

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství – zpracování produktů

Katedra: Katedra kvality zemědělských produktů

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení kvalitativních znaků masa v průběhu skladování

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

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

Autor bakalářské práce: Markéta Fürstová

České Budějovice 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta FÜRSTOVÁ**
Osobní číslo: **Z16080**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělství - Zpracování produktů**
Název tématu: **Hodnocení kvalitativních znaků masa v průběhu skladování**
Zadávací katedra: **Katedra potrav. biotechnologií a kvality zemědělských produktů**

Zásady pro vypracování:

Změny masa v průběhu jeho skladování jsou jednou z nejlépe sledovaných oblastí producentů masa. Vlastní zrání je jednou z nejdůležitějších fází jeho produkce, z důvodu přímého ovlivnění jeho šťavnatosti, chutnosti a křehkosti při kulinární úpravě. Se změnami masa v průběhu skladování úzce souvisí také ekonomické ztráty, které vedou producenty k hledání nových opatření během skladování a vlastním zrání.

Cílem práce je ověřit, jaké změny v masě nastávají a dále vliv způsobu produkce masa na jeho výslednou kvalitu.

Pomocí vybraných metod instrumentální analýzy získáte data pro posouzení vlastností masa během skladovacího procesu. Získaná data zpracujete vhodnými matematicko-statistickými metodami. Na základě získaných informací navrhnete praktické možnosti změn v této oblasti. Diplomová práce bude vypracována na základě pokynů uvedených na www.zf.jcu.cz/studenti/informace-pro-studujici/ podle následující rámcové osnovy:

Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce

Literární přehled - současný stav poznání dané problematiky získaný studiem soudobé vědecké a odborné literatury

Výsledky a diskuse - tabulkové a grafické zpracování získaných dat navazující na cíl práce, jejich statistické vyhodnocení a porovnání s dostupnými literárními údaji.

Závěr - shrnutí získaných informací, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky

Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)

Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad

Rozsah grafických prací: **tabulky a grafy dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **35-40 stran textu**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Dana Jirotková, Ph.D.**
Katedra potrav. biotechnologií a kvality zemědělských produktů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Pavel Smetana, Ph.D.**
Katedra potrav. biotechnologií a kvality zemědělských produktů
Datum zadání bakalářské práce: **6. března 2018**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2019**


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚLÉSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1998, 370 06 České Budějovice


Ing. Pavel Smetana, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 6. března 2018

Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- PIPEK, P.: Technologie masa I. 3.ed. VŠCHT Praha 1995, 334s. ISBN 80-7080-174-3
- PIPEK, P.: Technologie masa II. 1.ed. Karmelitánské nakladatelství Praha 1998, 360s. ISBN 80-7192-283-8.
- PIPEK, P. – POUR, M. Hodnocení jakosti živočišných produktů. 1. vyd. Praha: 1998. 139 s. ISBN 80-213-0442-1.
- KLINTH Jensen, W., Devine, C. Encyclopedia of meat sciences: A-F. Volume 1. 1. vyd. Oxford: Elviese, 2004. 499 s. ISBN 0-120464971-81.
- LAWRIE, R. Meat Science. 5. vyd. Oxford: Pergamon Press, 1991. 17 s. ISBN 0-08-0408257.
- WARRISS, P. Meat Science : An Introductory Text. 1. vyd. Wallingford: CABI Publishing, 2001. 9 s. ISBN 0-85199-424-5.
- INGR, I. Produkce a zpracování masa. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 202 s. ISBN 80-7157-719-7.
- INGR, I. Zrání masa a jeho praktický význam. Výživa a potraviny. 2003. sv. 58, č. 5, s. 147-148. ISSN 1211-846X.
- STEINHAUSER, L. a kol. Hygiena a technologie masa. 1. vyd. Brno: LAST, 1995. 643 s. ISBN 80-900260-4-4.
- Databáze WOS, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- Publikace, dokumenty a informace v časopisech Výživa a potraviny, Maso aj., popř. internetových portálů <http://www.uzei.cz/>, www.czso.cz, www.agronavigator.cz, www.agrocr.cz či www.mze.cz.

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.....

Podpis:.....

Poděkování:

Touto cestou bych ráda poděkovala Ing. Daně Jirotkové, Ph.D., vedoucí mé bakalářské práce, za cenné rady, odborné vedení při zpracování této práce a také za velikou ochotu a trpělivost. Dále děkuji Ing. Janu Bedrníčkoví, za pomoc při statistickém zpracování získaných dat.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na téma hodnocení kvalitativních znaků hovězího masa při jeho skladování. V literárním přehledu je definován pojem hovězí maso, dále je zde uvedena spotřeba hovězího masa, popsáno jeho chemické složení a vlastnosti. V další kapitole jsou zpracovány faktory, které ovlivňují jakost hovězího masa a jejich rozdělení. Dále je charakterizováno zrání masa s jeho normálním i abnormálním průběhem, dále pak skladování masa a podmínky jeho zchlazování.

Praktická část je zaměřena na měření základních analytických složek ve svalovině skotu, pocházející z farmy Kunclův mlýn. Cílem této bakalářské práce bylo stanovení vlastností masa v době uvádění na trh, zejména zjišťování základních analytických hodnot masa. Sledováno bylo množství vody, bílkovin, tuku a kolagenu pomocí přístroje NIRMaster a následné vyhodnocení výsledků vzhledem k věku poražených zvířat, délky zrání a v závislosti na ročním období.

Klíčová slova: hovězí maso, zrání masa, skladování, chemické složení

ABSTRACT

This Bachelor's Thesis is focused on the topic of evaluation qualitative characteristics of beef during its storage. The term "beef" is defined in the literature review, the consumption of beef, its chemical composition and properties are also described there. The next chapter deals with factors that influence the quality of beef and their distribution. Furthermore, the maturation of the meat with its normal and abnormal course, the storage of the meat and the conditions for its cooling are characterized.

The practical part is focused on the measurement of basic analytical components in bovine muscle, coming from the Kunclův mlýn farm. The aim of this thesis was to determine the characteristics of meat at the time of placing on the market, in particular the identification of basic analytical values of meat. The amount of water, protein, fat, and collagen was monitored using the NIR Master device, followed by evaluation of the results with respect to the age of the slaughtered animals, the maturation period and the season.

Key words: beef, maturation of meat, storage, chemical composition

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Literární přehled	11
2.1	Hovězí maso	11
2.2	Chemické složení hovězího masa.....	12
2.2.1	Voda	13
2.2.2	Bílkoviny.....	14
2.2.3	Lipidy	15
2.2.4	Minerální látky, vitamíny	16
2.2.5	Sacharidy	17
2.3	Vlivy působící na kvalitu hovězího masa.....	17
2.4	Vlastnosti hovězího masa	20
2.4.1	Vaznost masa.....	20
2.4.2	Barva masa	22
2.4.3	Křehkost masa	24
2.5	Posmrtné změny	24
2.5.1	Pre rigor.....	25
2.5.2	Rigor mortis.....	25
2.5.3	Zrání masa	26
2.5.4	Hluboká autolýza.....	28
2.6	Vady masa	28
2.6.1	DFD.....	28
2.6.2	PSE.....	29
2.7	Skladování masa	29
2.7.1	Chlazení masa	30
3	Cíl práce.....	32
4	Materiál a metodika	33
5	Výsledky a diskuze	35
6	Závěr	50
7	Bibliografie	51

8	Přílohy.....	57
8.1	Seznam vzorků	57
8.2	Seznam tabulek.....	58
8.3	Seznam grafů.....	59
8.4	Seznam obrázků	60

1 ÚVOD

V České republice se nejvíce spotřebuje masa vepřového, následně drůbežího a v poslední řadě hovězího. Spotřeba hovězího masa se v České republice v posledních letech pohybuje v rozmezí 8-10 kilogramů na osobu ročně. Tím se hovězí maso řadí v porovnání s vepřovým a drůbežím masem mezi druhy s nejnižší spotřebou na osobu za rok. To je zapříčiněno především vysokou cenou tohoto masa, rychlým životním stylem a dlouhou dobou kulinární přípravy. Dále je tato nízká spotřeba zapříčiněna také nevědomostí spotřebitelů, kteří mají obavy z velkého množství tuku a cholesterolu.

Hovězí maso je základní potravina, která je součástí jídelníčku obyvatel v rozvinutých zemích i dalších rozvíjejících se zemí. Je velice důležité z hlediska výživy člověka. Je potravinou, která lidem dodává plnohodnotné bílkoviny, které se pohybují v rozmezí 18-22 %. Dále je maso důležitým zdrojem minerálních látek a vitamínů.

Často diskutovaným tématem je v dnešní době kvalita hovězího masa a jeho dostatečné vyzrání, které ne vždy bývá dokonalé a dobře provedené. Zrání masa probíhá ve speciálních chladírenských prostorech. Ty jsou stavěny pouze pro určité množství hovězího masa, proto se v praxi často setkáme s kulinárně nevyzrálým masem, které muselo být předčasně expedováno, aby se do chladicích boxů mohly naskladnit další kusy masa.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Hovězí maso

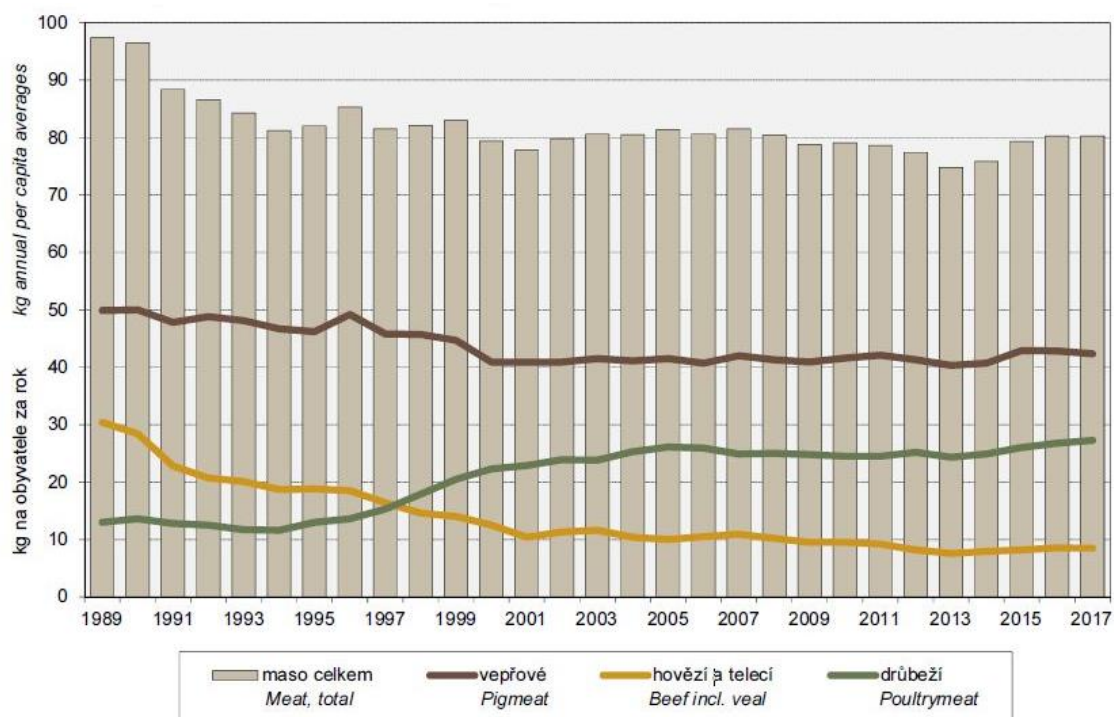
V roce 2018 bylo v České republice poráženo 237 400 ks skotu. Z toho bylo vyrobeno 71,597 tun hovězího a telecího masa. Meziroční nárůst výroby byl o 5,7 %. Na rozdíl od roku 2017, kdy docházelo k poklesu porážek díky nízkým stavům býků ve výkrmu, byl rok 2018 lepší. Dovoz hovězího masa meziročně vzrostl o 1,8 %. Mezi nejčastější dovozce hovězího masa do České republiky patří Polsko, Nizozemsko a Německo (MASO, 2018).

Průměrná spotřeba masa v České republice se pohybuje okolo 80 kg/rok/osoba. Největší podíl z celkové produkce má maso vepřové, poté drůbeží a na posledním místě je hovězí maso jehož spotřeba se pohybuje okolo 9,1 kg/osoba/rok (KADLEC, 2009). Ve světě závisí spotřeba hovězího masa na produkčních možnostech země, velikosti populace, ale také na konzumačních zvyklostech, které jsou v různých zemích velice odlišné. V rozvojových zemích bývá konzumace hovězího masa ovlivněna náboženstvím. V takových zemích se spotřeba pohybuje okolo 5 kg/osoba/rok (STEINHAUSER, 2000).

Pokles spotřeby hovězího masa byl zapříčiněn výskytem BSE v České republice v roce 2001. Dalším důvodem nižší spotřeby je především vysoká cena hovězího masa v porovnání s ostatními druhy mas, ale také jeho kvalita, která nebývá vždy dobrá. V neposlední řadě je pro spotřebitele také odrazující doba kulinární úpravy, která je oproti jiným druhům mas zdlouhavá a tím pro spotřebitele náročná (INGR, 2003).

Definici masa můžeme rozdělit na dvě skupiny. Do první skupiny patří maso v užším slova smyslu, které tvoří pouze kosterní svalovina, popřípadě svalová tkáň s tukem, cévy nebo mízními uzlinami (INGR, 2003). Druhá skupina je označována jako maso v širším slova smyslu, do které spadají všechny požitelné části těl živočichů včetně vnitřností (ZAHRÁDKOVÁ, 2009). V České republice se hovězí maso získává z jalovic, krav, býků, volů a telat. Stáří a pohlaví zvířete hraje velkou roli v následném kulinárním zpracování (Zákon o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, 1997).

Graf č. 1 Spotřeba masa v České republice od roku 1989 - 2017



Zdroj: (SPOTŘEBA, 2016)

2.2 Chemické složení hovězího masa

Technologické vlastnosti masa, nutriční hodnota, kulinární vlastnosti, ale také senzorické vlastnosti masa záleží především na chemickém složení, které je jeho důležitou charakteristikou (PIPEK, 1991). Charakterizovat obecné chemické složení hovězího masa je velice obtížné. Každý kus, ať se jedná o čistou svalovinu, jatečně opracovaný kus či svalovinu s mezsvalovým tukem má své charakteristické složení (KADLEC, 2009).

Tabulka 1: Chemické složení čisté svaloviny:

	Voda	Bílkoviny	Tuky	Minerální látky
Čistá svalovina	75 %	18-22 %	2-3 %	1-1,5 %

Zdroj: vlastní

Tabulka 2: Pro porovnání tabulka chemického složení hovězího masa z různých částí těla skotu [%].

Hovězí maso	Voda	Bílkoviny	Tuky	Minerální látky
Plec	70,03	21,48	6,95	0,99
Kýta	73,43	20,25	5,04	1,1
Svíčková	71,98	19,36	7,43	1,06
Roštěnec	67,77	20,64	10,31	1,01
Krk	72,36	21,15	5,55	1,03
Kližka	70,85	21,69	6,68	1,02
Žebro	65,04	19,87	14,97	0,95
Bok	67,62	20,83	10,41	1
Telecí maso	73,8	21,8	3,8	0,9

Zdroj: (STEINHAUSER, 2000)

2.2.1 Voda

Voda tvoří v mase největší podíl. Obsah vody se v hovězím mase pohybuje okolo 75 %. Její význam je především v senzorige, technologických, ale i kulinárních vlastnostech. Mezi nejvýznamnější vlastnost masa, která souvisí se schopností masa přijímat vodu patří vaznost. Ta ovlivňuje množství vody v mase. Schopnost vázat vodu má především libová svalovina, ve které voda tvoří roztok bílkovin, solí, sacharidů a dalších látek. Vzniká masná šťáva, která vytváří ve svalovině optimální prostředí pro enzymatické reakce. Celkové množství vody ve svalovině je rozděleno ze 70 % v myofibrilách, z 20 % v sarkoplasmě a z 10 % v mimobuněčném prostou. Jednotlivé množství a procenta se mohou měnit v závislosti na probíhající difuzi (INGR, 2003).

Vodu v mase rozdělujeme z pohledu technologie na vodu volnou a vázanou. Rozdělení je dáno tím, zda voda z masa za daných podmínek volně vytéká nebo ne. Voda volná, která z masa volně vytéká, tvoří hlavní podíl vody v mase. Voda vázaná, vytéká pouze při zvýšeném tlaku na maso (INGR, 1996).

Ke snižování obsahu vody v mase dochází vlivem stáří zvířete. Dalším faktorem, při kterém se obsah vody v mase snižuje je délka jeho zrání. BUREŠ (2010) uvádí, že povrchové krytí vazivem a tukem snižuje odpar vody a při delší době zrání vyniká křehkost masa. INGR (1996) ve své publikaci uvádí, jestliže je okolní teplota vzduchu nižší, budou nižší i ztráty vody.

Obsah vody v mase se stanovuje sušením. Podle metodiky si připravíme a vysušíme hliníkovou misku s mořským pískem. Po vysušení přidáme do hliníkové misky s mořským pískem vzorek masa v rozmezí 5-10 g. Vzorek masa řádně promícháme s mořským pískem a rovnoměrně rozetřeme po hliníkové misce. Misku

vložíme do sušárny a sušíme při teplotě 103 °C po dobu 2 hodin. Poté misku vyjmeme, dáme vychladnout do exikátoru a zvážíme. Misku dáme zpět do sušárny po dobu 1 hodiny při 103 °C. Poté opět vyjmeme, dáme vychladit do exikátoru a zvážíme. Tento postup (sušení, chlazení, vážení) opakujeme, dokud výsledek dvou následných vážení oddělených 1 hodinou sušení se neliší o více než 0,1 % navážky vzorku. Poté vypočteme obsah vody podle vzorce (SALÁKOVÁ, 2014).

2.2.2 Bílkoviny

Celkový obsah a kvalita bílkovin v masě závisí především na stáří a druhu zvíře. Z obecného hlediska jsou bílkoviny obsažené v masě plnohodnotné (ZAHRÁDKOVÁ, 2009). To znamená, že obsahují všechny esenciální aminokyseliny (PIPEK, 2001). Bílkoviny masa rozdělujeme do tří skupin, a to podle jejich rozpustnosti ve vodě a vodných roztocích. Patří sem bílkoviny sarkoplasmatické, myofibrilární a stromatické (STEINHAUSER, 2000).

Sarkoplasmatické bílkoviny jsou rozpustné ve vodě a solných roztocích. Mezi nejdůležitější sarkoplasmatické bílkoviny vyskytující se v masě řadíme myoglobin (svalové barvivo) a hemoglobin (krevní barvivo), které způsobují červené zbarvení masa (LAWRIE, 1970). Myoglobin slouží ve svalu jako zásobárna kyslíku. Hemoglobin se může ve svalu nacházet při špatném nebo nedokonalém vykrvení poraženého zvířete. Během tepelného ohřevu sarkoplasmatické bílkoviny denaturují, zpevňují strukturu svaloviny a tím snižují kulinární hodnotu (STEINHAUSER, 2000).

Myofibrilární bílkoviny jsou ve vodě nerozpustné, na rozdíl od solných roztoků (LAWRIE, 1970). Mezi nejdůležitějších šest zástupců, které tvoří 90 % myofibrilárních bílkovin patří aktin, myosin, titin, tropomyosin, troponin a nebulin. Dále můžeme myofibrilární bílkoviny rozdělovat na kontraktilní, regulační a podpůrné. Mezi kontraktilní bílkoviny patří aktin a myosin. Regulační bílkoviny jsou tvořeny troponinem, tropomyosinem a aktinem, podpůrné bílkoviny tvoří titin a nebulin (STEINHAUSER, 2000).

Stromatické bílkoviny nejsou rozpustné v solných roztocích ani ve vodě a vyznačují se dlouhou dobou kulinární úpravy (STEINHAUSER, 2000). Jsou pevné, tuhé a vyskytují se nejvíce v pojivových tkáních (vazy, šlachy, chrupavky) a tam, kde je zvíře nejvíce zatíženo. Mezi bílkoviny pojivových tkání patří kolagen, elastin a dále také retikulín (VELÍŠEK, 2009). Mezi nejvíce zastoupenou stromatickou bílkovinu patří kolagen, který tvoří 20-25 %. Jeho složení a vlastnosti ovlivňují křehkost masa. Strukturální jednotkou kolagenu je tropokolagen. Pevnost kolagenu je dána tvorbou

intermolekulárních příčných můstků. Kolagen je čistě bílý, průtažný a pevný (STEINHAUSER, 2000). Při jeho záhřevu se jeho vlákna deformují, ohýbají a jejich délka se zkracuje na 1/3 počáteční hodnoty. Tím se stává kolagen elastický a pružný. Teplota, při které k tomuto jevu dochází je 60 °C. Pokud dojde k záhřevu kolagenu ve vodě při teplotě v rozmezí 65-90 °C, po určité době dojde k tvorbě želatiny (PIPEK, 1998). Vznik želatiny způsobuje křehnutí druhu masa s vyšším podílem kolagenu, jako je kliška (LEPETIT, 2000).

Tabulka 3: Chemické složení savčího svalu

Bílkovina	Podíl v %
Myosin	29,0
Aktin	13,0
Tropomyosin	3,2
Troponin	3,2
Další...	9,5
Myofibrilární bílkoviny celkem	60,5
Myoglobin	1,1
Hemoglobin	3,3
Další...	24,5
Sarkoplasmatické bílkoviny celkem	29,0
Kolagen	5,2
Elastin	0,3
Další ...	5,0
Stromatické bílkoviny celkem	10,5

Zdroj: (STEINHAUSER, 2000)

2.2.3 Lipidy

Lipidy jsou estery vyšších mastných kyselin a glycerolu. Tuky v mase jsou z 99 % zastoupeny triacylglyceroly, v menší míře se zde vyskytují fosfolipidy a cholesterol (LAWRIE, 1970). Tuk v mase rozlišujeme podle jeho umístění na podkožní neboli depotní (tvořící samostatnou tukovou tkáň), ledvinový, intermuskulární (vyskytující se mezi jednotlivými svaly) a tuk intramuskulární (vyskytující se uvnitř svalu) (PIPEK, 2001). Obsah tuku v těle jednotlivých zvířat je velice rozdílný. Maso samic obsahuje obecně více tuku než maso samců. S tímto tvrzením souhlasí také (DRAČKOVÁ, 2014). Tučnější je také maso, které je získané z vykastovaných jedinců (GREGORY, 2007). Podkožní tuk tvoří 60-70 % celkového tělesného tuku, intermuskulární 20-35 % a ledvinový 5 %. Rozdílná tučnost je dána krmivem, které zvíře přijímá, ale také jeho fyzickou aktivitou. Z kulinárního hlediska je nevýznamnější tuk intramuskulární, který tvoří tzv. mramorování masa. Ovlivňuje

chutnost, křehkost a šťavnatost masa. Jsou v něm obsaženy lipofilní látky, které se při tepelném opracování uvolňují a přispívají k chutnosti a vůni. Obsah intramuskulárního tuku se pohybuje kolem 2-3 %. Čím větší množství intramuskulárního tuku tím má maso kratší kulinární úpravu a lepší chutnost. Nežádoucí je ovšem přetučnění. Mramorování vzniká u zvířat, která měla málo pohybu (KAMENÍK, 2014).

Konjugovaná kyselina linolenová

V tuku hovězího masa se vyskytuje CLA (konjugovaná kyselina linolenová). Jejím dalším zdrojem mohou být mléčné výrobky nebo jehněčí maso. U skotu vzniká činností bachorových mikroorganismů. Hovězí maso, které pochází z pastevního odchovu je velice dobrým zdrojem CLA. Obsah CLA u takto chovaných zvířat se zvyšuje o 300-500 %. Množství CLA v hovězím mase se pohybuje v rozmezí 1,2-19,0 mg/g tuku. Konjugovaná kyselina linolenová se vyznačuje specifickými účinky jako je antikarcinogenní účinek, pokud se jedná o karcinom prsu, kůže, prostaty nebo střev. Mezi další významné účinky patří hospodaření s tuky v těle, čehož využívají především sportovci při redukci tuku a vytváření svaloviny. Vyšší hladina CLA zabraňuje pronikání jiných tuků do tukových buněk. Další účinek je stimulace imunitního systému. Dokáže potlačovat alergie na potraviny (KAMENÍK, 2014).

2.2.4 Minerální látky, vitamíny

Hovězí maso obsahuje okolo 1-1,5 % minerálních látek a vitamínů. Mezi nejvýznamnější patří vitamíny skupiny B. Například vitamín B₁₂ (kobalamin) je důležitý pro správnou funkci krve tvorby, nervového systému, ale také se podílí na syntéze DNA (KADLEC, 2009). Další vitamín, který se v mase nachází je vitamín C, který se tepelným opracováním ničí. Další významné vitamíny jsou vitamíny rozpustné v tucích A, D, E, které jsou obsaženy v tukové tkáni a játrech (STEINHAUSER, 2000).

Tabulka 4: Obsah vitamínů v mase a orgánech (mg.kg⁻¹)

	A	B₁	B₂	B₅	B₆	Biotin	B₁₂	C
Hovězí maso	0,2	1-2,3	2-2,4	6-10	4	30	0,02-0,04	15
Hovězí játra		3,8	30	63	7,3		0,15	301

Zdroj: (STEINHAUSER, 2000)

Minerální látky jsou velice důležitou součástí lidské výživy, přestože nemají žádnou energetickou hodnotu. Jsou důležité především z hlediska růstu a tvorby tkání, kontrolují látkovou výměnu, ale také se účastní vedení nervových vzruchů. Vyskytují se ve svalu ve formě iontů (PIPEK, 2001). Maso je významným zdrojem Ca, K, Mg, Fe i Zn. Železo je v mase přítomno v hemových barvivech. Využitelnost železa

přijatého z masa je 35 %, zatímco z rostlinných produktů jen 10 % (STEINHAUSER, 2000).

Tabulka 5: Obsah minerálních látek v mase (mg.kg⁻¹)

	Hovězí maso	Hovězí lůj
Na	400	105
K	4000	60
Ca	100	5
Mg	200	5
Cl	500	180
P₂O₅	2000	90

Zdroj: (STEINHAUSER, 2000)

2.2.5 Sacharidy

Sacharidy v mase spadají do skupiny tzv. extraktivních látek (STEINHAUSER, 2000). To jsou látky, které je možné extrahovat vodou o teplotě 80 °C. Samotné sacharidy se v mase vyskytují ve formě zásobního polysacharidu glykogenu a jeho produktech odbourávání tzv. glykolytický potenciál (VELÍŠEK, 2009). Podle množství glykogenu ve svalu v době porážky dochází následně k hlubšímu či menšímu okyselení tkáně. Tím je následně ovlivněna vaznost. U zvířat vyčerpaných přepravou dochází po porážce k malému okysličení masa v důsledku nízké hladiny glykogenu a maso se následně rychle kazí (INGR, 1996).

2.3 Vlivy působící na kvalitu hovězího masa

Vlivy působící na kvalitu masa se obecně rozdělují do dvou skupin. První skupinu tvoří vlivy vnější, mezi které patří způsob chovu, výživa, nemoci a vlivy předporážkové manipulace (BROŽOVÁ, 2011).

Druhá skupina je tvořena vlivy vnitřními, jinak také nazývanými genetické, kam spadá plemeno, pohlaví a věk (INGR, 2003). Jednotlivé vlivy mohou na výslednou kvalitu a jakost masa působit různou intenzitou (PIPEK, 2001).

Plemeno

Plemennou příslušnost u skotu rozdělujeme podle užitkového typu na mléčnou, masnou a kombinovanou (INGR, 2003).

Mléčná plemena skotu jsou charakterizována především nižší intenzitou výkrmu, nižšími přírůstky a menší jatečnou výtěžností. Zhoršená jakost masa u mléčných plemen je způsobena výkrmem mléčného skotu do vyšších hmotností. Avšak porážka při nižší hmotnosti, kdy je maso kvalitnější, není ekonomická (SAMBRAUS, 2001).

Kombinovaná plemena skotu zajišťují mléčnou a masnou produkci. Vyznačují se především vysokou jatečnou hmotností a vysokou intenzitou růstu. Maso pocházející z kombinovaných plemen obsahuje nižší procento tuku (SAMBRAUS, 2001).

Masná plemena skotu jsou charakterizována vysokou intenzitou růstu, jatečnou výtěžností a vysokým stupněm osvalení, u kterého se vyskytuje i vyšší podíl tuku (ŽIŽLAVSKÝ, 2002). Podkožní tuk u masných plemen je z větší části nežádoucí. Naopak svalový tuk, který udává mramorování masa žádoucí je. Pozitivně ovlivňuje chuť masa i jeho kulinární úpravu (SIMEONOVÁ, 2003). Mezi nejrozšířenější masná plemena patří Hereford, Aberdeen angus, Charolais, Limousine a Galloway. Ve 20. století se šlechtění začalo soustředit na tzv. dvojitou zmasilost (double muscling), kterou charakterizuje plemeno Belgické modrobílé. Šlechtění na dvojitou zmasilost se vyvinulo pro požadavky trhu, který vyžaduje křehké a libové maso s kratší dobou kulinární úpravy (SAMBRAUS, 2001).

Pohlaví

Vliv pohlaví je nejvíce znatelný na ukládání tuku. Rozdíl mezi samčím a samičím pohlavím je v metabolismu, se kterým ukládání tuku úzce souvisí. Samice mají pomalejší metabolismus a část své metabolické energie ukládají ve formě tuku, který následně mohou využít při nepříznivých podmínkách nebo při vývoji plodu. Říje samic na kvalitu masa nebyla prokázána. Březost samice v počátečním stádiu vliv na jakost masa nemá, ovšem ke konci březosti se kvalita masa zhoršuje a snižuje se počet nutričně prospěšných látek (INGR, 2003). U samců má hlavní vliv kastrace. U nekastrovaných jedinců může docházet ke vzniku specifického zápachu a tím k nižší jakosti masa. Naopak kastovaní samci rostou pomaleji, mají menší jatečnou výtěžnost a obsah tuku v mase je nižší (BENDA, 2000).

Věk

Věk zvířete ovlivňuje chemické složení i vývin jednotlivých tkání. U mladších kusů je ukládání tuku minimální. Jeho podíl v těle se zvyšuje v důsledku dospívání. Mladá jatečná zvířata mají proto malou výtěžnost, maso chuťově nevýrazné, avšak dietetické, protože obsah tuku je v takovém mase minimální (PIPEK, 2001). Nejvýhodnější je porážet zvíře v tzv. jatečné zralosti, která je dosahována ve věku, kdy je optimální poměr zmasilosti a protučnění jatečného těla. Zvíře by při porážce mělo dosahovat optimální porážkové hmotnosti. S pojmem jatečná zralost je spojován také výraz ranost plemene (FROUZ, 1982).

Výživa

Výživa zvířat je velice důležitý intravitální vliv. Do výživy zahrnujeme výpočet krmné dávky pro jednotlivce podle užitkového směru a stáří zvířete. Dále přihlížíme k faktorům jako jsou technika krmení či počet krmení za den. Chovatelé jsou povinni pro výživu zvířat využívat krmiva zdravotně nezávadná, určená pro daný druh zvířat. Napájení zajistit pomocí zdravotně nezávadné pitné vody. Správně sestavená krmná dávka zajistí optimální růst a zvíře v optimální kondici. Pokud bude mít zvíře krmiva nadbytek, bude docházet k jeho tučnění a tím i ke zhoršování kvality masa. Pokud bude zvíře dlouhodobě podvyživené, opět bude docházet ke zhoršování kvality masa (INGR, 2003).

Zdravotní stav

Zdravotní stav ovlivňuje kvalitu masa i přírůstky. Vlivem horečnatých onemocnění se urychluje metabolismus a tím se snižuje množství nutričně cenných látek. Zhoršují se organoleptické vlastnosti masa díky sníženému příjmu krmiva. Pokud chceme dosáhnout hodnotného masa z hlediska kvality i kvantity je nezbytné zajistit dobrý zdravotní stav jak za života zvířete, tak i při porážce. „Onemocnění“, které může zvíře postihnout a tím snížit kvalitu masa je přepravní nemoc. Jedná se spíše o fyzické a psychické vyčerpání organismu a tím spojené změny svaloviny. Mezi další onemocnění, které mají za následek zhoršení kvality masa či jeho nepoživatelnost patří infekční onemocnění, která mohou být přenosná na člověka. Takové typy onemocnění se nazývají antropozoonózy. O tom, zda bude maso od nakažených zvířat požitelné či ne, rozhoduje veterinární lékař na jatkách. V neposlední řadě je možnost výskytu parazitů v mase. K odhalení tohoto postižení masa opět slouží veterinární lékaři na jatkách, kteří rozhodují o následném vyloučení masa z oběhu. Ke zranění a zhoršení zdravotního stavu může docházet také při nakládce či vykládce na jatkách (PIPEK, 2001).

Způsob chovu

Neméně důležitým vlivem na kvalitu a jakost masa je i způsob chovu. Chov může být uskutečňován pastevním způsobem nebo ustájením. Další možností při ustájení zvířat je ustájení skupinové, individuální nebo vazné. Rozdílný způsob ustájení má i odlišné nároky na výživu, sociální chování a fyzickou aktivitu. To vše vede ke změnám masa. Obecně platí, že zvířata pocházející z přirozenějších podmínek, čímž se rozumí pastevní výkrm, jsou zdravější, odolnější a kvalita masa je lepší (INGR, 2003). Naopak zvířata ze stájového ustájení nemusí mít vždy vhodné podmínky pro život (špatná teplota, vlhkost, výživa, hlučnost techniky nebo vysoká koncentrace zvířat). To vše má vliv na kvalitu masa (PIPEK, 2001).

Způsob chovu by měl co nejvíce dbát na welfare zvířat. Mezi nejdůležitějších pět zásad správného welfare patří: (STEINHAUSER, 2000)

- Odstranění hladu a žízně
- Odstranění příčin nepohody
- Odstranění příčin vzniku bolesti, zranění a nemoci
- Odstranění strachu a deprese
- Vytvořit podmínky pro uskutečňování přirozeného chování (STEINHAUSER, 2000)

2.4 Vlastnosti hovězího masa

Jakost masa

Jakost masa má v současné době zásadní a rozhodující význam. Jakost se utváří po celou dobu života zvířete, ale i po porážení na jatkách a následnému zrání a skladování masa (KERRY, 2002). Součástí jakosti masa jsou technologické ukazatele, které jsou odvozeny od chemického složení masa, fyzikálních vlastností a průběhu posmrtných změn (ŘÍHA, 2002).

Podle INGRA (1996) je kvalita masa chápána jako výslednice nebo soubor jednotlivých znaků a charakteristik jakosti konkrétní svalové tkáně. Mezi jednotlivé znaky patří chemické složení, fyzikální vlastnosti, sensorické a technologické vlastnosti, mikrobiální složení, výživová a energetická hodnota.

V dnešní době vznikají různé technické možnosti pro zjišťování jednotlivých jakostních znaků, které ihned slouží ke klasifikaci kvality a následnému využití masa při dalším zpracování (měření pH, vodivost masa, kontrola obsahu jednotlivých složek) (INGR, 1996).

2.4.1 Vaznost masa

Vaznost masa je schopnost masa vázat vodu vlastní i přidanou. Vaznost masa je velice důležitá technologická vlastnost, která ovlivňuje vlastnosti masa, jakost masných výrobků, šťavnatost, sensorické vlastnosti, ale především ekonomiku výroby (dochází ke ztrátám vody při výrobě, skladování i tepelném opracování, to má vliv na vyšší výnosů) (KERRY, 2002). Vaznost lze ovlivnit jak způsobem, kterým zacházíme s masem, tak použitými přísadami (PIPEK, 2001).

Voda v mase je vázána odlišnými způsoby, různě pevně a dělí se na vodu volnou a vázanou. Voda volná neboli hydratační je vázána nejpevněji, díky elektrostatické vazbě na disociované skupiny nebo vodíkovými můstky na

nedisociované hydrofilní skupiny. Tvoří největší část vody v masě a volně z něj vytéká. Voda vázaná neboli imobilizovaná (znehynbná), při nařezávání masa nevytéká. Vytéká pouze při zvýšeném tlaku (KADLEC, 2002). Dělí se podle místa imobilizace na vodu imobilizovanou ve filamentech, mezi filameny a uzavřenou v sarkoplasmatickém prostoru. Imobilizovaná voda je závislá na nábojích v molekule bílkovin. Dochází k ovlivnění přitažlivých a odpuzivých sil mezi peptidovými řetězci. Pokud bude docházet k oddalování peptidových řetězců vlivem elektrostatického odpuzování, bude se podíl vody vázané zvyšovat. Naopak při přibližování peptidových řetězců bude imobilizované vody ubývat (KERRY, 2002). Hlavní podíl na změně vaznosti má aktin a myosin, neboli tenká a tlustá filamenta, která se příčně oddalují či přibližují a tím dochází ke změně vaznosti (INGR, 2003).

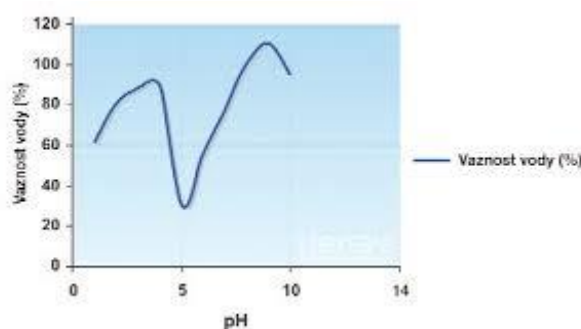
Vaznost masa je definována jako schopnost masa udržet svoji vlastní, popřípadě i přidanou vodu při působení nějaké síly nebo jiného fyzického namáhání.

Mezi faktory, které vaznost masa ovlivňují patří: (BROŽOVÁ, 2011)

- pH

Ke změně pH dochází při probíhajících posmrtných změnách, avšak může se i záměrně upravovat přísadami, které buď sami váží vodu nebo přípravkami, které zvyšují rozpustnost svalových bílkovin. Podle KADLECE (2002) se pH masa pohybuje nejčastěji v rozmezí 4,2 – 7,0. Důležité z hlediska vaznosti jsou bílkoviny, jejich náboj a izoelektrický bod. Nejnižší vaznost je v izoelektrickém bodě, kde se pH pohybuje kolem 5,0. V izoelektrickém bodě je počet kladných a záporných nábojů v molekule vyrovnán, jsou minimálně odpuzovány elektrostatickými silami, vytváří málo prostoru pro vodu a vaznost je nízká. Pokud dojde k okyselení či zalkalizování svaloviny, dojde ke změně disociace funkčních skupin bílkovin, změní se rozložení kladných a záporných nábojů, rozštěpí se příčné elektrostatické vazby mezi peptidovými řetězci bílkovin, dojde k jejich oddalování a tím se v prostoru imobilizuje více vody (PIPEK, 2001).

Obrázek 1: Vliv pH na vaznost



Zdroj: (PIPEK, 2001)

- koncentrace solí

KADLEC (2002) uvádí, že vliv solí na vaznost je komplikovaný a jde o výsledek vlivu aniontů a kationtů. Vaznost se zvyšující se koncentrací solí stoupá, poté dosahuje maxima, kde se koncentrace solí pohybuje okolo 5 %, poté opět klesá na původní hodnotu.

- intravitální vlivy
- průběh posmrtných změn
- rozmělnění masa (INGR, 2003)

Měření vaznosti

Vaznost vyjadřujeme jako podíl vody vázané ku celkovému obsahu vody v masě. Metody, které se k měření vaznosti používají jsou metody uzanční, kde je voda vázaná definována jako ta, která se v masě udrží za podmínek metody (PIPEK, 2001).

Podle PIPKA (2001) metody rozdělujeme:

1. metody bez použití síly:
 - ztráty odkapem – zjišťuje se množství šťávy uvolněné za podmínek skladování masa, metoda je velmi časově náročná
2. metody za použití síly:
 - lisovací metoda – poměrně pracná, avšak všeobecně uznávaná metoda, kdy se měří plochy „masa“ a tekutiny vylisované za definovaných podmínek na podloženém chromatografickém papíru
 - kapilární volumetrie – modifikace předchozí metody, kdy podíl volné vody se nasaje do sádrové destičky a měří se objem vzduchu vytlačeného touho kapalinou
3. metody s působením tepla
 - ztráty výparem – určuje se množství vody, které se uvolní v důsledku záhřevu masa gravimetricky za definovaných podmínek

2.4.2 Barva masa

Barva je důležitý senzorický znak, podle kterého můžeme na první pohled poznat kvalitu (čerstvost) masa a masných výrobků (ABRIL, 2001). Tradičně se maso dělí do dvou základních skupin, a to maso bílé a červené. Barva masa je dána sarkoplazmatickými bílkovinami, do kterých spadá hemoglobin a myoglobin.

Hemoglobin je krevní barvivo, které zprostředkovává přenos kyslíku z plic do svalů. Myoglobin je barvivo svalové, které souží ve svalech jako zásobárna kyslíku. Nejdůležitější z pohledu barvy masa je myoglobin. Čím vyšší koncentrace myoglobinu v mase je, tím je intenzivnější (tmavší) barva svalu (MASO, 2001).

Tabulka 6: Rozdíl myoglobinu vzhledem k věku zvířat

Věková třída	Obsah myoglobinu
Telecí maso	2 mg/g
Tele	4 mg/g
Mladé hovězí	8 mg/g
Staré hovězí	18 mg /g

Zdroj: (SAVELL, 2015)

Tabulka 7: Rozdíly myoglobinu v rámci druhu

Druh	Barva	Obsah myoglobinu
Vepřové	růžová	2 mg /g
Jehněčí	světle červená	6 mg/g
Hovězí	třešňově červená	8 mg /g

Zdroj: (SAVELL, 2015)

Hemoglobin se skládá z bílkovinné složky – globinu a krvetvorné složky – hemu. Myoglobin obsahuje v molekule pouze jeden tento komplex. Hemoglobin obsahuje čtyři. Hemoglobin se v mase nachází v různých koncentracích. To je dáno kvalitou vykrvení (ZATOČIL, 1964).

Hem je barevná složka odpovídající za červenou barvu. V hemu je přítomno železo ve formě dvojmocného iontu železa – Fe^{2+} . Ke změně barvy masa dochází v důsledku reakcí atomů železa obsažených v myoglobinu. Při vysokém parciálním tlaku se na centrální atom železa v myoglobinu naváže kyslík, který je důležitý právě při zbarvení masa. Dochází ke vzniku oxymyoglobinu (na Fe^{2+} se naváže O_2), který dodá masu rumělkově červenou barvu. Tato barva je barvou čerstvého masa, která však vydrží jen krátce. Při sníženém parciálním tlaku dochází k oxidaci železa na trojmocné a myoglobin se mění na metmyoglobin, který masu dává hnědou až hnědošedou barvu. Při tepelném opracování masa, dochází k denaturaci bílkovin (globinu) a oxidaci železa v hemové skupině. V důsledku toho se barva masa mění na hnědou až hnědošedou (PIPEK, 2001).

Mezi faktory, které barvu masa ovlivňují patří pH, které má vliv především na světlost masa, dále pak teplota a intenzita osvětlení (PIPEK, 2001).

2.4.3 Křehkost masa

Křehkost masa je pro spotřebitele jednou z nejdůležitějších texturních vlastností kvality masa. Pojem křehkost se týká především hovězího masa, díky jeho dlouhé době zrání. Křehkost masa ovlivňují faktory před porážkou zvířete, po porážce a chemické složení masa. Mezi předporážkové faktory patří věk, pohlaví, plemeno, výživa a stres. Mezi poporážkové faktory patří procesy posmrtných změn, z čehož nejdůležitější je správné zrání a doba zrání masa (LAWRIE, 2006). Při zrání dochází postupem času k uvolnění posmrtného ztuhnutí a tím se stává maso křehčí. Křehkost masa se hodnotí sensoricky subjektivně, podle hodnocení spotřebitelů nebo objektivně pomocí textuometru. Křehkost můžeme ovlivnit pomocí zkřehčovacích enzymů, či namáčením do roztoku organických kyselin. V souvislosti s křehkostí masa je neopomenutelný intramuskulární tuk. Ten se nachází přímo ve svalovině a vytváří mramorování masa. Následně ovlivňuje nejen chuť a vůni, ale také křehkost masa. Další faktor, který křehkost masa ovlivňuje je obsah stromatických bílkovin, a to především kolagenu (LAWRIE, 2006). Kolagen patří do bílkovin pojivových tkání. Je pevný a tuhý a nachází se na místech, kde je zvíře nejvíce zatíženo. Tepelným opracováním s vodou se kolagen mění na želatinu a maso se stává křehčí (PIPEK, 2001).

2.5 Posmrtné změny

Posmrtné změny se obecně označují jako zrání masa, které je charakterizováno tím, že maso nabývá sensorických, technologických a kulinárních vlastností. Právě v této době v mase probíhají složité biochemické a fyzikální změny (ZAHRÁDKOVÁ, 2009). Průběh posmrtných změn má veliký vliv na výslednou jakost hovězího masa (VELÍŠEK, 2009). Doba, po kterou maso zraje a svalovina se mění na maso je u každého druhu zvířete odlišná. Pro hovězí maso se doporučuje doba minimálně dva týdny, pro telecí pak minimálně sedm dní. Veškeré odchylky, které se v průběhu posmrtných změn vyskytnou, mohou negativně ovlivnit výslednou jakost masa a tím i jeho následné využití (KADLEC, 2002).

Podle PIPKA (2001) se fáze posmrtných změn rozdělují do čtyř skupin. Avšak musíme zrání masa brát jako kontinuální proces, který začíná ihned po porážení zvířete na jatkách. Jednotlivé fáze plynule přecházejí ve fázi další.

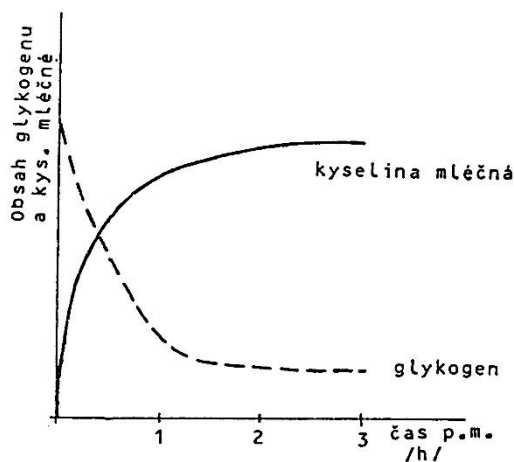
- *pre rigor*
- *rigor mortis*
- zrání masa
- hluboká autolýza

2.5.1 *Pre rigor*

Tato fáze je jinak označována jako teplé maso. Nastává ihned po porážce, kdy poražené maso dosahuje teplot okolo 36-40 °C. Maso v této fázi je možné zamrazit a tím uchovat vlastnosti teplého masa. Dalším možným využitím masa v této fázi je výroba mělněných salámů, protože se maso vyznačuje velikou vazností.

Po usmrcení zvířete dochází k přerušení krevního oběhu a tím i k nedostatku kyslíku. Reakce, které probíhaly za života zvířete byly aerobní, po usmrcení se mění na anaerobní. Teplota poraženého kusu se snižuje a s ní i hodnota pH. PH klesá díky kyselině mléčné, která se hromadí ve svalu rozkladem glykogenu. Hodnota pH krátce po nástupu posmrtných změn se pohybuje okolo izoelektrického bodu 5,5 (PIPEK, 2001).

Obrázek 2: Dynamika obsahu glykogenu a kyseliny mléčné ve svalovině poraženého zvířete

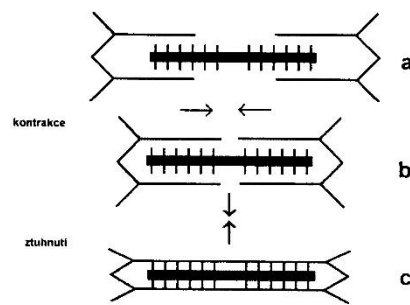


Zdroj: (INGR, 1996)

2.5.2 *Rigor mortis*

Druhá fáze posmrtných změn je označována také jako posmrtné ztuhnutí. Vzniká spojením tenkých a tlustých filament (aktin + myosin) a tvorbě aktinomyosinového komplexu (VACLAVIK, 2008). Během *rigoru mortis* dochází ke stálému poklesu pH, a to především díky vznikající kyselině mléčné, ale také poklesu teploty a zásobě glykogenu v okamžiku porážky. Svalovina ztrácí svou pružnost, stává se však pevnější v důsledku smrštění svalových vláken v příčném směru.

Obrázek 3: Schéma posmrtné kontrakce a posmrtného ztuhnutí



Zdroj: (PIPEK, 1998)

Během *rigor mortis* může docházet ke změnám v průběhu zrání, a to vede ke vzniku vad DFD a PSE masa. Maso ve fázi *rigor mortis* nelze opracovat, klade veliký odpor při řezání a tím dochází ke zvyšování teploty a následné denaturaci bílkovin. Vaznost vody je v této fázi minimální (PIPEK, 2001).

2.5.3 Zrání masa

Třetí fází postmortálních změn je vlastní zrání masa. Při zrání dochází k pomalému uvolňování ztuhlého svalu, které souvisí s proteolýzou myofibrilárních bílkovin (LAWRIE, 2006). Ta probíhá v důsledku působení proteolytických enzymů, které se nacházejí v buňkách svalu. Mezi změny, které probíhají při vlastním zrání masa patří mírný nárůst pH, zvýšení vaznosti a zlepšení organoleptických vlastností jako jsou křehkost, chutnost a šťavnatost (PIPEK, 2001). Dále se zvyšuje rozpustnost bílkovin. Také dochází ke ztrátám masové šťávy a odparu vody. Doba zrání ovlivňuje mnoho faktorů. Mezi nejdůležitější patří okolní teplota. Optimální teplota při zrání hovězího masa se pohybuje okolo 0 °C po dobu 10-12 dnů (STEINHAUSER, 1995). Se zvyšující se teplotou se doba zrání zkracuje, ale nastává mikrobiální kontaminace. Z tohoto důvodu se zrání masa uskutečňuje v chladárnách (BEKHIT, 2014). Dalšími faktory, které mohou mít vliv na zrání masa patří druh zvířete, složení masa, celkový obsah bílkovin, vlhkost a proudění vzduchu (KATINA, 2012). Optimální vlhkost je závislá na proudění vzduchu. Měla by se pohybovat okolo 85 %. Pokud bude vlhkost vzduchu nižší, může doházet k vysoušení masa. Pokud bude naopak vyšší, je zde riziko zaplísnění. Optimální proudění vzduchu je závislé na optimální vlhkosti. Proudění vzduchu by se mělo pohybovat v hodnotách 0,5 – 2,5 m/s (PIPEK, 2001).

Zrání hovězího masa můžeme rozdělit podle technologie na zrání mokré a suché.

Mokrý zrání

Mokrý zrání je u hovězího masa více využívané, a to především díky snazší technologii (VITALE, 2014). Odpadá sledování vlhkosti a proces zrání ve vakuu je intenzivnější. Balení probíhá do inertních plastových sáčků. Vytváří se anaerobní prostředí a tím se snižuje mikrobiální kontaminace a prodlužuje se údržnost. Tento způsob není tolik náročný na finanční náklady. Nepotřebuje speciální zařízení, ani velké prostory pro skladování či dopravu (ČEPELÍKOVÁ, 2012). Až 95 % produkce hovězího masa pochází z mokrého zrání. Při mokrému zrání se kus jatečně opracovaného těla nechá ve visu, po týdnu se jatečný kus rozbourá, vakuově zabalí a nechá zrát po dobu dalších 3-4 týdnů. Tento způsob zrání probíhá při teplotách od 0 °C do 3 °C, po dobu 7-28 dní. Maso je po vyjmutí ze sáčků měkké a šťavnaté i po tepelné úpravě, především díky obalu, který zabraňuje odparu vody (PERRY, 2012)

Suchý zrání

Při suchém zrání visí maso ve čtvrtích na hácích v chladárně. Díky odparu dochází k velkým ztrátám vody, které se pohybují až kolem 30 %. Proto je dobré, pokud je maso pokryto vrstvou loje a brání tak velkému odparu vody. Maso ze suchého zrání se však vyznačuje výraznější chutí. Doba zrání se pohybuje v rozmezí 14-35 dní (ČEPELÍKOVÁ, 2012). U hovězího masa nejčastěji 21 dní, poté se maso porcuje. Suchý zrání je náročnější na klimatické a mikrobiální podmínky. Musíme kontrolovat teplotu, která by neměla vybočit z rozmezí 0-3 °C a také sledujeme relativní vlhkost prostředí. Optimální relativní vlhkost se pohybuje okolo 85 %. Pokud je relativní vlhkost nižší, méně než 50 %, může docházet k vysychání masa. Pokud bude relativní vlhkost vyšší než 75 % může docházet k zaplísnění masa. Rychlost proudění vzduchu by se při suchém zrání měla pohybovat od 0,2 do 2,5 m/s (PERRY, 2012).

Nejčastějším problémem, který se týká zrání hovězího masa je nedodržení jeho optimální doby zrání, které je ekonomicky velice náročné. Hovězí maso má nejdelší zrací dobu, proto často dochází k předčasné distribuci a zpracování nevyzrálého masa. Tím se zhoršuje jeho jakost (HANZELKOVÁ, 2011).

Existuje několik způsobů, kterými můžeme zrání hovězího masa urychlit. Patří mezi ně například zkrhčování hovězího masa neboli tenderizace (WU, 1981). Tyto metody jsou založené na fyzikálních a biochemických působení na maso (STEINHAUSER, 1995). Dochází k rozrušení aktinomyosinových vláken (OBUZ, 2014).

Tenderizace může být prováděna fyzikální metodou, tzv. elektrostimulací, která využívá schopnosti živého svalu reagovat na elektrické impulsy. Další metodou

je metoda mechanická, do které spadá tzv. masážování. Masážování se provádí naklepáváním, mačkáním či masírováním v bubnech. Poslední metoda je metoda chemická, kde se využívá přítomnosti enzymů. Maso se tzv. naloží („marinuje“) do koření či soli (INGR, 1996).

2.5.4 Hluboká autolýza

Poslední změnou, která u poraženého kusu probíhá je hluboká autolýza. Tento děj navazuje na vlastní zrání masa a patří mezi děje nežádoucí. Negativně ovlivňuje chuť a vůni a konzistence masa se stává nepřijatelnou. Principem je štěpení peptidů a oxidace tuků, které vede ke vzniku produktů jako je amoniak, sirovodík a další. Hluboká autolýza je doplňována mikrobiální proteolýzou. Maso podléhá zkáze a je nepoživatelné (STEINHAUSER, 2000).

2.6 Vady masa

Vady masa ve velké míře ovlivňují vlastnosti masa. Jedná se především o změny související se změnou pH a projevující se na vaznosti masa. Vznikají vlivem vnitřních a vnějších faktorů a jsou definovány jako odchylky v průběhu postmortálních změn. Maso postižené DFD či PSE je zdravotně nezávadné, má však zhoršenou jakost, technologické vlastnosti i kulinární úpravu. Pro rozpoznání vad masa slouží nejčastěji měření pH a stanovení barvy masa. U hovězího se navíc smyslově posuzuje maso na řezu, kde je suché, lepivé bez šťávy (LAWRIE, 1970).

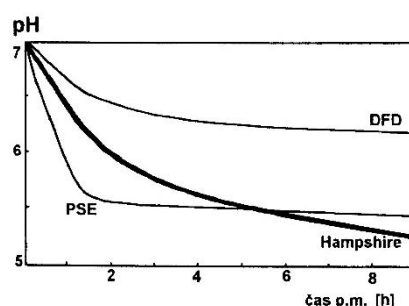
2.6.1 DFD

Odchylka DFD se vyskytuje především u hovězího masa, ojediněle se může objevit i u vepřového. Dochází k velice pomalému poklesu pH, tím pádem má maso vysokou vaznost a působí suchým dojmem. Hraniční hodnota pH je nad 6,2 (INGR, 1996). Příčinou vzniku je vyčerpání jedince před a během porážky, které je způsobené stresem, ale také soubojem mezi jedinci. Genetický vliv na vznik DFD je minimální. Během porážky je u zvířat vlivem velké fyzické námahy vyčerpán a krví odplaven glykogen ze svalů a vzniká v malém množství kyselina mléčná. Díky tomu se svalovina nemůže dokonale okyselit a je pak vhodným místem pro množení mikroorganismů. Působením jejich rozkladných enzymů dochází k rychlému kažení masa (PIPEK, 2001).

2.6.2 PSE

Vada PSE se vyskytuje převážně u vepřového masa, u hovězího jen ojediněle. Je způsobena nízkou hodnotou pH, která se během 24 hodin po porážce pohybuje kolem 5,6 (VELÍŠEK, 2009). U prasat nejčastěji postihuje nejdelší zádový sval. Maso, které je postižené touto vadou by nemělo být prodáváno jako výsekové, ani být používáno pro výrobu šunky, a to díky velkému obsahu vody. PSE maso je v malém množství přidáváno do mělněných masných výrobků (PIPEK, 2001).

Obrázek 4: Průběh pH u normálního, PSE a DFD masa



Zdroj: (PIPEK, 1998)

2.7 Skladování masa

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 287/1999 Sb. o veterinárních požadavcích na živočišné produkty uvádí, že označené maso a orgány jatečných zvířat se ukládají neprodleně v odvěšovacích, chladících nebo mrazících prostorech anebo se dále zpracovávají. Při skladování masa máme dvě základní možnosti. První možností, kterou můžeme využít pro krátkodobé skladování je chlazení. Při chlazení využíváme teplot nad bodem mrazu (ŠTĀLÍK, 1965). Druhým způsobem, kterým můžeme maso konzervovat po velmi dlouhou dobu je mražení, kde využíváme teplot pod bodem mrazu. Skladování masa je jedna ze základních operací, která se provádí ihned po porážce jatečného zvířete (BŘEŽINA, 2001). Oba tyto způsoby skladování masa zajišťují konzervační účinek, který omezuje chemické a chemicko-fyzikální děje. Dochází k útlumu mikrobiální činnosti a pozastavení enzymatických reakcí.

Tabulka 8: Teploty užívané v chladírnách a údržnost masa

Druh potraviny	Teplota (°C)	Údržnost
Hovězí maso ve čtvrtích	0 až +2	3 až 4 týdny
Hovězí maso dělené	0 až +2	8-14 dní

Zdroj: (MATYÁŠ, 1999)

Maso v chladírnách bychom měli skladovat pouze omezenou dobu, a to po dobu zrání s ohledem na časový interval, který potřebujeme k vyskladnění

a následnému kulinárnímu zpracování (COLLE, 2015). Hovězí maso bychom neměli skladovat déle než 15 dní od porážky. Maso při dlouhodobějším skladování v chladírně nesmí zmrznout (STEINHAUSER, 2000).

Prodloužení doby skladování masa v chladírnách můžeme zajistit snížením pH povrchové vrstvy masa nebo balením do obalů, kde upravíme atmosféru v určitých poměrech (směs CO₂, N, O).

2.7.1 Chlazení masa

Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 853/2004, které stanovuje zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Příloha č. III. Zvláštní požadavky, oddíl I. Maso domácích kopytníků v kapitole VII. Skladování a přeprava ukládá provozovatelům jatek, že musí zajistit ihned po porážce zchlazení podle zchlazovací křivky zajišťující nepřetržitý pokles teploty tak, aby bylo ve všech částech masa dodržena teplota 7 °C.

Chlazení masa má dvě fáze. První fáze je chlazení masa z tělesné teploty poraženého kusu na teplotu chladírenskou a poté následuje vlastní chladírenské skladování masa v chladírně (EVANS, 2008).

Chlazení nastává ihned po jatečném opracování a jeho úkolem je zajistit bezpečnost masa, zabránit mikrobiální zkáze a tím prodloužit jeho trvanlivost (HUI, 2001). Zabezpečit i správnou křehkost a barvu masa a žádoucí posmrtné změny. Teplé hovězí maso bychom měli zchladit do 36 hodin na teplotu 7 °C (STEINHAUSER, 2000). Pokud by docházelo ke zchlazování velmi pomalu (např. v letních měsících), může docházet k nežádoucím změnám na mase (MOESEKE, 2001). Především se jedná o pomnožení psychrofilních mikrobů rodu *Pseudomonas*, které produkují proteasy a způsobují rozklad bílkovin. Následně dochází ke změnám na mase, které se stává slizké, je bez chuti a páchne. Mezi další změny masa, které mohou nastat při dlouhotrvajícím chlazení je zapaření masa (CEMPÍRKOVÁ, 1997).

Vady při chlazení:

Rychlost zchlazení masa je nutné omezovat, aby nedocházelo k namrzání povrchu či chladovému zkrácení (PIPEK, 2001).

- Namrzání povrchu

Při chlazení masa nesmí dojít k namrzání povrchu. K tomu dochází v případě, že se maso chladí médiem o teplotě nižší, než je teplota tuhnutí masa (jeho kapalného

podílu) a rychlost přestupu tepla z povrchových vrstev je i po dosažení teploty tuhnutí masa v těchto povrchových vrstvách větší, než je rychlost vedení tepla z vnitřních vrstev masa na povrchu. Namrzání poškozují tkáně a způsobuje po rozmrazení vytékání masových šťáv (PIPEK, 2001).

- Chladové zkrácení

Chladové zkrácení neboli „cold shortening“ je další odchylkou od normálního chlazení masa. Je způsobena příliš rychlým zchlazením masa (pod 10 °C) před nástupem *rigoru mortis* (HANNULA, 2004). To má za následek silnou a nevratnou svalovou kontrakci. Maso je tuhé a nezměníme to dalším zráním ani kulinární úpravou (MOESEKE, 2001). Chladové zkrácení nastává při vysokém obsahu adenosintrifosfátu. Vznik můžeme ovlivnit správným chlazením masa, tzn. maso chladit do *rigoru mortis* pouze teplotami nad 10 °C. (teplota 8-10 hodin po porážce). Poté je možné chladit maximální rychlostí tzv. kondicionáním (vícestupňové chlazení) (PIPEK, 2001).

Změny masa během zchlazování a chlazení

Změny masa během zchlazování a chlazení rozdělujeme podle působení na změny fyzikální, chemické, histologické, biochemické a mikrobiální (LI, 2015). O fyzikálních změnách mluvíme, pokud dochází ke změně konzistence či hmotnosti masa. Konzistence masa je po posmrtném ztuhnutí ovlivněna rychlostí zchlazením a teplotou masa. Hmotnost masa ovlivňují především ztráty odpařováním vody, ke kterým dochází po celou dobu chlazení a skladování. Nejvíce vody se odpařuje z masa v první fázi chlazení, pak povrch osychá a snižuje se intenzita odparu (PIPEK, 1998).

Chemické změny jako je změna barvy nastávají při oxidačních procesech. Myoglobin se mění v metmyoglobin, rozkládají se barviva maso dostává svou typickou tmavší barvu (LI, 2015).

Biochemické a mikrobiální změny jsou zpočátku brzděny kyselým prostředím (LÁT, 1984).

3 CÍL PRÁCE

Experimentální část bakalářské práce byla provedena na vzorcích hovězího masa získaných ze středočeské farmy Kunclův mlýn, která vlastní certifikaci bio kvality. Tato farma se zabývá obhospodařováním asi 80 ha pozemků v ekologickém režimu. Status ekologického hospodářství získali v roce 2004. Na farmě chovají v současné době přibližně 90 kusů skotu plemene Aberdeen Angus. Pro toto masné plemeno je typická bezrohost a plášťové zbarvení, které může být černé nebo červenohnědé. Mezi přednosti tohoto plemene patří vynikající mateřské vlastnosti, snadné telení, výborná plodnost, dlouhověkost, ale také odolnost vůči nepříznivým podmínkám. Plemeno pochází ze Skotska a v dnešní době patří mezi nejvíce chovaná na světě, a to díky jedinečné kvalitě masa. Mimo jiné chovají také koně, kamerunské ovce, králíky, slepice, kachny a pávy. Předpokladem práce bylo ověření základních kvalitativních znaků hovězího masa v době jeho prodeje koncovému zákazníkovi. Maso je na farmě podrobno dlouhodobému procesu zrání se záměrem maximálně zlepšit jeho kvalitu.

Cíle bakalářské práce byly dva. Prvním cílem bylo zjištění kvalitativních znaků masa pomocí měření základních analytických hodnot a porovnání hodnot obsahu vody, tuku a bílkovin podle věku zvířat a jejich změny během procesu zrání masa. Druhým cílem bylo porovnání kvalitativních znaků masa v závislosti na fázi ročního období.

Experiment byl rozdělen do těchto částí:

1. Zjišťování základních analytických hodnot masa a jejich vyhodnocení ve vztahu k věku porážených zvířat a doby zrání hodnocené svaloviny
 - a. Stanovení celkového obsahu vody v odebraných vzorcích masa
 - b. Měření obsahu bílkovin a stanovení obsahu kolagenu
 - c. Měření obsahu intermuskulárního tuku
2. Vyhodnocení vlastností masa během ročního sledu porážek

4 MATERIÁL A METODIKA

Analýza jakostních parametrů masa byla prováděna na vzorcích masného skotu plemene Aberdeen Angus. Zvířata jsou na farmě chována po celý rok venku na pastvě, pouze přes zimu se přesouvají do zimoviště s přístřeškem. Přes zimu je skot krmen senem, siláží a mačkaným ječmenem pro zvýšení přírůstku. Všechna krmiva pro skot pochází z této ekologické farmy a neobsahují žádná umělá hnojiva či pesticidy. Mladí býci a jalovice jsou poráženy ve věku od 14 do 24 měsíců.

Vlastní porážka skotu a hlavní jatečné operace byly provedeny na jatkách v Sedlčanech, kde se porazí průměrně 140 ks skotu měsíčně. Zde bylo maso po dobu 24 hodin skladováno v chladírenském boxu a druhý den po porážce bylo převezeno zpět na farmu. Po naskladnění do zrací komory, byl zahájen proces suchého zrání. Během této doby byla teplota chladírny v rozmezí 1–4 °C, maso bylo pravidelně kontrolováno a po 2-3 týdnech rozbouráno na jednotlivé jatečné celky. Následoval odběr vzorků (část roštěnec), jejich zabalení do vakua a převezení do laboratoře Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity, kde byly provedeny rozborů.

Obrázek 5: Vzorky masa



Zdroj: vlastní

Příprava vzorků a měření

Před měřením základních analytických hodnot byly vzorky upraveny ořezem. Pro analýzu byla použita pouze čistá svalovina. Každý vzorek byl zvážen a následně nakrájen na malé části, které byly vloženy do nožového sekacího mlýnku a rozmělněny na homogenní pastu. Homogenát byl rovnoměrně rozetřen na Petriho misku tak, aby se na dně netvořily vzduchové bubliny a prostor byl naplněn do výšky asi jednoho centimetru. Následně byl vzorek umístěn do měřicí cely přístroje. Poté následovalo vlastní měření na přístroji NIRMasteR (Büchi, Švýcarsko) a pomocí technologie FT-NIR byl každý vzorek opakovaně analyzován. Výsledky základních analytických

hodnot, mezi které patří obsah vody, tuku, bílkovin a kolagenu byly provedeny celkem třikrát u každého vzorku a stanoven průměr. Zjištěné hodnoty byly tabulkově zpracovány a statisticky vyhodnoceny programem EXCEL. Pro statistické porovnání jednotlivých skupin zvířat podle délky stáří a délky zrání masa byl použit dvouvýběrový studentův t-test a pro porovnání rozdílů mezi jednotlivými měsíci porážky byla použita analýza rozptylu (ANOVA) s post-hoc Tukeyovým HSD testem.

Obrázek 6: Petriho miska s homogenním vzorkem



Zdroj: vlastní

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

V tabulce č. 9 jsou uvedeny výsledky měření základních analytických hodnot, které byly zjištěny měřením na přístroji NIRMaster.

Tabulka 9: Výsledky měření základních analytických hodnot

Vzorek	Voda (%)	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Kolagen (%)
1	74,52 ± 0,010	2,16 ± 0,021	22,07 ± 0,021	0,81 ± 0,289
2	74,17 ± 1,042	2,22 ± 1,409	22,48 ± 0,012	1,73 ± 0,643
3	75,22 ± 0,101	0,91 ± 0,108	22,17 ± 0,042	0,60 ± 0,173
4	71,69 ± 0,106	3,36 ± 0,038	24,19 ± 0,070	0,84 ± 0,129
5	75,22 ± 0,024	0,97 ± 0,089	22,17 ± 0,037	0,60 ± 0,232
6	75,64 ± 0,050	1,44 ± 0,057	21,17 ± 0,026	0,98 ± 0,090
7	74,68 ± 0,064	2,97 ± 0,062	20,91 ± 0,076	1,05 ± 0,156
8	74,09 ± 0,026	3,64 ± 0,067	20,26 ± 0,044	0,93 ± 0,266
9	75,57 ± 0,096	1,01 ± 0,044	21,93 ± 0,023	0,77 ± 0,025
10	75,65 ± 0,036	0,88 ± 0,135	21,91 ± 0,105	0,70 ± 0,199
11	75,22 ± 0,012	0,83 ± 0,066	22,16 ± 0,053	0,74 ± 0,225

Zdroj: vlastní

± standardní odchylka

Stanovení obsahu vody

Průměrný obsah vody ve vzorcích masa pocházejících z farmy Kunclův mlýn byl 74,70 % a pohyboval se v rozmezí hodnot od 71,69 % do 75,65 %. Nejvyšší zastoupení vody v mase vykazoval vzorek č. 10, naopak nejnižší obsah vody byl ve vzorku č. 4. Vzorek č. 10 zrál po dobu 25 dní a pocházel ze skotu poraženého ve věku 17 měsíců. Vzorek č. 4 zrál 23 dní a skot, ze kterého pocházel, byl starý 22 měsíců. Rozdíl mezi největším a nejnižším naměřeným obsahem vody je 3,96 %. Rozdíl v době zrání jsou pouze dva dny a rozdíl věku těchto dvou kusů porážkového skotu je 5 měsíců. Průměrný obsah většiny vzorků se pohyboval v očekávaném rozmezí. Tyto hodnoty odpovídaly citované literatuře, kterou uvádím níže.

PIPEK (2001) udává průměrné množství vody obsažené v roštěnci hovězího masa 67,77 %. Hodnota naměřená v této práci je v průměru o 6,93 % vyšší. V další literatuře PIPEK (1996) uvádí jako průměrný obsah vody v mase obecně pouhých 59 %. Podle FREEMANA (1960) se průměrný obsah vody v roštěnci skotu pohybuje kolem 74,66 %. Tato hodnota se téměř shoduje naměřenými výsledky z této práce. Rozdíl získaných výsledků je minimální. STEINHAUSER (2000) uvádí průměrný obsah vody naměřený v nízkém a vysokém roštěnci 76,81 %. V tomto případě byly mé výsledky o 2,11 % nižší. Podle článku uvedeného na stránkách (U.S. Department of agriculture, 2013) je průměrný obsah vody v hovězím mase pouze 71 %. V porovnání s tímto článkem je má naměřená hodnota větší až o 3,70 %. Naopak s výsledky, které uvádí KADLEC (2002), se naměřené hodnoty sledovaných vzorků

shodují. KADLEC (2002) uvádí obecné množství vody ve svalovině mezi 70-75 %. Mezi další autory, které se s KADLECEM (2002) shodují, patří KAMENÍK (2014), který udává průměrný obsah vody v mase 75 %. Při porovnání průměru získaných výsledků s touto hodnotou je rozdíl minimální, pouze 0,3 %. FRELICH (2001) a HUI (2001) se shodují a uvádějí průměr vody v mase 72 %. Rozdílné výsledky z literárních zdrojů, které hodnotí obsah vody v čisté svalovině mohou být ovlivněny věkem poražených zvířat. Výsledky získané v této práci zahrnují především mladé kusy jatečných býků ve stáří do 24 měsíců.

Stanovení obsahu tuku

Pomocí technologie FT-NIR se stanovuje hodnota intramuskulárního tuku, který je součástí čisté svaloviny. Průměrná naměřená hodnota obsahu intramuskulárního tuku u vzorků námi sledovaného hovězího masa byla 1,85 % a dosahovala rozmezí hodnot od 0,88 % do 3,64 %.

Z tabulky č. 9 je patrné rozpětí hodnot mezi 0,83 % u vzorku č. 11 a hodnotou 3,64 % u vzorku č. 8. Vzorek č. 11 zrál 19 dní a věk poraženého skotu byl 19 měsíců. Vzorek č. 8 zrál 14 dní a poražený skot byl starý pouze 16 měsíců. Rozdíl mezi těmito hodnotami je 2,81 %.

PIPEK (1998) uvádí obecné zastoupení tuku v mase mezi 1-3 %. S tímto tvrzením souhlasí i KAMENÍK (2012), který ve své publikaci udává obsah tuku na hladině 3 %. Pokud se jedná přímo o tuk obsažený v hovězím roštěnci, tak ten se podle PIPKA (1998) pohybuje až kolem hodnoty 10,31 %. Při srovnání této hodnoty s hodnotou naměřenou na této farmě je rozdíl 8,46 %. STEINHAUSER (2002) uvádí obsah tuku v libových částech mezi 1-6 %, zatímco v částech masa více protučnělých, uvádí obsah dokonce mezi hodnotami 15-25 %. Podle FRELICHA (2001) se průměrný obsah tuku v mase pohybuje okolo 5,3 % s čímž se shoduje i HUI (2001). Při porovnání této hodnoty a mnou naměřené je rozdíl značný a to 3,45 %. FRELICH (2001) dále uvádí, že u hodně tučného masa dochází ke snížení obsahu vody až na hodnotu 56,7 % a dochází ke zvýšení tuku až na 21,4 %. V tomto případě je průměrná hodnota naměřená v mé práci menší o 19,55 %. JOHNSON (2009) ve své publikaci udává hodnotu tuku 6,5 g na 100 g (6,5 %). Na základě těchto publikovaných hodnot je možné konstatovat, že výrazný rozdíl v hodnotách uváděných v souvislosti s obsahem tuku v hovězí svalovině je způsoben zejména intravitálními vlivy.

Stanovení obsahu bílkovin

Obsah celkových bílkovin v mase je důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu masa z pohledu zpracovatelského průmyslu. Průměrné množství obsahu sledovaných bílkovin ve vzorcích masa bylo 20,13 %. Z tabulky č. 9 vyplývá, že se obsah naměřených bílkovin ve vzorcích masa pohyboval v rozmezí 20-22 %. Pouze u vzorku č. 4 bylo naměřeno množství bílkovin výrazně vyšší a přesahující hodnotu 24 % a to 24,19 %. Nejnižší naměřená hodnota bílkovin byla u vzorku č. 8 a to pouhých 20,26 % bílkovin. Vzorek č. 8 zrál 14 dní a pocházel ze skotu starého 16 měsíců. Vzorek č. 4 zrál 23 dní a skot měl při porážce 22 měsíců. Rozdíl mezi největším a nejmenším obsahem bílkovin je 3,93 %.

Podle STEINHAUSERA (1995) je uváděný obsah bílkovin v mase o něco nižší, a to kolem hodnoty 19,0 %. PIPEK (2001) a kolektiv uvádějí průměrný obsah bílkovin v roštěnci 20,64 %. Tato hodnota je opět téměř shodná s naměřenými výsledky, navíc se jedná i o totožnou jatečnou část. INGR (2003) uvádí ve své knize pouze obecný obsah bílkovin masa, a to v rozmezí 18-22 %. FRELICH (2001) ve své publikaci uvádí průměrný obsah bílkovin hovězího masa 20,6 %. S touto hodnotou se stanovené výsledky sledovaných vzorků téměř shodují. Další autor, který ve své publikaci uvádí průměrný obsah bílkovin masa 20 % je KAMENÍK (2012). Průměrný obsah zvýšený pouze o 1 % udává také HUI (2001), který se zmiňuje o 21 % obsahu bílkovin v hovězím mase.

Stanovení obsahu kolagenních bílkovin

Hodnota kolagenních bílkovin se také pohybovala ve velkém rozmezí, a to mezi vzorkem č. 5, kde byl obsah kolagenu naměřený 0,60 % a mezi vzorkem č. 2, kde kolagen přesáhl 1 % a to 1,73 %. Vzorek č. 5 zrál po dobu 23 dní a býk byl poražen ve věku 16 měsíců. Vzorek č. 2 zrál celkem po dobu 15 dní a býk byl poražen ve věku 24 měsíců. Rozdíl mezi těmito hodnotami je 1,13 %. Výrazný rozdíl koresponduje se závislostí obsahu kolagenu na věku poraženého zvířete. Snížení obsahu kolagenu, během delší doby zrání vzorku č. 5, ukazuje na příznivý vliv tohoto procesu na kulinární vlastnosti masa. Průměrné množství celkového naměřeného obsahu kolagenu je 0,89 %.

PRESTON (197) udává obsah kolagenu u skotu ve věku do 10 měsíců přibližně 1-1,5 %. LÁTA (1984) uvádí obsah kolagenu alespoň 1 % ve svalu.

Vyhodnocení vzorků podle věku zvířat

Průměrný obsah jednotlivých složek ve vzorcích hovězího masa byl zjišťován podle průměrného věku zvířat. Vzorky masa z farmy Kunclův mlýn byly rozděleny do dvou kategorií po pěti zvířatech. První skupina zvířat byla mladší 20 měsíců. Jejich průměrný věk byl 15,6 měsíců. Do této skupiny spadají vzorky č. 5, 6, 7, 8, 10. Druhou skupinu vzorků tvořila zvířata starší 20 měsíců. Průměrný věk této skupiny byl 22,4 měsíců. Do této skupiny spadají vzorky č. 1, 2, 3, 4, 9.

Tabulka 10: Rozdělení vzorků dle věku

Vzorek č.	Věk v měsících	Vzorek č.	Věk v měsících
5	16	1	24
6	15	2	24
7	14	3	22
8	16	4	22
10	17	9	20
Ø	15,6	Ø	22,4

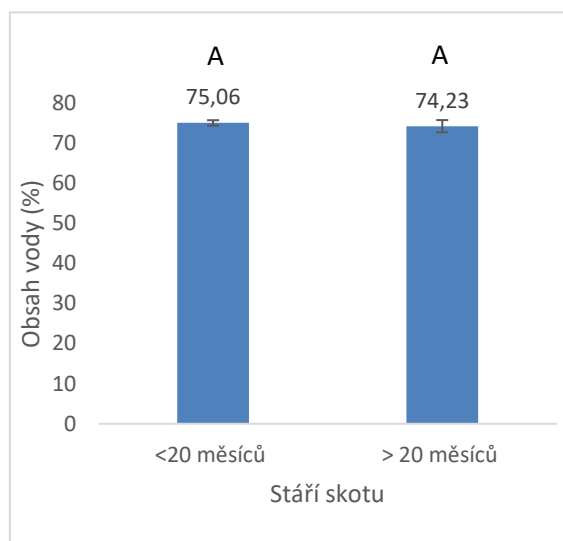
Zdroj: vlastní

Tabulka 11: Průměrný obsah jednotlivých složek podle věku zvířete

Skupina	<20 měsíců	> 20 měsíců
Složka	Ø v %	Ø v %
Voda	75,06	74,23
Tuk	1,98	1,93
Bílkoviny	21,28	22,57
Kolagen	0,85	0,95

Zdroj: vlastní

Graf č. 2: Vyhodnocení množství obsahu vody

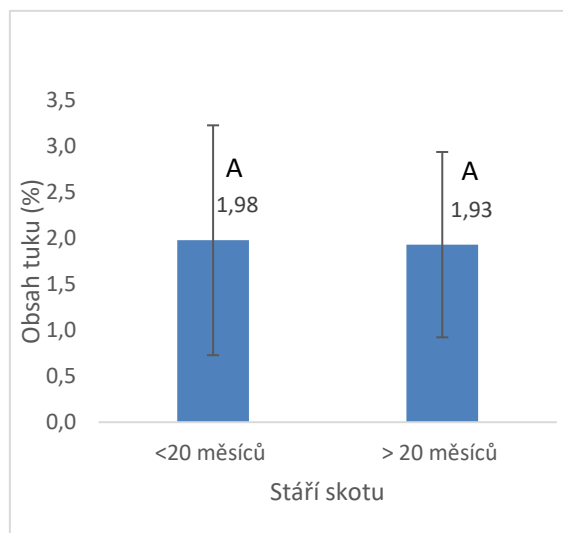


Zdroj: vlastní

Průměrný obsah vody v první skupině vzorků (č. 5, 6, 7, 8, 10) u které byl průměrný věk 15,6 měsíců byl 75,06 %. U druhé skupiny vzorků (č. 1, 2, 3, 4, 9), kde byl průměrný věk 22,4 měsíců byl obsah vody naměřen 74,23 %. Rozdíl mezi těmito hodnotami je minimální a to 0,77 %. Avšak i tento malý rozdíl potvrzuje, že se zvyšujícím se věkem obsah vody pozvolna klesá. Dokazuje to i literatura uvedená níže. Toho tvrzení však není statisticky významné, i když zde existuje určitý rozdíl. Věkový rozdíl je mezi těmito dvěma skupinami 6,8 měsíců.

Chemické složení masa není stálé a mění se v průběhu života zvířete v závislosti na faktorech. Obsah vody v mase je velice proměnlivý, závisí na druhu zvířete, ale i na množství tukové tkáně v mase (STRAKA, 2006). Mezi faktory, které ovlivňují snižování obsahu vody v mase patří především věk zvířete. Čím je zvíře starší, tím se zvyšuje v těle množství tuku a v závislosti na tom klesá obsah vody (STEINHAUSER, 1995).

Graf č. 3: Vyhodnocení množství obsahu tuku



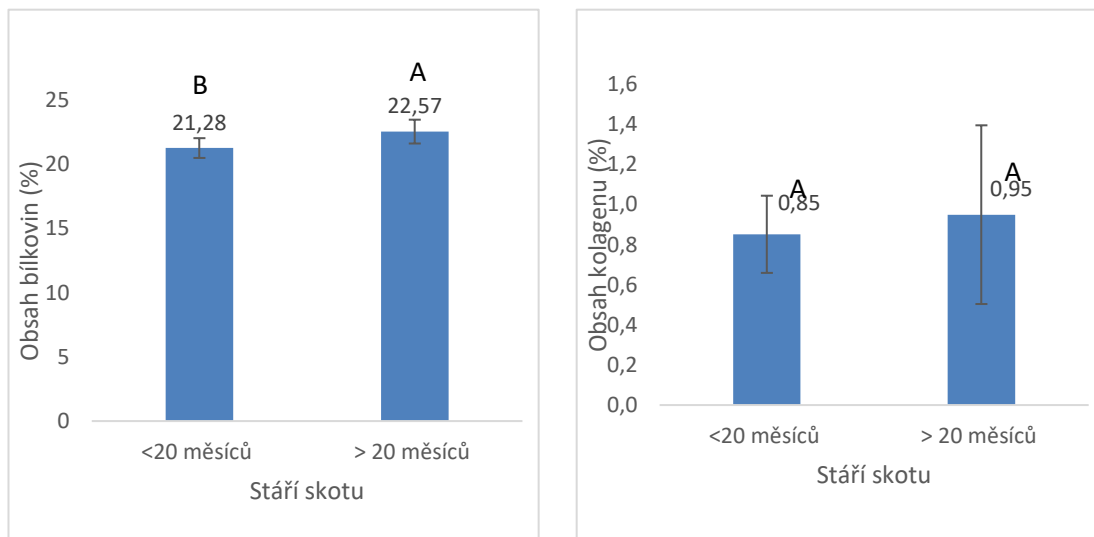
Zdroj: vlastní

Průměrný obsah tuku u první skupiny zvířat (č. 5, 6, 7, 8, 10) byl 1,98 %. U skupiny druhé (č. 1, 2, 3, 4, 9) byl naměřený průměr 1,93 %. Rozdíl mezi těmito hodnotami je minimální a to pouze 0,05 %. Věkový rozdíl je zde opět 6,8 měsíců. Podle mnou naměřených hodnot, které byly zaneseny do grafu vyplývá, že se zvyšujícím se věkem zvířat obsah tuku klesá. Je to nejspíše zapříčiněno nízkým počtem vzorků, také rozdílným stářím zvířat nebo tím, že byly vzorky odebrány ve všech fázích roku. Literatura však toto tvrzení vyvrací. Statisticky není toho tvrzení významné, i když zde existuje mezi vzorky určitý rozdíl.

Podle BUREŠE (2010) je normální se zvyšujícím se věkem i zvyšování obsahu tuku. Množství tuku je ovlivněno mnoha faktory. Prvním faktorem je plemeno skotu. Nejvhodnější jsou masná plemena, která jsou porážena při nižší hmotnosti, zato však s větším mramorováním. Mezi další faktory, které ovlivňují kvalitu a množství tuku v masě patří pohlaví a kastrace. INGR (2003) uvádí, že největším rozdílem mezi samicí a samcem je způsob ukládání tuku a jeho tvorba. To je ovlivněno metabolickými procesy. WARRISS (2010) uvádí, že nejlibovější maso pochází z mladých býků. Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje kvalitu a množství tuku je věk zvířete. Podle INGRA (1996) je maso mladých zvířat dobré pro dietetické účely, protože není vyzrálé a obsahuje pouze malé množství tuku. Toto maso je bledé barvy jemně vláknité. Optimální pro produkci masa je porážka v jatečné zralosti masa. V této fázi jedinec ukončuje intenzivní růst a začíná se tvořit tuk (SIMEONOVÁ, 2003). Maso starších kusů je tmavé, tvrdé, tuhé, a to díky většímu prorůstání tuku (KAMENÍK, 2014). ŠUBRT (2000) se také zabývá zvyšujícím se věkem a vlivem na tvorbu tuku. HAJIČ (1995) říká, že ukládání tuku u skotu je intenzivní mezi

6- 7 měsícem věku, kdy dochází zároveň k poklesu obsahu bílkovin. Dalším faktorem je způsob výkrmu, při kterém je vhodnější použít krmiva s nízkým obsahem vody a vyšším obsahem extraktivních látek. Pokud by bylo zkrmováno krmivo s vyšším obsahem tuku, docházelo by k ovlivnění složení tuku v těle zvířete.

Graf č. 4: Vyhodnocení množství obsahu bílkovin a kolagenu



Zdroj: vlastní

Průměrný obsah bílkovin u první skupiny vzorků (č. 5, 6, 7, 8, 10) byl 21,28 %. U druhé skupiny vzorků (č. 1, 2, 3, 4, 9), kde je průměrný věk 22,4 měsíců byl průměr 22,57 %. Rozdíl mezi těmito hodnotami je 1,29 %. Z grafu vyplývá, že se zvyšujícím se věkem roste i množství bílkovin. Toto tvrzení je statisticky významné tzn. stáří má významný vliv na množství bílkovin.

Průměrný obsah kolagenu u první skupiny vzorků (č. 5, 6, 7, 8, 10) byl 0,85 %. U druhé skupiny vzorků (č. 1, 2, 3, 4, 9), kde průměrný věk 22,4 měsíců byl průměr 0,95 %. Rozdíl mezi těmito hodnotami je 0,1 %. I tento malý rozdíl ukazuje na to, že s rostoucím věkem zvířete se kolagen přirozeně zvyšuje, zvíře roste a má pevnější struktury. I přes existující rozdíly není toho tvrzení statisticky významné.

Během života zvířete není obsah jednotlivých druhů bílkovin ve svalech stejný. U starších kusů se s věkem zvyšuje množství stromatických bílkovin (STEINHAUSER, 2000). INGR (1996) souhlasí se zvyšováním bílkovin s přibývajícím věkem, avšak bílkovin kolagenních. Mezi faktory, které ovlivňují množství bílkovin v těle zvířat patří výživa. Je nutné, aby krmná dávka odpovídala živinovým a energetickým potřebám zvířat. V živočišné tkáni dochází k neustálé syntéze, ale i degradaci bílkovin. Pokud bude zvíře krmeno potravou, která obsahuje málo bílkovin, ve svalech bude docházet ke zpomalování syntézy bílkovin

(DVOŘÁK, 1987). Dalším faktorem ovlivňující množství bílkovin patří pohlaví, které ovlivňuje především množství tuku. S tím však souvisí i množství bílkovin (INGR, 2003). FILIPČÍK (2010) uvádí, že se obsah bílkovin zvyšuje s prodlužující se dobou výkrmu a zvyšujícím se věkem skotu. Zvyšuje se až do 750 dní. Během života se u starých zvířat nepatrně zvyšuje množství stromatických bílkovin. Myofibrilární bílkoviny se mění o něco více. ŠUBRT (2000) s FILIPČÍKEM (2010) souhlasí a udává, že u mladých zvířat převažuje s věkem přírůstek bílkovin.

Vyhodnocení vzorků podle délky zrání

Průměrný obsah jednotlivých složek byl zjišťován podle průměrné doby zrání hovězího masa. Vzorky masa byly opět rozděleny do dvou kategorií, tentokrát pouze po čtyřech jednotlivcích. U první skupiny zvířat (vzorky č. 1, 2, 8, 11) trvalo zrání masa v průměru 15,75 dní a průměrný věk zvířat spadající do této skupiny byl 20,75 měsíců. U druhé skupiny zvířat (vzorky č. 4, 5, 6, 7) byla délka zrání 23 dnů a průměrný věk zvířat 16,75 měsíců. Rozdíl v délce zrání těchto dvou skupin je 7,25 měsíců. Věkový rozdíl těchto dvou skupin jsou 4 měsíce.

Tabulka 12: Rozdělení vzorků podle délky zrání

Vzorek č.	Doba zrání ve dnech	Vzorek č.	Doba zrání ve dnech
1	15	4	23
2	15	5	23
8	14	6	23
11	19	7	23
∅	15,75	∅	23

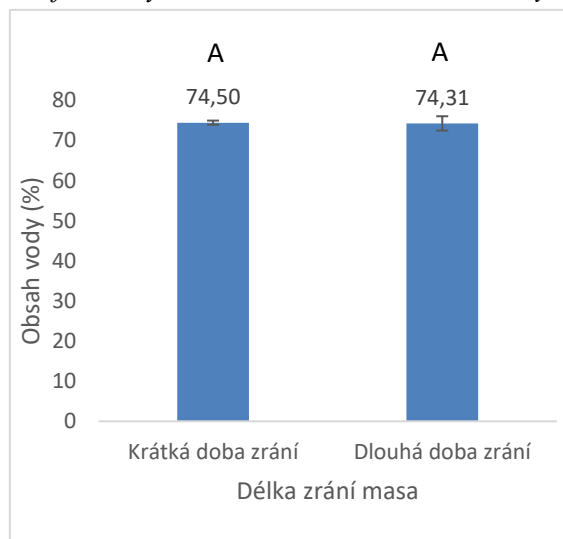
Zdroj: vlastní

Tabulka 13: Průměrný obsah jednotlivých složek podle délky zrání

Složka	Krátká doba zrání	Dlouhá doba zrání
Voda (%)	74,5	74,31
Bílkoviny (%)	21,74	22,11
Tuk (%)	2,21	2,19
Kolagen (%)	1,05	0,87

Zdroj: vlastní

Graf č. 5: Vyhodnocení množství obsahu vody



Zdroj: vlastní

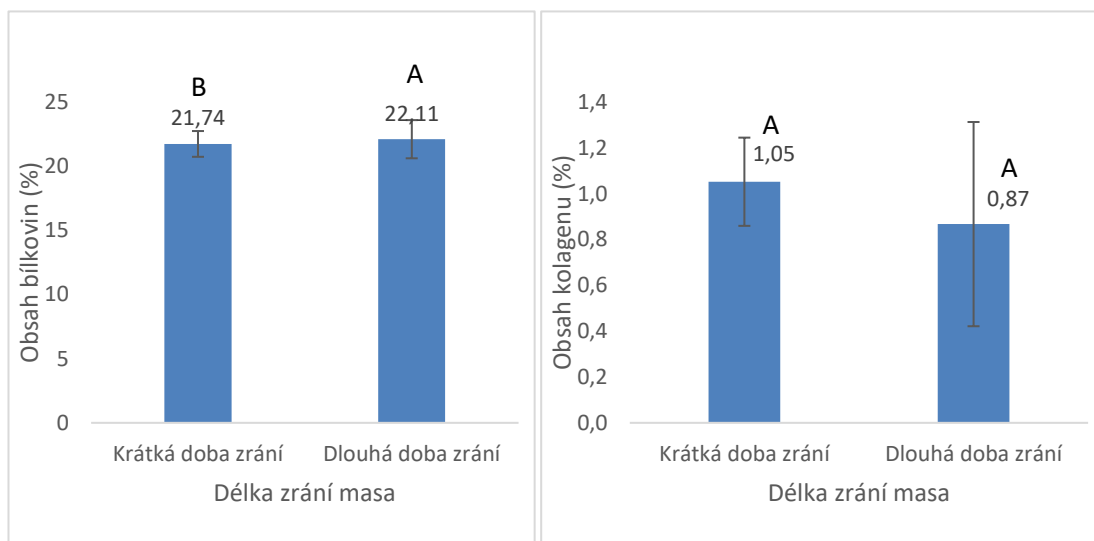
Průměrný obsah vody u první skupiny byl 74,50 %. Pohyboval se v rozmezí od 74,09 % až do 75,22 %. Rozdíl mezi těmito zjištěnými hodnotami je minimální a tvoří pouze 1,13 %.

U druhé skupiny byl obsah vody 74,31 %. Pohyboval se v rozmezí od 71,69 % až do 75,64 %. Rozdíl mezi těmito hodnotami je 3,95 %.

Celkový rozdíl mezi obsahem vody první skupiny a druhé skupiny je 0,19 %. Tento nepatrný rozdíl dokazuje, že během zrání masa obsah vody klesá. Potvrzuje to i níže citovaná literatura, avšak statisticky není toho tvrzení významné.

Během zrání hovězího masa dochází ke ztrátám vody, které se podle INGRA (1996) pohybují od 1 % do 1,5 %. JAMES (2002) uvádí, že se ztráty vody pohybují až okolo 2 %.

Graf č. 6: Vyhodnocení množství obsahu bílkovin a kolagenu



Zdroj: vlastní

Průměrný obsah bílkovin u první skupiny byl 21,74 %. Pohyboval se v rozmezí od 20,26 % do 22,48 %. Rozdíl mezi těmito naměřenými hodnotami je 2,22 %.

U druhé skupiny byl průměrný obsah bílkovin 22,11 %. Pohyboval se v rozmezí od 20,91 % až do hodnot 24,19 %. Rozdíl mezi těmito naměřenými hodnotami je 3,28 %. Tento rozdíl je značný. Vzorek č. 4, u kterého byla naměřená hodnota bílkovin 20,91 zral 24 dní a pocházel ze skotu, který byl poražen ve věku 22 měsíců. Zatímco vzorek č. 7, u kterého byla jako u jediného naměřená hodnota přes 22 % a to 24, 19 % zral 23 dní a pochází ze skotu, který byl poražen ve 14 měsících.

Celkový obsah bílkovin se tedy se zvyšující se dobou zrání zvýšil o 0,37 %. Během zrání by se však měl obsah bílkovin podle informací z literatury snižovat. Mé výsledky mohou být ovlivněny stářím zvířete, odchovem na pastvě, či odběrem vzorků ve všech fázích roku. Podle statistického vyhodnocení zde sice určitý rozdíl existuje, ale není statisticky významný. Z toho vyplývá, že na obsah bílkovin i kolagenu nemá statisticky významný vliv doba zrání.

Průměrný obsah kolagenu v první skupině byl 1,05 % a pohyboval se v rozmezí od 0,74 % až do 1,73 %. Rozdíl mezi těmito hodnotami je 0,99 %.

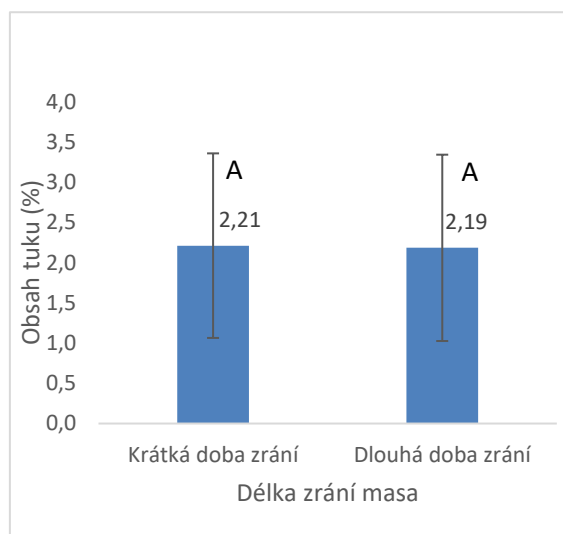
Průměrný obsah kolagenu u druhé skupiny byl 0,88 % a pohyboval se v rozmezí od 0,60 % až do 1,05 %. rozdíl mezi těmito hodnotami byl 0,45 %.

Rozdíl mezi průměrnými hodnotami první a druhé skupiny byl 0,17 %. Z grafu vyplývá, že se zvyšující se délkou zrání obsah kolagenu klesá, avšak literatura toho vyvrací.

KAMENÍK (2007) uvádí, že během procesu zrání dochází k odbourání struktur svalového vlákna, později i pojivové tkáně svalu. Tyto biochemické reakce jsou vyvolány enzymy, které se nacházejí ve svalu a zlepšují křehkost masa. Dále KAMENÍK (2012) ve své další publikaci uvádí, že s postupujícím zráním masa dochází k proteolýze a narušuje se struktura bílkovin masa. Dochází k porušení kanálků, které se stávají méně dostupné pro molekuly vody. Voda je tímto fyzikálně poutána v mase a snižuje se ztráta vody odkapem. ŠUBRT (2007) uvádí, že čím delší je doba zrání, tím více bude docházet k ovlivnění množství celkových bílkovin. Toto množství se postupně snižuje díky postupující degradaci bílkovin. PIPEK (1992) dodává, že zráním masa ovlivňuje rozpustnost bílkovin a jejich následné vyplavování. Dále také uvádí, že typické amora a chutnost u vyzrálého hovězího masa vytváří degradační produkty bílkovin. HAMOEN (2013) udává, že v procesu zrání a následného skladování masa se proteiny svalů rozkládají enzymatickou hydrolyzou a mikrobiálním působením a jejich obsah se mírně snižuje. Dále také dochází ke štěpení kolagenu. KAMENÍK (2012) také uvádí, že maso starších zvířat je tužší ve srovnání s masem mladých jedinců. Příčinou jsou změny v kolagenu. S přibývajícím věkem jedince dochází ke stabilizaci struktury kolagenu kovalentních příčných vazeb. STEINHAUSER (1995) píše o změnách při zráním masa a uvádí, že dochází k rozpadu myofibrilárních bílkovin. To je katalyzováno nativními proteolytickými enzymy. Dále také dodává, že dochází ke štěpení kolagenu. V průběhu zrání dochází také ke štěpení kolagenu (INGR, 1996). JURDOVÁ (2012) ve své práci dokazuje vliv pohlaví na obsah celkových bílkovin i samostatného kolagenu v hovězím mase. Z její práce vyplývá, že mladí býci mají vyšší hodnoty bílkovin než jalovice. DRAČKOVÁ (2014) uveřejnila hodnocení vlivu porážkového věku na nutriční hodnoty hovězího masa a prokázala, že obsah bílkovin v mase roste až do věku 750 dní (22 měsíců). V pozdějším věku zvířete obsah opět klesá.

Během zrání dochází ke snižování obsahu kolagenu, což má za následek zlepšení křehkosti masa a kulinárních vlastností. To je jedním z důvodů proč se hovězí maso nechává zrát po delší dobu. Kolagen má v mase své specifické složení a vlastnosti a patří mezi nejvíce zastoupené bílkoviny v těle zvířat. K rozkladu kolagenu dochází při zahřevu masa na 60°C. Kolagenní vlákna se při této teplotě deformují, zkracují a kolagen se stává elastickým (PIPEK, 1998).

Graf č. 7: Vyhodnocení množství obsahu tuku



Zdroj: vlastní

Průměrný obsah tuku u první skupiny zvířat byl 2,21 %. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 0,83 % až 3,64 %. Rozdíl mezi těmito hodnotami je 2,81 %.

Průměrný obsah tuku u druhé skupiny byl 2,19 %. Hodnoty se pohybovaly od 0,97 % do 3,36 %. Rozdíl mezi těmito hodnotami je 2,39 %.

Rozdíl mezi průměrnými hodnotami první a druhé skupiny je minimální a to 0,02 %. Avšak v závislosti na délce zrání by se měl obsah tuku zvyšovat. Tento rozdíl je nejspíše zapříčiněn malým množstvím vzorků. Ze statistického hlediska existují určité rozdíly, ale nejsou statisticky významné.

Vyhodnocení vzorků podle ročního období

Průměrný obsah jednotlivých složek byl ve vzorcích hovězího masa porovnáván podle data porážky jednotlivých kusů skotu. Vzorky byly rozděleny do tří skupin, podle měsíce, ve kterém porážka proběhla. U první skupiny zvířat proběhla porážka v měsíci březnu a spadají sem vzorky č. 1, 2, 3. Druhá skupina zvířat byla porážena v květnu a spadají sem vzorky č. 4, 5, 6, 7, 8. Třetí skupina zvířat, ze které byly odebrány vzorky č. 9, 10, 11 byla porážena v září roku 2018.

Tabulka č. 14: Rozdělení vzorků podle ročního období

Vzorky podle ročního období – Březen

Vzorek č.	Porážka	Stáří (měsíce)	Zrání (dny)
1	08.03.2018	24	15
2	08.03.2018	24	15
3	08.03.2018	22	24

Vzorky podle ročního období – Květen

Vzorek č.	Porážka	Stáří (měsíce)	Zrání (dny)
4	17.05.2018	22	23
5	17.05.2018	16	23
6	17.05.2018	15	23
7	17.05.2018	14	23
8	17.05.2018	16	14

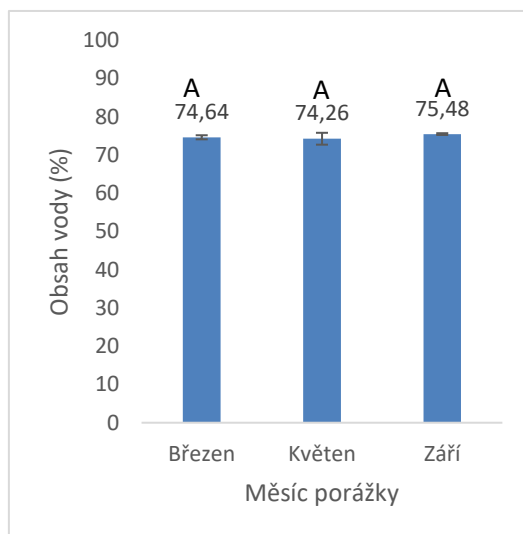
Vzorky podle ročního období – Září

Vzorek č.	Porážka	Stáří (měsíce)	Zrání (dny)
9	06.09.2018	20	25
10	06.09.2018	17	25
11	06.09.2018	19	19

Zdroj: vlastní

V klimatických podmínkách České republiky je nejzávažnějším obdobím zima, která na zvíře působí intenzivně po delší dobu. Naproti tomu tropické letní období působí na zvíře také negativně, ale pouze po kratší dobu. Na jaře a na podzim je problémů nejméně.

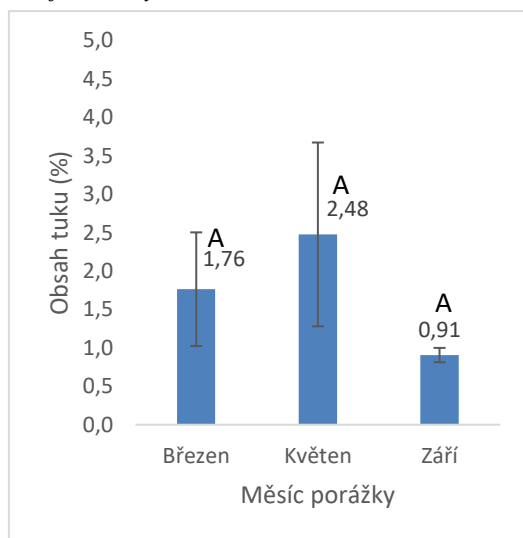
Graf č. 8: Vyhodnocení množství obsahu vody



Zdroj: vlastní

Průměrný obsah vody byl u první skupiny zvířat 74,64 %, u druhé skupiny zvířat byl 74,26 % a u třetí skupiny zvířat byl 74,48 %. Rozdíl v obsahu vody je u jednotlivých skupin zvířat minimální a není statisticky významný.

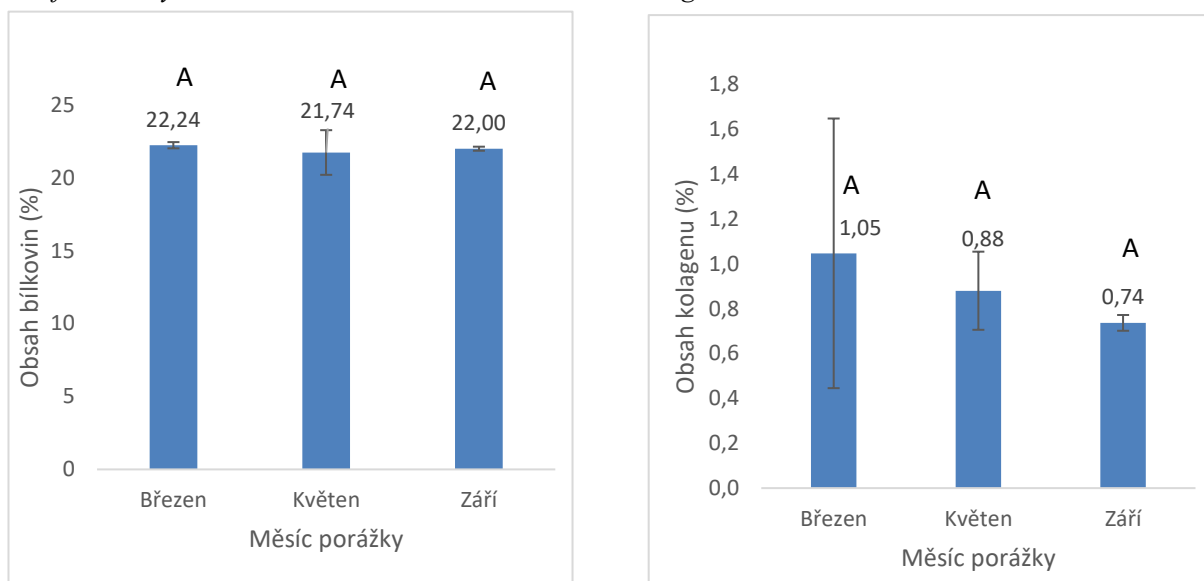
Graf č. 9: Vyhodnocení množství obsahu tuku



Zdroj: vlastní

Průměrný obsah tuku byl u první skupiny zvířat 1,76 %, u druhé skupiny zvířat byl 2,48 % a u třetí skupiny zvířat byl 0,91 %. U zvířat poražených v září byl obsah tuku menší o 0,85 % než u zvířat poražených v březnu. Určitý rozdíl v obsahu tuku mezi zvířaty poraženými v březnu a září existuje, avšak tento rozdíl není statisticky významný.

Graf č. 10: Vyhodnocení množství obsahu bílkovin a kolagenu



Zdroj: vlastní

Průměrný obsah bílkovin u první skupiny zvířat byl 22,24 %, u druhé skupiny zvířat byl 21,74 % a u třetí skupiny zvířat byl průměrný obsah 22,00 %. Mezi skupinou zvířat poraženou v březnu a září je rozdíl 0,24 %. Určitý rozdíl v obsahu bílkovin z grafu je patrný, avšak není statisticky významný.

Průměrný obsah kolagenu u první skupiny zvířat byl 1,05 %, u druhé skupiny zvířat byl 0,88 a u třetí skupiny zvířat byl průměrný obsah 0,74 %. Mezi skupinou zvířat poraženou v březnu a září je rozdíl značný a to 0,31 %, avšak tento rozdíl není statisticky významný.

6 ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsou zahrnuty poznatky teoretické i praktické, které se týkají kvalitativních znaků hovězího masa při jeho skladování. V experimentální části byly zjišťovány základní analytické hodnoty masa, mezi které patří množství obsahu vody, tuku, bílkovin a kolagenu.

Vzorky, které byly v experimentální části bakalářské práce analyzovány pocházely z farmy Kunclův mlýn. Celkem bylo na této farmě během roku 2018 poraženo 11 kusů skotu a z každého z nich byl následně odebrán vzorek masa. Poté byly vzorky převezeny a zpracovány v laboratoři Katedry kvality zemědělských produktů Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích pomocí přístroje NIR Master. Zjištěná data byla statisticky vyhodnocena a poté porovnávána s dostupnou literaturou.

Sledováním obsahu jednotlivých složek v mase podle věku zvířat došlo ke zjištění statisticky významného rozdílu pouze u množství bílkovin. Stáří má významný vliv na obsah bílkovin, který se s věkem zvyšuje. U ostatních parametrů, které byly sledovány určitý rozdíl existuje, avšak není statisticky významný.

Vyhodnocením délky doby zrání ve vztahu k obsahu jednotlivých složek byl zjištěn určitý rozdíl, který ale nebyl vyhodnocen jako statisticky významný. Doba zrání nemá statisticky významný vliv na sledované parametry jako je obsah vody, tuku, bílkovin a kolagenu. Byl potvrzen fakt, že se obsah kolagenu s prodloužením doby zrání snižoval, tedy doba zrání má pozitivní vliv na kulinární kvalitu masa.

Posouzením obsahu jednotlivých složek v mase během ročního sledu porážek byl určitý rozdíl prokázán, ale nebyl vyhodnocen jako statisticky významný. Roční období a datum porážky nemá statisticky významný vliv na sledované parametry.

7 BIBLIOGRAFIE

- ABRIL, M. et. al, 2001. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science*. **1**(58), 69-78. ISSN 0309-1740.
- BEKHIT, A., D. L. HOPKINS, G. GEESINK a P. FRANKS, 2014. Exogenous Proteases for Meat Tenderization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1012-1031. DOI: 10.1080/10408398.2011.623247.
- BENDA, V., I. BABŮREK a J. ZDÁRSKÝ, 2000. *Biologie II: Nauka o potravinářských surovinách*. 1.vyd. Praha: VŠCHT. ISBN 80-7080-402-5.
- BROŽOVÁ, N., 2011. *Systém hodnocení surovin pro masnou výrobu a optimalizace výběru dodavatele ve zpracovatelském podniku*. České Budějovice. Diplomová práce. Jihočeská univerzita.
- BŘEŽINA, P., A. KOMÁR a J. HRABĚ, 2001. *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin II. část: Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin živočišného původu*. 1.vyd. Vyškov: VVŠ PV. ISBN 80-7231-079-8.
- BUREŠ, D. a L. BARTOŇ, 2010. Vliv plemenné příslušnosti býků na chemické složení a senzoričké charakteristiky masa. *Maso*. **23**(5), 57-60. ISSN 1210-4086.
- CEMPÍRKOVÁ, R., J. LUKÁŠOVÁ a Š. HEJLOVÁ, 1997. *Mikrobiologie potravin*. 1.vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-704-0254-7.
- DRAČKOVÁ, E., J. ŠUBRT a R. FILIPČÍK, 2014. Vliv užitkového typu jalovic na kvalitativní parametry jatečně upraveného těla a hovězího masa. *Maso*. **4**, 26-28. ISSN 1210-4086.
- DVOŘÁK, Z., 1987. *Nutriční hodnocení masa jatečných zvířat*. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. ISBN 04-829-87.
- EVANS, A., 2008. *Frozen food science and technology*. Blackwell Publishing. ISBN 978-1-4051-5478-9.
- FILIPČÍK, R. et. al, 2010. *Šlechtění na masnou užitkovost a aktuální otázky produkce jatečných zvířat: sborník příspěvků = Meat Breeding and Actual Questions of Production of Animals for Slaughter : (proceedings of contributions)*. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen, s. 141-144. ISBN 978-80-7375-430-3.
- FREEMAN, W.H., 1960. *The science of meat and meat production*. 2. dopl.vyd. United States of America: Copyright. ISBN 0-7167-0820-5.
- FRELICH, J. et. al, 2001. *Chov skotu*. 1.vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-7040-512-0.

- FROUZ, M., 1982. *Živočišná výroba 1*. Státní zemědělské nakladatelství.
- GREGORY, G. N. a T. GRANDIN, 2007. *Animal welfare and meat production*. 2nd ed. Cambridge: MA: CABI. ISBN 1845932153.
- HAIJČ, František, Jindřich ČÍTEK a Karel KOŠVANEC, 1995. *Obecná zootechnika*. 1.vyd. Brno: Jihočeská univerzita. ISBN 80-704-0148-6.
- HAMOEN, J.R. a H.M. VOLLEBREGT, 2013. Prediction of the time evolution of pH in meat. *Food Chemistry*. **3**(141), 2363-2372. ISSN 0308-8146.
- HANZELKOVÁ, Šárka, Jana SIMEONOVÁ, David HAMPEL, Aleš DUFEK a Jan ŠUBRT, 2011. *Acta Veterinaria Brno*. **80**(2). DOI: 10.2754/avb201180020191. ISSN 0001-7213.
- HUI, Y.H. et. al, 2001. *Meat Science and Applications*. 1. USA: Copyright. ISBN 0-8247-0548-3.
- INGR, Ivo, 1996. *Technologie masa*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-715-7193-8.
- INGR, Ivo, 2003. *Produkce a zpracování masa*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-715-7719-7.
- JAMES, S. J. a B. JAMES, 2002. *Meat Refrigeration*. 1.st ed. Woodhead Publishing. ISBN 9781855736535.
- JURDOVÁ, M., 2012. *Vliv porážkové hmotnosti skotu na kvalitu hovězího masa*. Brno. Diplomová práce. Mendelova univerzita.
- KADLEC, P., K. MELZUCH a M. VOLDŘICH, 2009. *Technologie potravin: Co byste měli vědět o výrobě potravin?*. 1.vyd. Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-051-4.
- KADLEC, Pavel, 2002. *Technologie potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-708-0509-9.
- KAMENÍK, J., L. STEINHAUSER a P. STEINHAUSEROVA, 2012. Zrání masa aneb jak se svalovina stává masem. *Maso 4*. Praha, 48-52. ISSN 1210-4086.
- KAMENÍK, Josef, 2007. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. ISBN 978-80-7305-723-7.
- KAMENÍK, Josef, Bohumíra JANŠTOVÁ a Alena SALÁKOVÁ, 2014. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-723-7.

- KATINA, J. a F. KŠÁNA, 2012. *HOVĚZÍ A VEPŘOVÉ MASO edice Jak poznáme kvalitu?*. 1. Praha: © Sdružení českých spotřebitelů, o.s. ISBN 978-80-904633-6-3.
- KERRY, J. a D. LEDWARD, 2002. *Meat processing: Improving quality*. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-59124-484-4.
- LÁT, Jaromír, 1984. *Technologie masa*. 2. doplň. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury.
- LAWRIE, R., 1970. *Fleischkunde*. München: BLV-Verlagsgesellschaft. ISBN 0-08-017133-8.
- LAWRIE, R.A. a D.A. LEDWARD, 2006. *Lawrie's meat science*. 7.th.ed. Washington: Woodhead Publishing Limited. ISBN 978-1-84569-159-2.
- LEPETIT, J., A. GRAJALES a R. FAVIER, 2000. Modelling the effect of sarcomere length on collagen thermal shortening in cooked meat: consequence on meat toughness. *Meat Science*. **3**(54), 239-250. ISSN 0309-1740.
- LI, S., G. ZAMARATSKAIA, S. ROOS, K. BATH, J. MEIJER, E. BORCH a M. JOHANSSON, 2015. Inter-relationships between the metrics of instrumental meat color and microbial growth during aerobic storage of beef at 4°C. *Acta Agricultureurae Scandinavica*. copy, **2**(65), 97-106. DOI: 09064702-2015-1072579.
- MATYÁŠ, Z. a J. VÍTOVEC, 1999. *Hygiena výroby a distribuce potravin*. 1.vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-704-0369-1.
- MOESEKE, W. VAN, S. DE SMET, E. CLAEYS a D. DEMEYER, 2001. Very fast chilling of beef: effects on meat quality. *Meat Science*. **1**, 31-37.
- OBUZ, E., L. AKKAYA a M.E. DIKEMAN, 2014. Effects of blade tenderness, aging method and aging time on meat quality characteristics of Lon-gissimus lumborum steaks from cull Holstein cows. *Meat Science*.
- PERRY, N., 2012. Dry aging beef. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 78-80. ISSN 1878-450X.
- PIPEK, P. a M. POUR, 1998. *Hodnocení jakosti živočišných produktů*. 1. Praha: KUFŘ. ISBN 80-213-0442-1.
- PIPEK, Petr, 1991. *Technologie masa 1*. 2. dopl.vyd. Praha: Aleko Praha. ISBN 80-7080-039-9.
- PIPEK, Petr, 1992. *Technologie masa 2*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-708-0143-3.

- PIPEK, Petr a Dana JIROTKOVÁ, 2001. *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů*. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-704-0490-6.
- PRESTON, T.R. a M.B. WILLIS, 1974. *Intensive Beef Production*. Oxford: Pergamon Press.
- ŘÍHA, J., V. JAKUBEC a P. POLÁCH ET AL, 2002. *Využití diferencí mezi masnými plemeny k efektivní produkci*. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen. ISBN 80-903-1430-9.
- SALÁKOVÁ, Alena a Gabriela BOŘILOVÁ, 2014. *TECHNOLOGIE A HYGIENA POTRAVIN ŽIVOČIŠNÉHO PŮVODU –: návody na cvičení*. Brno. ISBN 978-80-7305-731-2.
- SAMBRAUS, Hans, 2001. *Atlas plemen hospodářských zvířat*. 6. dop.vyd. Praha: Brázda , s.r.o. ISBN 80-209-0344-5.
- SIMEONOVÁ, J., S. GAJDŮŠEK a I. INGR, 2003. *SIMEONOVÁ, J., S. GAJDŮŠEK a I. INGR. Zpracování a zbožiznalství živočišných produktů*. . 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 8071577081.
- SIMEONOVÁ, Jana, Stanislav GAJDŮŠEK a Ivo INGR, 2003. *Zpracování a zbožiznalství živočišných produktů*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-715-7708-1.
- STEINHAUSER, Ladislav, 1995. *Hygiena a technologie masa*. Brno: LAST. ISBN 80-900-2604-4.
- STEINHAUSER, Ladislav, 2000. *Produkce masa*. Brno: Last 2000. ISBN 80-900260-7-9.
- STRAKA, I. a L. MALOTA, 2006. *Chemické vyšetření masa (klasické laboratorní metody)*. Tábor: OSSIS.
- ŠTĀLÍK, Josef, 1965. *Technologie zpracování masa*. Praha: ÚVÚPP.
- ŠUBRT, J. et. al, 2007. Kvalita hovězího masa po jeho zrání. In: *Sborník příspěvků z konference "Den masa 2007"*. Praha: ČZU: Katedra speciální zootechniky, s. 82-84. ISBN 978-80-213-1645-4.
- ŠUBRT, J. a J. HROUZ, 2000. *Obecná zootechnika - návody do cvičení*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-429-5.
- VACLAVIK, V. a E.W. CHRISTIANOVÁ, 2008. *Essential of food science*. 3th edition. New York: Springer. ISBN 03-876-9939-2.

VELÍŠEK, J. a J. HAJŠLOVÁ, 2009. *Chemie potravin I.* 3. dopl.vyd. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-17-6.

VITALE, M., M. PÉREZ-JUAN, E. LLORET, J. ARNAU a C.E. REALINI, 2014. 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 package270-. *Meat Science* [online]. 1(96), 270-277 [cit. 2019-03-27]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.07.027. ISSN 03031740.

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

WU, J., T. DUNTSOON a Z. CARPENTER, 1981. Effect of postmortem time and temperature on the release of lysosomal enzymes and their possible effect on bovine connective tissue components of muscle. *Journal of Food Science.* 1132-1135. ISSN 0021-1147.

ZAHRÁDKOVÁ, R. et al, 2009. *Masný skot: od A do Z.* 1. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu. ISBN 978-80-254-4229-6.

ZÁKON O POTRAVINÁCH A TABÁKOVÝCH VÝROBCÍCH A O ZMĚNĚ A DOPLNĚNÍ NĚKTERÝCH SOUVISEJÍCÍCH ZÁKONŮ, 1997. In: . ročník 1997, číslo 110.

ZATOČIL, Oldřich a Jaroslav GILKA, 1964. *Barva masa a masných výrobků.* Praha: Státní nakladatelství technické literatury.

ŽIŽLAVSKÝ, Jiří, 2002. *Chov hospodářských zvířat.* 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-715-7615-8.

Internetové zdroje:

BARVA MASA [online], 2001. **2001**(4) [cit. 2019-03-09].

COLLE, M.J., R.P. RICHARD, K.M. KILLINGER, J.C. BOHLSCHEID a A.R. GREY, 2015. Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from the gluteus medius and longissimus lumborum. *Meat Science* [online]. (110), 32-39 [cit. 2019-03-26]. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174018309628#bb0025>

ČEPELÍKOVÁ, K., 2012. *To nejlepší maso není ani čerstvé ani krásně růžové* [online]. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://www.vitalia.cz/clanky/nejlepsi-maso-neni-cestve/>

HANNULA, T. a E. PUOLANNE, 2004. The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7 °C. *Meat Science* [online]. 403-408 [cit. 2019-03-27]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2003.11.012. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030917400300322X>

JOHNSON, A., 2009. *The Role of Red Meat in a Healthy New Zealand Diet* [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: http://www.beeflambnz.co.nz/resources/Role_of_Red_Meat_Report.pdf

MASO, , 2018. *MASO* [online]. 2018 [cit. 13.7.2018]. Dostupné z: <https://www.maso.cz/produkce-masa-v-cr-v-roce-2017/>

SAVELL, J.W., 2015. *Principles of Meat Science: Meat color* [online]. 126-131 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://meat.tamu.edu/ansc-307-honors/meat-color/>

SPOTŘEBA, POTRAVIN, 2016. Spotřeba potravin. *Český statistický úřad* [online]. Praha [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2015>

U.S. Department of agriculture [online], 2013. USA [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.usda.gov/>

8 PŘÍLOHY

8.1 Seznam vzorků

Vzorek č.	Porážka	Stáří (měsíce)	Zrání (dny)
1	8.3.2018	24	15
2	8.3.2018	24	15
3	8.3.2018	22	24
4	17.5.2018	22	23
5	17.5.2018	16	23
6	17.5.2018	15	23
7	17.5.2018	14	23
8	17.5.2018	16	14
9	6.9.2018	20	25
10	6.9.2018	17	25
11	6.9.2018	19	19

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1: Chemické složení čisté svaloviny:	12
Tabulka 2: Pro porovnání tabulka chemického složení hovězího masa z různých částí těla skotu [%].	13
Tabulka 3: Chemické složení savčího svalu	15
Tabulka 4: Obsah vitamínů v mase a orgánech (mg.kg -1)	16
Tabulka 5: Obsah minerálních látek v mase (mg.kg -1)	17
Tabulka 6: Rozdíl myoglobinu vzhledem k věku zvířat	23
Tabulka 7: Rozdíly myoglobinu v rámci druhu	23
Tabulka 8: Teploty užívané v chladírnách a údržnost masa	29
Tabulka 9: Výsledky měření základních analytických hodnot	35
Tabulka 10: Rozdělení vzorků dle věku.....	38
Tabulka 11: Průměrný obsah jednotlivých složek podle věku zvířete.....	38
Tabulka 12: Rozdělení vzorků podle délky zrání	42
Tabulka 13: Průměrný obsah jednotlivých složek podle délky zrání	42
Tabulka č. 14: Rozdělení vzorků podle ročního období	47

8.3 Seznam grafů

Graf č. 1 Spotřeba masa v České republice od roku 1989 - 2017	12
Graf č. 2: Vyhodnocení množství obsahu vody	39
Graf č. 3: Vyhodnocení množství obsahu tuku	40
Graf č. 4: Vyhodnocení množství obsahu bílkovin a kolagenu	41
Graf č. 5: Vyhodnocení množství obsahu vody	43
Graf č. 6: Vyhodnocení množství obsahu bílkovin a kolagenu	44
Graf č. 7: Vyhodnocení množství obsahu tuku	46
<i>Graf č. 8: Vyhodnocení množství obsahu vody</i>	<i>48</i>
Graf č. 9: Vyhodnocení množství obsahu tuku	48
Graf č. 10: Vyhodnocení množství obsahu bílkovin a kolagenu	49

8.4 Seznam obrázků

Obrázek 1: Vliv pH na vaznost	21
Obrázek 2: Dynamika obsahu glykogenu a kyseliny mléčné ve svalovině poraženého zvířete	25
Obrázek 3: Schéma posmrtné kontrakce a posmrtného ztuhnutí	26
Obrázek 4: Průběh pH u normálního, PSE a DFD masa.....	29
Obrázek 5: Vzorky masa	33
Obrázek 6: Petriho miska s homogenním vzorkem	34