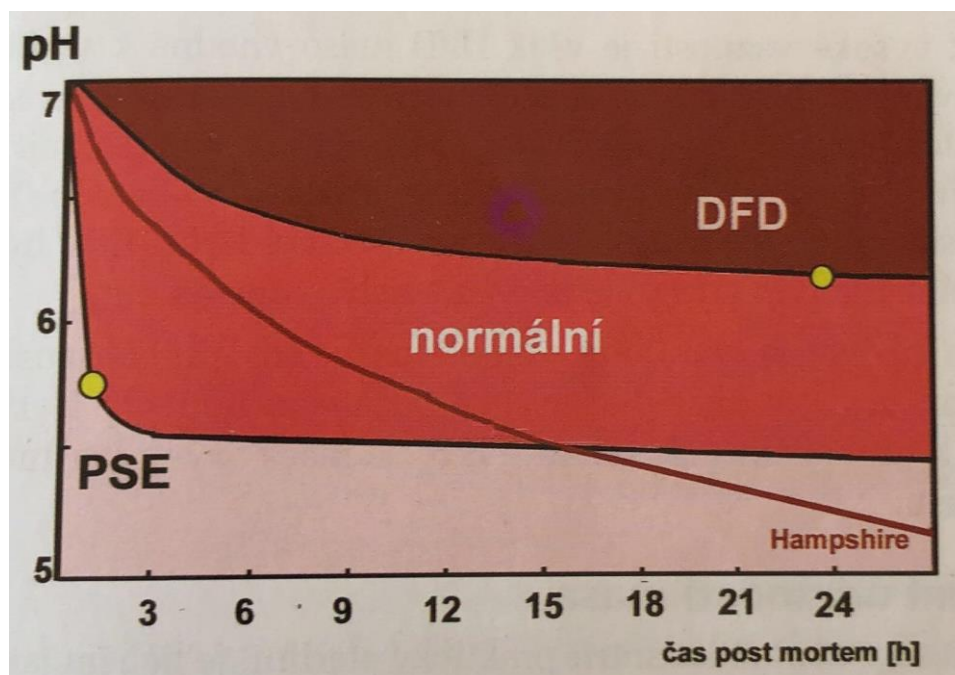
Mezi odlišnou formu kažení masa patří zapaření. Příčinou zapaření masa je špatné vychlazení jatečně opracovaných těl nebo masa. Dochází k němu při špatných teplotách v chladárně, příliš pomalým zchlazováním nebo navrstvením nevychlazeného masa do nádob. K zapaření dochází po porážce, kdy maso není dostatečně rychle vychlazené. Zapařené maso je charakteristické vysokou

koncentrací oxidu uhličitého a kyselým zápachem a je znakem nedbalosti nebo nezkušenosti (Steinhauser, 1995).

### 2.2.5 Abnormální průběh postmortálních změn

Existují odchylky od normálního průběhu postmortálních procesů. Především jde o pokles hodnoty pH. Vznik abnormálních posmrtných změn je ovlivněn geneticky, zacházením se zvířaty před porázkou, ale i způsobem jatečného opracování. U stresových zvířat působí vlivy prostředí psychickou nebo fyzickou zátěží organismu. Jestliže dojde k překonání určité míry stresu, nastává řada hormonálně řízených reakcí. Jsou uvolňovány kortikoidní hormony, adrenalin, noradrenalin a ve štítné žláze thyroxin. Začíná se urychlovat glykolýza a glykogen se odbourává na kyselinu mléčnou a záleží, ve kterém okamžiku tato tvorba nastane. Jestliže nastane až po vykrvení, kyselina mléčná zůstává ve svalu PSE (pale, soft, exudative) nebo dříve a kyselina mléčná je poté vyplavena krví ze svalu DFD (dark, firm, dry), které se objevuje u hovězího masa (Kadlec a kol., 2009). Obr. č. 4 uvádí průběh pH v čase u normálního, PSE, DFD a Hampshire masa.

Obr. č. 4 Průběh pH v čase u normálního, PSE, DFD a Hampshire masa



Zdroj: Kadlec a kol., 2009

- **Vada PSE**

Maso se vyznačuje tím, že u něj došlo k prudkému poklesu pH. Pokles nastává v době, kdy je v mase vysoká teplota a dochází k částečné denaturaci bílkovin. Teplota má velmi výrazný vliv na vznik PSE. Pokles pH a denaturace bílkovin vedou k tomu, že má maso výrazně nižší vaznost, tkáň je měkká a uvolňuje velké množství vody, což je nežádoucí z ekonomického a technologického hlediska (Kadlec a kol., 2009).

PSE maso má výrazně světlejší barvu než maso normální. Hlavní příčinou je změněná hydratace svalových vláken. Jestliže jsou nižší hodnoty pH, vážou svalové bílkoviny méně vody a je tedy zvýšen podíl vody volné. Na povrchu masa dochází k většímu rozptylu světla, proto je maso světlejší. Také zde dochází ke změně barevného odstínu na šedozelenou, a to jak u syrového masa, tak i u výrobků z něj. Bledý vodnatý povrch masa působí nevzhledně. Vodnatost a nízká vaznost mají negativní důsledky jak ve výrobě, tak i při kulinárním zpracování. Nízká vaznost s nízkým pH znamenají lepší příjem soli. Nízké hodnoty u PSE masa zvyšují údržnost, i přesto že je tu vyšší obsah volné vody (Pipek a Pour, 1998).

U hovězího masa se prakticky jakostní odchylka PSE nevyskytuje. V literatuře se objevily informace, které připomínaly odchylku PSE u plemene bílo-modrého belgického (Steinhauser, 1995).

- **Vada DFD**

DFD maso má opačné vlastnosti než PSE. Dochází zde po smrti zvířete k velmi malému poklesu pH. Maso má vysokou vaznost s pevnou tkání a působí suchým, málo šťavnatým dojmem. Barva masa se srovnává s normálním tmavším mase, v extrémních případech u hovězího je barva černá. Způsobuje to koloidní stav bílkovin, kdy povrch méně rozptyluje dopadající světlo a maso se jeví tmavší (Kadlec a kol., 2009).

Maso se pomaleji prosoluje. Následkem vysokého pH není u masa dostatečný průběh zrání a to způsobuje, že je maso tuhé, bez výrazné chuti a aroma. DFD maso má také omezenou údržnost vzhledem k absenci sacharidů na počátku posmrtných změn. Dochází zde k odbourání glykogenu na kyselinu mléčnou ještě

před vykrvením. K vytvoření kyseliny mléčné před vykrvením dochází v důsledku stresu, nebo po omráčení při opožděném vykrvení. U skotu bývá hlavní příčina DFD masa malá zásoba glykogenu před porážkou v důsledku fyzického vyčerpání. Odchylka DFD bývá nejčastěji u hovězího masa, zejména potom u býků. Nejvíce se odchylky objevují v ušlechtilých částech zvířat, a to v zádových partiích a v kýtě (Pipek a Pour, 1998).

U hovězího masa u tzv. sociálně stabilizovaných skupin zvířat je riziko vady vzniku DFD sníženo. Větší problém nastává u zvířat, které byly vykrmovány individuálně. V takovém případě musí být odděleně přepravovány a předporážkově ustájeny, aby se zamezil vznik stresu (Ingr, 2003).

- **Cold shortening**

Cold shortening (zkrácení svalových vláken) vznikne při ultrarychlém nebo šokově chlazeném zpracování zvířat. Důvodem vzniku je snížení hmotnostní ztráty i ve snaze zlepšit hygienu chladírenského skladování. Tyto způsoby chladírenského zpracování byly příliš rychlé a zchladily maso před nástupem *rigor mortis* a tím došlo k nevratné svalové kontrakci. Maso je tuhé a nelze jej změnit průběhem zrání ani tepelnou úpravou. K vadě masa dochází, je-li zchlazeno pod 10 °C před nástupem *rigor mortis*. Prevence spočívá v rychlosti chlazení nebo při elektrostimulaci poražených zvířat. Elektrostimulace střídavým nebo stejnosměrným proudem vyvolá rychlou degradaci glykogenu a ATP, *rigor mortis* nastoupí rychle a umožní další chlazení. Tato vada je v dnešní době vyřešena a nepůsobuje větší problémy (Ingr, 2003).

- **Hampshire faktor**

Tento faktor se objevuje u PSE masa a souvisí se šlechtěním prasat na zmasilost. Konkrétně se objevuje u plemene Hampshire, kde se ve svalech ukládá vyšší obsah glykogenu, což vyvolává rychlejší průběh postmortální glykogenolýzy. Hampshire faktor se odvozuje z hodnoty pH nižší než 5,4, které má za následek nižší vaznost, světlejší barvu ještě více než u vady PSE. U hovězího masa se Hampshire faktor nevyskytuje (Ingr, 2003).

## 2.2.6 Vliv zrání na kvalitu hovězího masa

Zásadním faktorem, který určuje kvalitu masa, je úroveň jeho zrání. Vyzrálé maso má nejlepší organoleptické vlastnosti. Chuť, vůně i křehkost je u dobře vyzrálého masa ideální. Čím vyšší je teplota skladování masa po porážce, tím rychleji maso vyzraje, avšak zároveň platí, že maso je ideální živnou půdou pro růst nežádoucí mikroflóry. Čím vyšší je skladovací teplota, tím je také vyšší riziko mikrobiální kontaminace. Maso je tedy nutné skladovat při nižších teplotách, čímž je prodloužená doba jeho zrání (Katina a Kšána, 2012).

Podle Perry (2012) se struktura a chuť masa v průběhu doby zrání intenzivně mění. Ve zrajícím mase po dobu 45-50 dní je výraznější chuť, ale mírně snížená šťavnatost. Naopak maso, které proběhne zrajícím procesem po dobu 120 dní, se projevuje zhoršením chuti a šťavnatosti. Nejlepší kulinářské vlastnosti se objevují u masa, které zraje od 30-80 dní. Rychlost vzduchu v chladicích boxech je velmi důležitá pro správný průběh zrání masa. Také zvýšení průtoku vzduchu zajišťuje, že čerstvé maso intenzivně schne a nevytváří se na povrchu plísně. Použitím ultrafialových světél je usmrceno mnoho bakterií přenášených vzduchem. Vlhkost vzduchu v chladárnách musí být od 80-85 %. Při vysokých hodnotách vlhkosti nastává problém s růstem plísní. Pokud je naopak vlhkost příliš nízká maso vysychá a obsahuje málo šťávy. Obr. č. 5 ukazuje změny v mase v průběhu zrání. Na prvním obrázku je maso zrající 7 dní a na druhém maso zrající 60 dní.

**Obr. č. 5** Změny v mase v průběhu zrání



Zdroj: Perry, 2012

- **Suché zrání**

Suché zrání je už dlouho dobu běžným způsobem k uchování a zjemnění chuti hovězího masa. S příchodem vakuově baleného masa, se snížil prodej masa suchého zrání. V poslední době však vzrostl zájem suchého stárnutí masa ve Spojených státech a v Austrálii. Jde o proces, kde je maso jatečně upravených těl bez ochranného obalu uloženo v chladicím zařízení (Dashdorj *et al.*, 2016).

Podle Algino *et al.* (2007) má doba suchého zrání probíhat od jednoho až do pěti týdnů, zatímco Dashdorj *et al.* (2016) uvádějí, že nejrozšířenější doba stárnutí je od 14-40 dnů, kdy má maso nejlepší kulinářské vlastnosti. Hlavní faktory, které je třeba při zrání masa vzít v úvahu, je počet dnů stárnutí, teplota při skladování masa, vlhkost a proudění vzduchu (Algino *et al.*, 2007).

Usmeř (2014) uvádí, že rozsah průtoku vzduchu by měl být od 0,5-2,0 m.s<sup>-1</sup> a rychlost od 0,2-1,6 m.s<sup>-1</sup>. Optimální teplota pro dlouhodobé stárnutí v chladicích boxech je od -0,5 do +1,0 °C. Pokud maso zraje kratší dobu (10-20 dní) může být zvýšena teplota na 2-3 °C.

Během procesu suchého zrání se šťávy vstřebávají do masa, dochází k chemickému rozkladu bílkovin a tukových složek, což má za následek intenzivnější chuť. Chutnost masa je také ovlivněna růstem prospěšné formy bakterií, mezi které patří plísně *Thamnidium*. Plísně *Thamnidium* vytváří na povrchu masa šedé skvrny, které se během zrání dostávají do masa a přináší zlepšení chuti a jemnosti. Naopak *Enterobacteriaceae* a *E.coli* jsou během zrání masa sledovány, protože jejich kritické hodnoty pro zdraví jsou u *Enterobacteriaceae* 1000 KTJ (kolonie tvořící jednotky) na gram a u *E.coli* 10 KTJ.g<sup>-1</sup>. Mezi hlavní důvody vytváření výše zmíněných bakterií patří špatná teplota při zrání masa a nedodržení správné vlhkosti a průtoku vzduchu (Dashdorj *et al.*, 2016).

Proces stárnutí za sucha je velmi nákladný ve srovnání s jinými způsoby zpracování masa, kvůli značnému smrštění, riziku kontaminace a požadavkům za jakých podmínek musí probíhat (Dashdorj *et al.*, 2016).

- **Mokrý zrání**

Mokrý zrání je stárnutí masa ve vakuově zabalených sáčcích, které nepropouští vlhkost a skladují se v chladícím zařízení při teplotě 0-1°C. Doba skladování se pohybuje od jednoho až pěti týdnů. Vlhkost a rychlost vzduchu nejsou hlavními faktory (Beef facts, 2019).

Vakuové sáčky působí jako oxidační bariéra. Nepřítomnost kyslíku potlačuje růst nežádoucích mikroorganismů, lépe řečeno zvyšuje údržnost masa. Proces zrání není tak ekonomicky náročný a nedochází k hmotnostním ztrátám, jako je tomu u suchého zrání. V dnešní době převládá mokrý zrání nad suchým (Arredoinox, 2019).

- **Vliv skladování hovězího masa na jeho kvalitu**

V rámci skladování je nutné mimo času a teploty zrání dodržovat také zásady správné hygienické praxe a systému HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), který je velmi významný v oblasti zdravotní nezávadnosti masa (Jůzl a Müllerová, 2017).

Na kvalitu hovězího masa mají značný vliv i následné skladovací podmínky. I když je hovězí maso z prvotřídního zvířete a dokonale vyzrálé, může po nákupu ztratit vlastnosti určující jeho vysokou kvalitu. K tomu může dojít například porušením chladírenského řetězce. Z tohoto důvodu je velmi důležité dodržování pokynů určených pro spotřebitele. Zejména se jedná o údaje o teplotě skladování a době spotřeby. Vysoké skladovací teploty podporují rozvoj mikroflóry, která produkuje enzymy, jež způsobují kažení masa. Spotřebitelé využívají v mnohých případech alternativu zmrazení masa. V rámci procesu mražení však vznikají v mase velké ledové krystaly, které naruší svalová vlákna, což způsobí velkou ztrátu masové šťávy při jeho rozmrazení. Takovéto maso zůstává i po kulinární úpravě suché (Katina a Kšána, 2012).

Ve všech částech masa musí být při jeho prodeji dosaženo teploty, která nepřesahuje 7 °C. U masa baleného musí být deklarováno na etiketě, že byla tato teplota zajištěna po celou dobu distribuce. Personál je povinen při prodeji masa dodržovat zásady správné hygienické praxe. Veškerá zařízení prodejny musí odpovídat platným požadavkům legislativy. Musí být dodržován sanitační řád. U masa nebaleného musí být umožněn identifikace tržního druhu, popřípadě části



jatečního zvířete. Zmrazené hovězí maso je možné prodávat pouze balené (Katina a Kšána, 2012).

Chladírny nemají pro zrání masa dostatečnou kapacitu a jejich provozní náklady jsou poměrně vysoké. Z tohoto důvodu bývá maso expedováno co nejdříve, a to bez umožnění potřebného zrání. Ke spotřebiteli se takto dostane nevyzrálé maso se špatnými senzorickými vlastnostmi. Z tohoto důvodu je u hovězího masa používáno v některých případech tzv. křehčení, kterým jsou u masa nahrazeny jeho přirozené biochemické procesy. Provádí se vstřikováním roztoků z enzymů a dalších látek do masa. Takto získané maso patří dle vyhlášky mezi masné polotovary. Maso, které dozraje tímto nepřirozeným procesem, však zatěžuje organismus cizorodými látkami (Benešová, 2019).

### **2.3 Senzorické vlastnosti hovězího masa**

Organoleptické vlastnosti masa jsou jedním z hlavních důvodů jeho konzumace. Senzorické faktory určují nejpřesněji chuťový vjem masa. U hovězího masa hodnotíme prostřednictvím fotoreceptorů zrakového smyslu, jeho barvu a mramorování na řezu. Prostřednictvím chemoreceptorů lze hodnotit vůni a chuť masa. S využitím mechanoreceptorů pak somestetický hmat na prstech a v ústech, tedy šťavnatost, křehkost na skusu, konzistenci a strukturu masa. (Hrabě a kol., 2008). S využitím techniky lze barvu masa stanovit spektrofotometricky, texturu masa pak za pomoci texturometru. K posouzení vůně je využíváno elektrických nosů. Nejvíce je v praxi uplatňováno subjektivní senzorické hodnocení, k němuž je využíváno různých stupnic, škál a etanolů. Hodnocení probíhá za neutrálních prostorových i materiálních podmínek, prostřednictvím hodnotitelů (Jůzl a Müllerová, 2017).

Jak již bylo výše uvedeno, znalost aktuálního stavu biochemických změn v mase pro technologii je velmi důležitá. A nejen z důvodu včasného rozpoznání nebezpečí v podobě jeho kažení. V tomto ohledu lze výrobních jistot nabýt znalostí postmortálních změn masa, správným uchováváním masa, správným hygienickým vedením masa a neustálou kontrolou jeho stavu v aktuálním okamžiku. Odborníkovi se zkušenostmi postačí senzorické zhodnocení masa, tedy posouzení jeho vzhledu,

vůně, případného oslizení a barvy. Pro podporu senzoričkého hodnocení se však využívá například i chemických stanovení produktů proteolýzy masa, jeho mikrobiologického vyšetření nebo měření pH (Steinhauser, 1995).

Smyslové vlastnosti hovězího masa nejlépe vynikají u tříletých volků a dvouletých jalovic masných plemen z extenzivního chovu. (Katina a Kšána, 2012).

Syrové maso po porážce má málo aroma. Masová vůně a chuť se vyvíjí díky mnoha sloučeninám, které vznikají až během postmortálních změn. Tyto senzoričké vlastnosti se mohou lišit v závislosti na plemeni, chovu, výživě, pohlaví a věku zvířete, ale také na míře stresu před porážkou i na následném zpracování jeho masa, včetně zrání. Chuť je závislá nejen na složení, ale také na texturních vlastnostech masa. Prekurzory chuti lze nalézt v tukové i svalové tkáni (Suleimenova, 2016).

Je prokázáno, že charakter mramorování masa vzniká u zvířete již během jeho růstu, je ovlivněno geneticky, plemenem zvířete a jeho výživou. Vysoká úroveň výživy zajišťuje maximální mramorování masa (Mla, 2013).

### **2.3.1 Vliv zrání na senzoričké vlastnosti masa**

- **Změna chuti v mase**

Klíčovým efektem suchého zrání je vysoká koncentrace chuti. Během procesu suchého zrání se šťávy vstřebávají do masa, a tak dochází k chemickému rozkladu bílkovin a tukových složek, což má za následek velice silnou hovězí chuť. Zlepšení chuti hovězího masa díky suchému zrání může být spojeno s redukcí cukrů v mase, uvolňování volných aminokyselin a peptidů a rozpad ribonukleotidů za vzniku IMP (inosinmonofosfát), GMP (guanosinmonofosfát), inosinu a hypoxanthinu během stárnutí postmortem. Enzymy přirozeně se vyskytující v hovězím mase štěpí proteiny na peptidy a volné aminokyseliny v průběhu delšího zrání. Uvolněné alifatické aminokyseliny jsou zodpovědné za sladkou chuť, zatímco ty, které obsahují atomy síry, jsou spojeny s chutí umami. Všechny výše zmíněné procesy přispívají k intenzivní masové a oříškové chuti tepelně upravených steaků, které jsou výsledkem suchého zrání (Dashdorj *et al.*, 2016).

- **Změna křehkosti v mase**

Přirozeně se vyskytující enzymy v mase se při procesu stárnutí postarají o mnohem křehčí a lahodnější maso (Dashdorj *et al.*, 2016).

Navíc Warren a Kastner (1992) zjistili, že jak stárnutí za mokra, tak za sucha po dobu 11 dnů vedlo ke zvýšení hodnot křehkosti, které byly významně vyšší než u masa, které předtím nezrálo, zatímco Dashdorj *et al.* (2016) uvádějí, že doba zrání pro výrazné zlepšení křehkosti a lahodnosti je 28 dní. Dále steaky, které zrály 14 dní, se staly výrazně křehčími, než kdyby zrály pouhých 7 dní.

Některé studie však ukázaly, že maso, které se nechalo zrát za suchého zrání, se příliš neliší od toho, které proběhlo mokřým zráním, a také že steaky vyzrálé 21 dní se v křehkosti podstatně nelišily od steaků, které zrály pouze 14 dní. Výzkumníci tedy uvedli, že z hlediska křehkosti masa nepovažují za smysluplné nechat maso zrát (jak suchou metodou, tak mokrou metodou) déle, než oněch 14 dní (Dashdorj *et al.*, 2016).

- **Změna šťavnatosti v mase**

Studie prokázaly, že během suchého zrání masa dochází ke zlepšení jeho šťavnatosti. Senzorické výsledky ukázaly, že mnoho lidí upřednostnilo maso, které zrало v suchém prostředí než to, které zrало za mokra, a to díky jeho šťavnatosti. Maso, které zrало v suchém prostředí, bylo po tepelné úpravě stále velice šťavnaté a mělo výraznější chuť, než je tomu obvykle. To je přičítáno tomu, že během suchého zrání se udržuje voda v mase, tím pádem šťáva zůstává uvnitř masa a při žvýkání se uvolňuje ve větší koncentraci. Je dobře známo, že konečná jemnost a zlepšení chuti masa závisí na stupni změny a oslabení myofibrilárních struktur a je z velké části přisuzována endogenním proteolytickým enzymům. Aktivita enzymu je však nejvyšší v prvních 7 dnech stárnutí, a po 14 dnech stárnutí se dosáhlo té největší jemnosti a šťavnatosti (Dashdorj *et al.*, 2016).

### 3. Závěr

Hovězí maso je nedílnou součástí české gastronomie. Tato surovina má nezastupitelný význam ve výživě člověka. Znalost faktorů, které ovlivňují kvalitu masa, by měla být vždy prvořadou záležitostí.

Na výsledné kvalitě masa se podílejí také vlivy působící na zvíře již před porážkou. Z intravitálních vlivů působí na jakost masa zejména věk zvířete, pohlaví, úroveň výživy a genetika. Nejvyšší kvalita masa z hlediska produkce lze získat v jatečné zralosti. Určitý vliv má také způsob ustájení a zdravotní stav zvířete. Také během přepravy dochází k negativnímu ovlivnění kvality masa vlivem stresu. Maso by mělo pocházet ze zdravých zvířat, které byly chovány v dobrých životních podmínkách.

U stresovaných zvířat hrozí před porážkou vyčerpání glykogenu. Základem pro získání kvalitního masa v průběhu zrání, je správné zachování běžné hladiny svalového glykogenu a ATP u poráženého zvířete. Na zrání masa mají vliv také postmortální procesy. Při správném průběhu zrání masa proběhne jeho okyselení. K němu dochází prostřednictvím kyseliny mléčné, která v mase vzniká, po zastavení přívodu kyslíku do svaloviny, a to v době po vykrvení zvířete. Průběh autolýzy masa má na výslednou kvalitu podstatný vliv.

Zrání masa probíhá prostřednictvím suchého nebo mokrého zrání. Musí být dodržena správná teplota a doba zrání masa. Při špatném dodržování je maso ideální živnou půdou pro růst nežádoucích mikroorganismů. Suché zrání masa je časově náročnější než zrání mokré. Vyznačuje se především vysokou kvalitou a je používáno jen pro určité části hovězího masa.

Senzorické vlastnosti se v průběhu zrání zřetelně mění. Výsledkem je především zlepšení chuti a vývoje křehkosti masa. Maso se smršťuje, koncentruje se chuť a dochází ke snížení tvrdosti masa. Zráním masa se zlepšuje vaznost a také barva výrazně tmavne.

Největší problém je tlak, který je veřejností vyvíjen na cenu masa. Následkem je, že se do prodejen dostává nedostatečně vyzrálé maso, čemuž také odpovídají jeho

vlastnosti. Nedostatečná doba zrání zhoršuje zejména vaznost masa a při kulinární úpravě ztrácí velký podíl vody.

Znalost biochemických změn masa je velmi důležitá. Jde o stupně zrání, čerstvost masa a také o včasné rozpoznání kažení masa.

## 4. Seznam literatury

ABDOU K. A. 2001. Evaluation of rigor mortis and its application to assessment of the postmortem interval in dogs. *Assiut University bulletin for environmental researches*. Egypt: Assiut University Center for Environmental Studies, 2001(4), 33-42. ISSN 1110-6107.

ALGINO, R. J., INHGAM, S. C., & ZHU, J. (2007). Survey of antimicrobial effects of beef carcass intervention treatments in very small state-inspected slaughter plants. *Journal of Food Science*, 72, M173-M179.

ARREDOINOX. 2019. *Staření masa*. Brno: GASTRO MACH, s.r.o. (citováno 28.1.2019). Dostupné z: <http://gastromach.cz/arredoinox/stareni-masa/>.

BENEŠOVÁ, M. 2019. *Mýty o čerstvém mase - jak je to se zráním masa* [online]. Radlice u Volfířova: Sluníčkový statek manželů Benešových (cit. 20. 2. 2019). Dostupné z: <http://www.farमारadlice.cz/zrani-masa>.

BOŘILOVÁ, G. 2014. *Technologie a hygiena masa a masných výrobků: Návod na cvičení*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. Reg. č. CZ.1.07/2.2.00/28.0287.

Butcher, Meat Processing, & BBQ Supplies and Equipment (cit. 11.03.2019). Dostupné z: <http://www.butchersupply.net/tech/Dry-Aging-Beef.pdf>

CEPAC. 2007. *Potravinářská technologie II: Distanční text*. Projekt OP RLZ Opatření 3.3-0212. CEPAC, MORAVA.

D.D. BOLER, D.R. WOERNER, What is meat? A perspective from the American Meat Science Association, *Animal Frontiers*, Volume 7, Issue 4, October 2017, Pages 8–11, <https://doi.org/10.2527/af.2017.0436>

DASHDORJ, D., TRIPATHI, V. K., CHO, S., KIM, Y., & HWANG, I. (2016). *Dry aging of beef*; review. *Journal of animal science and technology*, 58(1), 20.

DVOŘÁK, J. *Genetické základy šlechtění na kvalitu jatečných těl a hovězího masa s možností využití výkrmu volků*: sborník příspěvků k semináři. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen, 2004. ISBN 80-903143-6-8

- HOMOLKA, P. a V. KUDRNA. 2008. *Význam hovězího masa v potravinovém řetězci: Vliv krmné dávky skotu na profil masných kyselin hovězího masa*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., (citováno 25.1.2019). Dostupné z: <https://vuzv.cz/vedecky-vybor/>.
- HRABĚ, J., F. BUŇKA, I. HOZA a P. BŘEZINA. 2008. *Technologie výroby potravin živočišného původu: pro kombinované studium*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-521-3.
- INGR, I. 2003. *Atypické zrání a kažení masa*. Český svaz zpracovatelů masa. (citováno 5.3.2019) Dostupné z: <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=895>
- INGR, I. 2011. *Produkce a zpracování masa*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7375-510-2.
- JŮZL, M. a M. MULLEROVÁ. 2017. *Hovězí maso – nedílná součást našeho jídelníčku: Přehledová práce. Výživa a potraviny*. Praha: Mendelova univerzita v Brně, **2017**(4), 100 - 104. ISSN 1211-846X.
- JŮZL, M. a Š. NEDOMOVÁ. 2015. *Jakost živočišných produktů: (skriptum)*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-205-2.
- KADLEC, P.; MELZUCH, K.; VOLDŘICH, M. a kol. *Co byste měli vědět o výrobě potravin*. 1.vyd. Ostrava: KEY Publishing, 2009, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- KATINA, J. a F. KŠÁNA. 2012. *Hovězí a vepřové maso: Jak poznáme kvalitu?* Praha: Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny. ISBN 978-80-904633-6-3.
- MLA. 2013. *Meat Standards Australia beef information kit*. Australia: Meat & Livestock Australia Limited. ISBN 1-74036-505-4.
- PÁNEK, J. 2002. *Základy výživy*. Praha: Svoboda Servis. ISBN 80-86320-23-5.
- PERRY, N. (2012). *Dry aging beef*. International Journal of Gastronomy and Food Science, 1(1), 78-80.
- PIPEK, Petr a Miloslav POUR. *Hodnocení jakosti živočišných produktů*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1998. ISBN 80-213-0442-1.

SMETANA, P., P. TRÁVNÍČEK a T. VRUBL. 2008. *Porážka a zpracování masa a masných výrobků v ekologickém zemědělství: Návody a doporučení pro porážku a zpracování na ekologické farmě*. Olomouc: Bioinstitut. ISBN: 978-80-904174-4-1.

STEINHAUSER, L. 1995. *Hygiena a technologie masa*. Brno: LAST. ISBN 80-900260-4-4.

STEINHAUSER, Ladislav. *Produkce masa: vysokoškolská učebnice*. Tišnov: Last, 2000. ISBN 80-900260-7-9.

SULEIMENOVA, A. 2016. *Biochemical and sensory profile of meat from dairy and beef cattle*. Finland: University of Eastern. MSc Thesis.

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-u-dry-aged-beef-for-international-markets/>

Ústav konzervace potravin. *Technologie masa*. (online). (cit. 06.03.2019).

Dostupné:<https://ukp.vscht.cz/files/uzel/0007220/0004~~MzCOD0INzsjLz8IPz0xVyE0sToyPKkrMy4wHMQE.pdf?redirected>

VONDRÁŠKOVÁ, Š. 2012. *Enzymy v procesu křehnutí masa* (online). (cit. 13. 3. 2019). Agronavigátor.

Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=116746>

WARREN, K. E., & KASTNER, C. L. (1992). *A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef strips lions 1*. Journal of Muscle Foods, 3(2), 151-157.

ZRCKOVÁ, B. 2009. *Jatečné maso: výukový materiál pro žáky*. Slaný: Integrovaná střední škola Slaný. Projekt. CZ.1.07./1.1.06/01.0079.