

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



**Vliv pánevního zavěšení jatečného skotu na složení
jatečného těla, fyzikální a sensorické charakteristiky
hovězího masa**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Veronika Němcová

Obor studia: Výživa a potraviny

Vedoucí práce: Ing. Daniel Bureš, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "**Vliv pánevního zavěšení jatečného skotu na složení jatečného těla, fyzikální a senzorické charakteristiky hovězího masa**" jsem vypracovala samostatně, pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12. 4. 2018

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu diplomové práce, Ing. Danielu Burešovi, Ph.D. za vstřícnost, ochotu a odborné vedení při zpracování této diplomové práce.

Vliv pánevního zavěšení jatečného skotu na složení jatečného těla, fyzikální a senzorické charakteristiky hovězího masa

Souhrn

Cílem předložené práce bylo porovnání vlivu způsobu zavěšení jatečné půlky skotu, bezprostředně po porážce, na zrání masa. Porovnávány byly rozdíly ve složení jatečného těla a ve fyzikálních, technologických a organoleptických vlastnostech při zavěšení za Achillovu šlachy a za pánevní kost.

Jalovice plemene gasconne určené pro experiment pocházely ze stáda masného skotu z farmy Královice. Poraženo bylo šest kusů v průměrném věku 24 měsíců na jatkách Výzkumného ústavu živočišné výroby, v.v.i. v Praze – Uhřetěvesi. Jatečné půlky byly pověšeny za Achillovu šlachy (pravá polovina) a za pánevní kost (levá polovina) v chladárně při teplotě +4 °C do 1 hodiny od omráčení a vykrvení. Po 48 hodinách chlazení byly zaznamenány hmotnosti zchlazených jatečných půlek, u kterých byl proveden technologický rozbor. Z obou chlazených půlek každého ze šesti zvířat byly odebrány vzorky pro fyzikální, technologickou a senzorickou analýzu ze svalu *longissimus lumborum*, *semitendinosus*, a *biceps femoris*.

Z výsledků práce vyplývá, že způsob zavěšení jatečné půlky po porážce nemá vliv na výtěžnost jednotlivých tkání v zadní jatečné čtvrti. Pánevní zavěšení příznivě ovlivňuje některé fyzikální vlastnosti masa, zejména instrumentálně měřenou křehkost vzorků masa. Vzorky svalů pocházející ze čtvrti zavěšené za pánev dosáhly příznivějšího senzorického hodnocení pro křehkost, žvýkatelnost a celkovou přijatelnost, naopak v charakteristikách vůně a chuti rozdíly zjištěny nebyly.

Z výsledků prezentovaných v této práci je zřejmé, že alternativní způsob zavěšení jatečných půlek či čtvrtí za pánevní kost může přispět ke zlepšení organoleptických vlastností hovězího zadního masa po krátké době zrání.

Klíčová slova: hovězí maso, jatečný rozbor, technologické vlastnosti, senzorická analýza

Influence of pelvic suspension of beef carcasses on carcass composition, physical traits and sensory characteristics

Summary

The objective of this diploma thesis was to evaluate the effect of different carcass suspension on carcass composition, physical, technological and organoleptic characteristics of beef from three muscles.

Total six Gascon heifers used in this experiment were grown in a herd of beef cattle in farm Královice. The heifers were slaughtered in an average age of 24 months in the experimental slaughterhouse of Institute of Animal Science – Uhřetěves and carcass sides were hung either by the Achilles tendon (right side) or the pelvic bone (left side). The carcass sides were suspended in a cold store at a temperature of +4 °C till one hour after stunning and bleeding. After chilling for 48 hours, cold carcass weights were recorded, and the carcass sides were divided into standardised joints. The joints from the hind quarter were separated into lean meat, bones, tendons, and separable fat. Samples from *longissimus lumborum*, *semitendinosus*, and *biceps femoris* were taken for physical, technological and sensory analysis. Different carcass side suspension did not affect carcass composition and meat yield. Pelvic suspension reduced instrumental meat toughness (Warner – Bratzler shear force) measured in grilled meat with four days of ageing. Samples from the left side (pelvic suspension) assessed by a sensory panel were evaluated more favourable for tenderness, chewiness and overall acceptability than samples from the right side (Achilles tendon suspension). This study clearly shows the benefits of pelvic suspension, which improves some physical and organoleptic properties of beef with a short ageing period.

Keywords: beef, carcass hanging, carcass composition, physical properties, sensory analysis

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Chov skotu	10
3.1.1 Dělení užitkových typů skotu.....	11
3.1.1.1 Plemeno gasconne.....	12
3.2 Maso 13	
3.2.1 Složení masa.....	13
3.2.1.1 Svalová tkáň.....	15
3.2.2 Spotřeba a produkce hovězího masa	15
3.2.3 Posmrtné změny svaloviny	18
3.2.3.1 Prae rigor.....	19
3.2.3.2 Rigor mortis	19
3.2.3.3 Zrání masa	20
3.2.3.4 Hluboká autolýza	20
3.2.4 Ovlivnění zrání.....	21
3.2.5 Elektrostimulace.....	22
3.2.6 Vlastnosti masa	23
3.2.6.1 Barva masa	23
3.2.6.2 Vůně masa.....	24
3.2.6.3 Chuť masa	24
3.2.6.4 Textura masa	25
3.2.7 Pánevní zavěšení	26
3.2.8 Délka sarkoméry	27
3.2.9 Vykostění za tepla	28
3.2.10 Balení	29
3.2.11 Senzorická analýza hovězího masa.....	29
4 Materiál a metodika.....	30
4.1 Zvířata	30
4.2 Jatečný rozbor	31
4.3 Odběr vzorků pro fyzikální a senzorickou analýzu	31
4.4 Měření fyzikálních vlastností	33
4.5 Instrumentální tuhost masa	33

4.6 Odkap	34
4.7 Vaznost masa	34
4.8 Senzorická analýza.....	34
4.9 Statistická analýza.....	36
5 Výsledky	37
5.1 Jatečný rozbor	37
5.2 Fyzikální vlastnosti.....	39
5.3 Senzorická analýza.....	42
6 Diskuse	49
6.1 Fyzikální vlastnosti masa.....	49
6.1.1 Fyzikální vlastnosti významně ovlivněné pánevním zavěšením	49
6.2 Organoleptické vlastnosti masa	50
6.2.1 Organoleptické vlastnosti významně ovlivněné pánevním zavěšením	50
6.2.2 Celkové hodnocení organoleptických vlastností.....	51
7 Závěr.....	52
8 Seznam literatury	53
9 Seznam zkratk	61

1 Úvod

Chov skotu je nejvýznamnějším odvětvím zemědělství pro zabezpečení výživy obyvatelstva. V České republice má staletou tradici, kdy kromě mléčné a masné produkce byla využívána také jeho tažná síla (Bureš, 2017).

Početní stavy skotu mají za poslední léta podle ČSÚ vzrůstající trend. V současné době je celkový počet kusů skotu 1,4 miliónů, z toho krávy bez tržní produkce mléka (BTPM) čítají 211 000 kusů. Konkrétně za období 2012 – 2016 narostl celkový počet kusů skotu, počet krav s tržní produkcí mléka zůstal nezměněn a stavy skotu BTPM se zvýšily (Kvapilík et al., 2017).

V České republice se ale spotřeba hovězího masa snížila na 7,5 kg na osobu na rok. Toto snížení je způsobeno i částečnou změnou životního stylu konzumentů a upřednostňování rychlejší přípravy jídel z kuřecího nebo vepřového masa (Roubalová et Vodička, 2015). Podle Bureše (2017) je zvýšená spotřeba kuřecího masa na úkor masa hovězího odrazem charakteru těchto druhů masa. Hovězí maso může zaujmout lepší kvalitou v porovnání s levnějším vepřovým či kuřecím masem.

K dosažení dobré kvality a kulinární úpravy je u hovězího masa nutné vybrat správnou partii a mít maso vyztřalé. Proces zřání způsobí křehkost masa, rozštěpení kolagenu, zvýšení rozpustnosti bílkovin a vaznosti, což jsou nejdůležitější faktory ovlivňující technologické vlastnosti masa. Obecně řečeno je zřání masa proces, který probíhá více jak 2 týdny (Jůzl et Müllerová, 2017). Bureš a Bartoň (2009) ukazují, že v České republice nemá zřání hovězího masa tradici a spotřebitelé o něm nejsou dostatečně informováni. To může být možnou příčinou nižší spotřeby hovězího masa oproti masu jiných druhů.

Jednou z možností zlepšení kulinárních vlastností hovězího masa a jeho přijatelnosti pro spotřebitele je v ČR dosud neprověřené pánevní zavěšení při zřání masa. Hovězí maso se nechává ve čtvrtích viset za pánevní kost kratší dobu než u klasického zřání.

Steinhauserová (2000) ukazuje, že elektrostimulací lze také zlepšit texturu a křehkost hovězího masa. Tato metoda spočívá ve zrychlení postmortální glykolýzy, která umožňuje rychlé zchlazení jatečného kusu, aniž by došlo ke krácení masa chladem. Touto technikou se doba zřání masa zkracuje na 4 dny.

2 Cíl práce

Cíl práce:

Cílem práce je vyhodnotit vliv způsobu zavěšení jatečné půlky skotu po porážce na charakteristiky složení jatečného těla, fyzikální a organoleptické vlastnosti masa vybraných svalů kýty a roštěnce.

Hypotéza:

Složení jatečného těla, fyzikální a senzorické charakteristiky masa tří vybraných svalů kýty a roštěnce budou v důsledku rozdílného průběhu postmortálních změn v mase ovlivněny způsobem zavěšení jatečné půlky.

3 Literární rešerše

3.1 Chov skotu

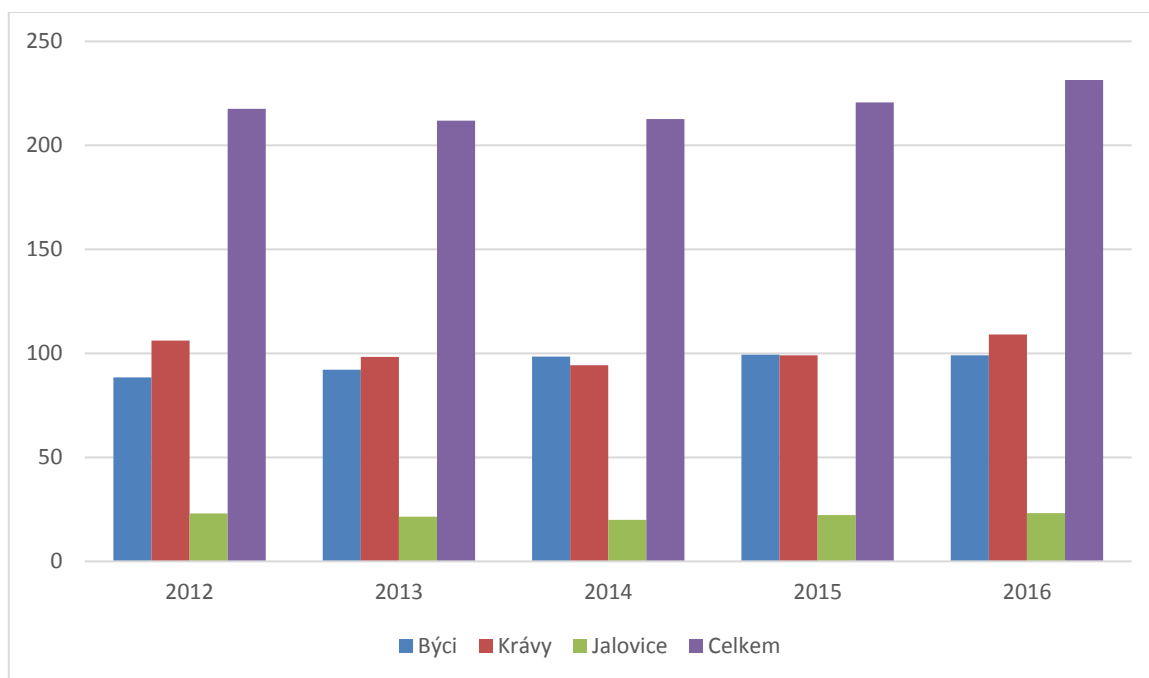
Po celém světě můžeme zaregistrovat více než 300 mléčných a jatečných plemen skotu. Mléko původních nešlechtěných plemen bylo určeno pouze pro výživu telete. Postupným šlechtěním se podařilo prodloužit laktaci krav a získat tak dostatečnou produkci mléka, které mohlo být využito jako potravina pro člověka. Dalším šlechtěním z původně masných plemen vznikají plemena s kombinovanou užitkovostí a dále pak s jednostrannou, masnou nebo mléčnou užitkovostí (Žižlavský, 2006).

V České republice se chová masný skot od roku 1990 (Stupka et al., 2013). Zejména v posledních letech došlo ke změně ve struktuře užitkových typů skotu. Dříve byla chována v českých zemích plemena s trojstrannou užitkovostí – maso, mléko, tah. V poválečném období se přešlo na kombinovaný skot s dvojstrannou užitkovostí – maso, mléko. V současné době je zaznamenáno rozšíření v chovu krav bez tržní produkce mléka (Stupka et al., 2013).

Chov masného skotu, tedy skotu bez tržní produkce mléka je jedinou kategorií hospodářských zvířat, která zaznamenává dlouhodobý pozitivní vývoj. Stavby masného skotu se zvyšují (za posledních 10 let o 40 %) a naproti tomu dochází ke snížení počtů dojených krav. Méně příznivé už je ale zjištění, že například v roce 2016 bylo vyvezeno z ČR do zahraničí 259 tisíc kusů živého skotu (91,4 tisíc tun masa) a přivezeno bylo 34 tisíc tun hovězího masa. Pokud se týká obchodu pouze s hovězím masem, tak v ČR stále převažuje jeho dovoz. Opačná situace je v obchodu s živým skotem. Aby bylo možné udržet stávající stavby skotu BTPM, je zapotřebí kladné rentability, což si klade za cíl každý chovatel (Syrůček et al., 2013).

Podle Kvapilíka et al. (2015) a (2017) vzrostl počet poražených kusů skotu za rok za sledované období 2012 – 2016 zejména u býků a krav (viz. graf č. 1).

Graf 1: Porážka jednotlivých kategorií skotu (tis. kusů) v letech 2012 – 2016



3.1.1 Dělení užitkových typů skotu

Podle Žižlavského (2006) rozdělujeme skot v současné době mezi 3 užitkové typy. Mléčná, masná a kombinovaná plemena, přičemž poslední zmiňovaná jsou charakterizována kompromisem ve směru jedné nebo druhé užitkové vlastnosti.

Stupka et al. (2013) uvádí, že mléčná plemena jsou chována především pro produkci mléka, určeného k prodeji do mlékáren ke zpracování. Produkce mléka je závislá na genetických vlivech, ale i na vnějším prostředí, zejména pak na krmné dávce (Toušová, 2002). Mezi tato plemena řadíme holštýnský skot včetně red – holštýnského, brown swiss, jersey, guernsexy a ayshirský skot (Kučera, 2011).

Podle Stupky et al. (2013) kombinovaná plemena dosahují nižší užitkovosti mléčné než plemena mléčná, ale lépe jsou na tom v užitkovosti masné. Příkladem plemene kombinovaného je Český strakatý skot. Toto plemeno vzniklo ve Švýcarsku ze siementálského a bernského skotu (Hofírek et al., 2009). Má střední a větší tělesný rámec, silné kosti a dobré osvalení. Barevná kombinace zvířat je světle žlutá až tmavě červená s bílou (Mikšík et Žižlavský, 2005). Kučera (2011) uvádí, že dalšími zástupci plemen s kombinovanou užitkovostí je rakouský strakatý skot, montbeliard, strakatý skot – fleckvieh a švýcarský hnědý skot.

Masná užitkovost charakterizována jatečnou hodnotou a výkrmností (Nová, 2002). Mezi masná plemena můžeme zařadit například plemeno galoway, skotský náhorní skot, aberdeen – angus, hereford, limousine, piemontese, gasconne, charolais nebo plavý akvitánský skot (Vaněk, 2002).

3.1.1.1 Plemeno gasconne

Plemeno původem z Francie, zejména rozšířené v oblasti Pyrenejí. Je zařazováno do skupiny rustikálních plemen, může být chováno v náročných horských podmínkách, kde kvalita pastevního porostu není příliš vysoká (Bartoň et Bureš, 2010).

Původní využití tohoto plemene bylo trojstranné (mléko, maso, tah). V současné době je šlechtění plemene gasconne zaměřeno na jednostrannou masnou užitkovost v extenzivních podmínkách. Plemenná kniha byla založena v roce 1894 (Zahrádková et al., 2009).

Zvířata mají pláštově světle šedou až stříbrnou srst, přičemž telata se rodí v barvě bílé kávy a během prvního půl roku života přebarvují. Černé sliznice poskytují zvířatům toleranci k slunečnímu záření a zabraňují přenosu infekčního zánětu spojivek. Plemeno je středního tělesného rámce a v dospělosti dosahují krávy průměrné hmotnosti 660 kg a býci 1000 kg. Díky svým dobrým vlastnostem, jako je například odolnost vůči extrémnímu klimatu a změnám ve výživě a schopnost pást se i na chudé vegetaci na strmých svazích hor, je plemeno gasconne řazeno mezi plemena rustikální. Příčinou těchto dobrých vlastností jsou tvrdé podmínky v oblasti původu plemene. K dalším přednostem plemene patří dobré končetiny umožňující zvířatům překonávat velké vzdálenosti nepříznivým terénem, snadné telení, mateřské vlastnosti, dlouhověkost a ovladatelnost (Zahrádková et al., 2009).

Bartoň a Bureš (2012) prováděli výkrmový experiment a u plemene gasconne bylo zaznamenáno nejpříznivější využití krmiva na tvorbu jednoho kilogramu přírůstku. Dále se plemeno vyznačuje nejvyšší zmasilostí a zároveň nejnižší protučnělostí.

3.2 Maso

Maso je v užším slova smyslu kosterní svalová tkáň jatečně upravených těl zvířat vnímaná buď jako samotná svalová tkáň, nebo jako svalová tkáň včetně tuku, cév, nervů a vazivových částí (Hocquette et al., 2012). Podle Zapletala (2015) jsou za maso v širším slova smyslu považovány veškeré tkáně těla zvířete, které lze využít jako potravinu pro člověka. Řadí se sem tedy i požitelné vnitřnosti – játra, ledviny, pankreas, střeva apod. U savců se označují jako droby, u ptáků jako drůbky. Dále se sem řadí podkožní a vnitřní tělesné buňky obalující vnitřnosti a intermuskulární a intramuskulární tuk. Podle Steinhausera (2014) je maso kosterní svalovina savců a ptáků uznaných k lidské konzumaci s přirozenými tkáněmi, jejichž podíl nesmí překročit dané limity.

3.2.1 Složení masa

Bureš (2017) uvádí, že pro kvalitu masa a její hodnocení je důležitý chemický rozbor masa. Hodnocení je i přesto značně obtížné, protože maso je heterogenní systém. Důležitá je proto jatečná partie, název svalu nebo jeho části. Samotné chemické složení je závislé na druhu nebo plemeni zvířete. Dále pak na topografii svalové tkáně a vnějších či vnitřních vlivech. Důležitější než vlastní sval, je přítomnost jeho okolních tkání, tukové a pojivové. Dále složení svalu závisí na pohlaví, věku, kategorii zvířete, funkci svalu a jeho zatížení a umístění v organismu, způsobu výživy i celkovém zdravotním stavu jedince.

Markus et al. (2011) uvádí, že hlavní složkou masa je voda (75 %). Další vysoce zastoupenou složkou jsou bílkoviny (20 %), tuky (3 – 6 %) a cukry (1 %).

Bílkoviny v hovězím mase jsou vysoce stravitelné a poskytují všechny esenciální aminokyseliny. Kvalita těchto živočišných bílkovin je mnohem vyšší než bílkovin rostlinných (Bartoň et Bureš, 2009). Bílkoviny v mase dělíme podle rozpustnosti (ve vodě/solných roztocích) do tří skupin – sarkoplazmatické, myofibrilární a stromatické. Rozdílná rozpustnost bílkovin je využívána v masném průmyslu při tvorbě struktury masných výrobků a při izolaci svalových bílkovin (Pipek, 1995). Čistými svalovými bílkovinami rozumíme sarkoplazmatické a myofibrilární. Ty úzce souvisí s organoleptickými vlastnostmi masa (Markus et al., 2011).

Sarkoplazmatické bílkoviny jsou rozpustné ve vodě nebo slabých vodných roztocích solí (Pipek, 1995). Do této skupiny bílkovin řadíme hlavně hemová barviva, hemoglobin a myoglobin, která jsou zodpovědná za červené zbarvení masa a krve. Také obsahují železo,

kteřé je důležitou minerální látkou ve výživě skotu (Markus et al., 2011). Význam sarkoplazmatických bílkovin z hlediska technologie je poměrně malý. Denaturují při tepelném opracování, takže se podílí na vytvoření pevné textury tepelně opracovaného masa (Pipek, 1995).

Myofibrilární bílkoviny ovlivňují vlastnosti masa i průběh posmrtných změn ve svalu. Vážou největší podíl vody v mase, jsou zodpovědné za průběh posmrtných změn ve svalu (Pipek, 1995). Hlavními zástupci této skupiny jsou aktin (50 %) a myosin (20 %). Tyto dvě myofibrilární bílkoviny se podílí na svalové kontrakci. Dále do této skupiny řadíme tropomyosin, troponin, conectin, desmin a nebulin (Markus et al., 2011).

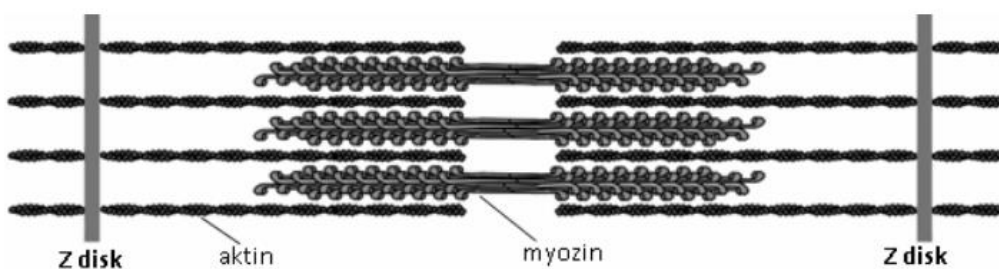
Stromatické bílkoviny jsou nazývány též bílkoviny pojivových tkání. Vyskytují se především ve vazivech, šlachách, kůži a kostech. Tyto bílkoviny jsou důležité pro podporu organismu, mechanická ochrana a úpon svalů (Pipek, 1995). Hlavním zástupcem je kolagen, který při zahřátí tvoří želatinu nebo kliš. Do stromatické skupiny bílkovin dále patří elastin, retikulin, keratiny, muciny a mukoidy (Markus et al., 2011). Z výživového hlediska mohou být stromatické bílkoviny označovány za neplnohodnotné, protože neobsahují všechny esenciální aminokyseliny, například tryptofan a cystein (Pipek, 1995).

Lipidy jsou ve svalovině ve formě tukových buněk, které se nachází mezi svalovými vlákny a snopci – tzv. mramorování masa, nebo jako strukturální fosfolipidy a cholesterol, které jsou součástí buněčných membrán (Bartoň et Bureš, 2009). Podle Bartoně et al. (2013) je maso důležitým zdrojem vitaminů zejména skupiny B, minerálních látek (např. železo a zinek). Bureš (2017) uvádí, že hovězí maso je také zdrojem draslíku, vápníku a hořčíku. Vápník hraje důležitou roli ve svalové kontrakci a v reakci srážení krve. Též je strukturální složkou kostí.

Maso hraje ve výživě člověka jen těžce zastupitelnou roli, zejména pak ve výživě dětí (Ingr, 2004). Podle Bartoně a Bureše (2009) je u moderního spotřebitele velmi důležitou vlastností potravin jejich nutriční hodnota. V současné době je nejvíce konzumována libová svalovina s nízkým podílem podkožního a mezisvalového tuku. Hovězí maso bývá často kvůli vysokému obsahu nasycených mastných kyselin v tukové tkáni kritizováno. Například kyselina palmitová a myristová zvyšují hladinu cholesterolu v krvi a mohou tím způsobit vznik srdečně – cévních onemocnění. Zároveň je třeba říci, že hovězí maso je zdrojem některých omega – 3 polynenasycených mastných kyselin a konjugované kyseliny linolové. Ty mají naopak příznivé účinky na zdraví člověka.

3.2.1.1 Svalová tkáň

Maso je tvořeno příčně pruhovanou svalovinou, která vytváří společně se skeletem pohybový aparát. Ten je ovládán somatickým nervstvem, má příčné pruhování, kontrahuje rychle a ke kontrakci potřebuje velké množství energie (Pipek, 1995). Základní stavební jednotkou je svalové vlákno, které má válcovitý tvar a je tvořeno velkými buňkami, označovanými jako soubuní. Povrch svalového vlákna je tvořen sarkolemou (Gautier, 1969). Svalová vlákna mohou být široká v rozmezí 10 – 100 μm . Cytoplasma ve svalovém vlákně (sarkoplasma) se skládá z vysoce organizovaných myofibril, které se podílí na kontrakci svalu. Struktury myofibril jsou tvořeny sarkomerami, způsobujícími pruhovaný vzhled svaloviny. Sarkomera (obr. 1 a 3) je úsek mezi dvěma Z-liniami, kde se střídají úseky silnější (A-proužky - anizotropní, tlustá filamenta) s tenčími úseky (I-proužky – izotropní, tenká filamenta). Tenká filamenta jsou složena z proteinu aktin a tlustá z myosinu. Myosin je tvořen ze 2 těžkých a 4 lehkých řetězců uspořádaných do tvaru hlavičky s tyčinkovitým koncem. Svalová vlákna se rozlišují na vlákna typu I (červená s pomalou kontrakcí a největší odolností proti vyčerpání), vlákna typu IIB (bílá s rychlou kontrakcí). Mezi vlákny I a IIB jsou vlákna IIA (červená s rychlou kontrakcí) a v rámci skupiny IIB lze ještě vyčlenit vlákna IIX. Rychlost kontrakce vláken se zvyšuje v pořadí I, IIA, IIX, IIB. Rychlost kontrakce je určena hlavně aktivitou enzymu ATPázy (Kameník et al., 2014a). Délku i průměr svalových vláken ovlivňuje například druh zvířete, pohlaví, plemeno, věk nebo pohybová aktivita zvířete (Yambayamba et Price, 1991).



Obrázek 1: Sarkomera (Bártová, 2014)

3.2.2 Spotřeba a produkce hovězího masa

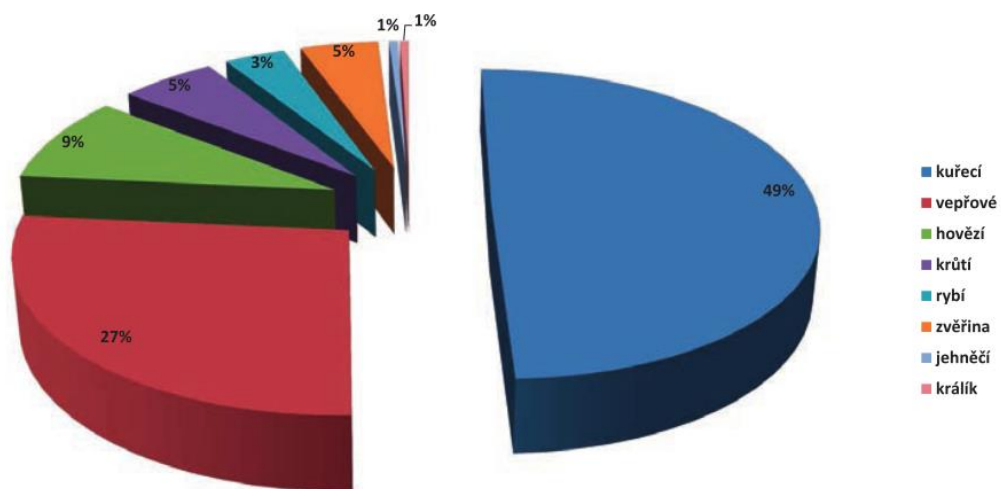
Lidé konzumují maso po více než 15 tisíc generací. Původně ho chápali jako zdroj energie pro vykonávání těžké fyzické práce, ale v současné době konzumenti kladou důraz na pestrost jídelníčku, sensorické a estetické vlastnosti masa atd. (Bureš, 2017).

Ve světě se spotřeba masa neustále zvyšuje a je ovlivněna zejména hospodářskou vyspělostí jednotlivých zemí (Furnols et Guerrero, 2014). Celková spotřeba všech druhů masa je ovlivňována v jednotlivých zemích celou řadou faktorů, jako je například rozvinutost zemědělské výroby a hospodářství, kupní síla obyvatel, stravovací návyky nebo náboženství (Bartoň, Bureš, 2009). V naší oblasti se zejména konzumuje vepřové a hovězí maso. Hodně rozšířená je konzumace drůbežního masa a na oblibě nabývá i zvěřina (Bureš, 2017). Podle ČSÚ se celková spotřeba hovězího masa v ČR v roce 2016 zvýšila (za poslední 4 roky) na 130 tis. tun živé hmotnosti. Spotřeba hovězího masa na osobu za rok se (od roku 2012) také zvýšila a to na 8,6 kg (Kvapilík et al., 2017). Pokud vezmeme v úvahu spotřebu masa od roku 1990 tak u hovězího masa klesla spotřeba z 28,4 kg/os/rok na 8,6 kg/os/rok. Když se podíváme na rozdíly s rokem 1936, tak celková spotřeba masa na 1 obyvatele je zhruba dvojnásobná. Trendy spotřeby jednotlivých druhů masa jsou však rozdílné. Vepřové maso zaznamenalo cca trojnásobný nárůst spotřeby, přičemž za posledních 5 let se spotřeba výrazně neměnila. Drůbeží maso zaznamenalo přibližně devítinásobné zvýšení spotřeby na obyvatele za rok a za posledních 5 let byl nárůst velmi výrazný. Spotřeba hovězího masa narůstala do 80. let, poté stagnovala a v posledních letech výrazně klesá. Obecně můžeme říci, že nárůst spotřeby drůbežního masa na úkor poklesu spotřeby masa hovězího je odrazem charakteru obou druhů masa, což je kvalita, obtížnost kulinární úpravy atd. (Bureš, 2017). Panovská et al. (2008) uvádí, že pokles spotřeby hovězího masa lze dávat za příčinu především ceně, ve srovnání s vepřovým i kuřecím masem, nevyrovnané kvalitě a informacím o negativním vlivu hovězího masa na lidský organismus.

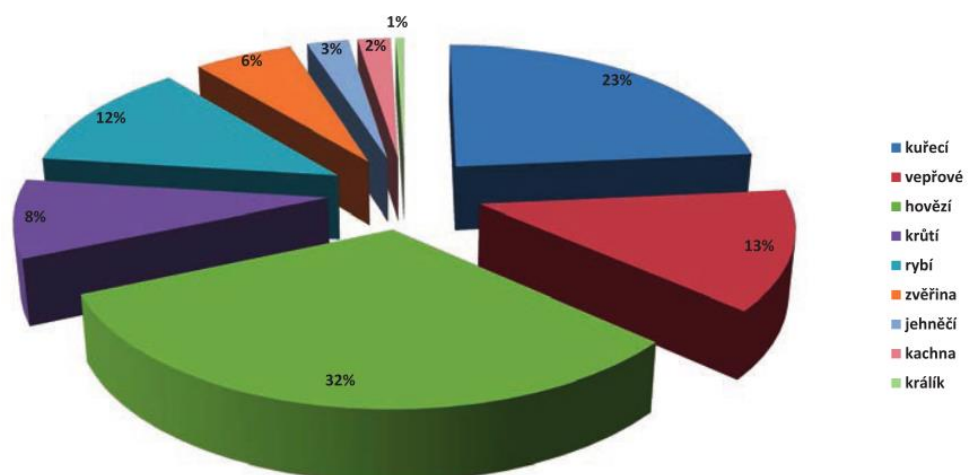
Podle Roubalové a Vodičky (2015) je produkce hovězího masa dlouhodobě určována především poptávkou na domácím trhu a možnostmi vývozu hovězího masa a zejména živého skotu na zahraniční trhy. Vliv zde má také ekonomika chovu a výše evropských a národních dotačních opatření.

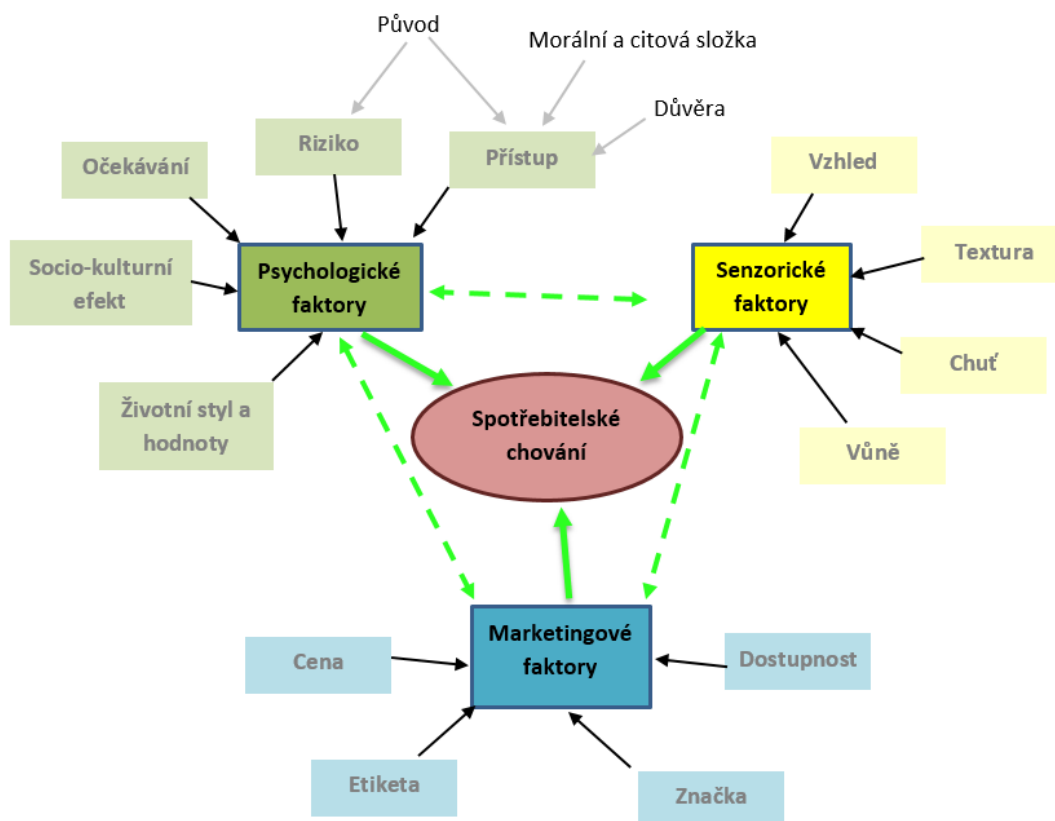
V grafu č. 2 můžeme vidět výsledky studie nejčastěji konzumovaného druhu masa, která byla provedena pomocí dotazníků na České zemědělské univerzitě v Praze, Vysoké škole chemicko – technologické v Praze a ve Výzkumném ústavu živočišné výroby v Uhřetěvsi. Kdy se za nejčastěji konzumovaných kuřecím masem a vepřovým masem umístilo maso hovězí jako třetí nejčastěji konzumované. Graf č. 3 znázorňuje oblíbenost jednotlivých druhů masa, kde hovězí je druhem nejoblíbenějším (Bureš et al., 2018). Na obrázku č. 2 jsou zaznamenány faktory ovlivňující chování spotřebitele (Furnols et Guerrero, 2014).

Graf 2: Nejčastěji konzumované maso



Graf 3: Nejoblíbenější druhy masa





Obrázek 2: Multidisciplinární model hlavních faktorů, které ovlivňují chování spotřebitelů v potravinářství (Furnols et Guerrero, 2014)

3.2.3 Posmrtné změny svaloviny

Postmortální procesy začínají okamžikem usmrcení zvířete. V tomto okamžiku dojde ke změnám v enzymových reakcích ve svalovině. Krevní oběh je přerušen, a tak se ve tkáních brzy projeví nedostatek kyslíku a reakce aerobní přejdou na anaerobní. V energetické bilanci látkové přeměny dojde ke změnám (Bureš, 2017).

Anaerobní glykolýzou dochází ke vzniku kyseliny mléčné. Tuto kyselinu není možné resyntetizovat v játrech kvůli přerušenému krevnímu oběhu, dochází tak k rychlému ubývání zásob glykogenu. Zároveň se hromadí kyselina mléčná ve svalech a způsobuje okyselování (Pipek, 1995). Dochází tedy k poklesu pH, který má společně s působením proteolytických enzymů za následek fragmentaci dlouhých bílkovinných řetězců a příznivě se projevuje ve zvyšování křehkosti masa (Bureš et Bartoň, 2009). Pipek (1995) uvádí, že postmortální změny probíhají ve čtyřech stádiích. Kameník et al. (2014a) ale upozorňuje, že rozdělení do fází je pouze pomocné hledisko, protože proces zrání masa začíná ihned po porážce.

3.2.3.1 Prae rigor

V této fázi má maso vysokou vaznost i teplotu (35 – 40 °C). Maso je měkké díky vysoké koncentraci ATP a disociovanému aktinu a myosinu (Drdák et al., 1996). Nedochází k uvolňování vody z masa a je proto vhodné ke zpracování na mělněné masné výrobky. V této fázi dochází k uvolnění vápenatých iontů ze sarkoplazmatického retikula do prostoru myofibril, způsobené propustností membrán ve svalech. Když dojde k poklesu pH a koncentrace ATP, hromadí se vápenaté ionty v prostoru myofibril. Zvýšením koncentrace těchto iontů je vyvolána kontrakce, pokud je k dispozici dostatečné množství ATP (Pipek, 1995). Vytvářejí se tzv. rigor vazby mezi aktinem a myosinem. Tento stav nastává při koncentraci ATP 1 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ při pH 5,9. Svalovina je stále tužší a nastupuje druhá fáze (Kameník, 2014b). Podle Stupky et al. (2013) je délka této fáze asi 8 hodin po porážce.

3.2.3.2 Rigor mortis

Tato fáze nastává, když koncentrace ATP poklesne na 1 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ a aktin a myosin už nelze udržet v disociovaném stavu. Dochází tak k ireversibilnímu spojení tenkých a tlustých filament v příčném směru a vytváří se aktinomyosinový komplex (Pipek, 1995).

Hlavním znakem této fáze je zkrácení svalových vláken a tím přiblížení Z-linií. Délka sarkomér se zkrátí. Teplota uchování masa 0 – 10 °C je zkrátí na 50 % jejich délky, při teplotách 20 – 40 °C dochází ke zkrácení 30 %. Toto zkrácení je ireverzibilní z důvodu nedostatku energie, která by zpětně odčerpala ionty vápníku ze sarkoplazmy zpět do sarkoplazmatického retikula. V průběhu rigor mortis klesá pH na svoji konečnou hodnotu, která je u hovězího masa 5,5 a k jejímu dosažení je třeba 24 – 48 hodin (Kameník, 2014b). Stupka et al. (2013) uvádí, že v této fázi není vhodné jatečné tělo bourat ani maso zpracovávat.

Po 24 – 48 hodinách dochází k postupnému uvolnění ztuhlosti svalu a zlepšení vaznosti masa. Nastává proteolýza myofibrilárních bílkovin. Nahromaděné anorganické fosfáty (vzniklé štěpením ATP) přispívají k disociaci aktinu a myosinu a do svaloviny se uvolňují produkty degradace nukleotidů, aminokyseliny, mastné kyseliny, které ovlivňují organoleptické vlastnosti masa (Drdák a kol., 1996).

3.2.3.3 Zrání masa

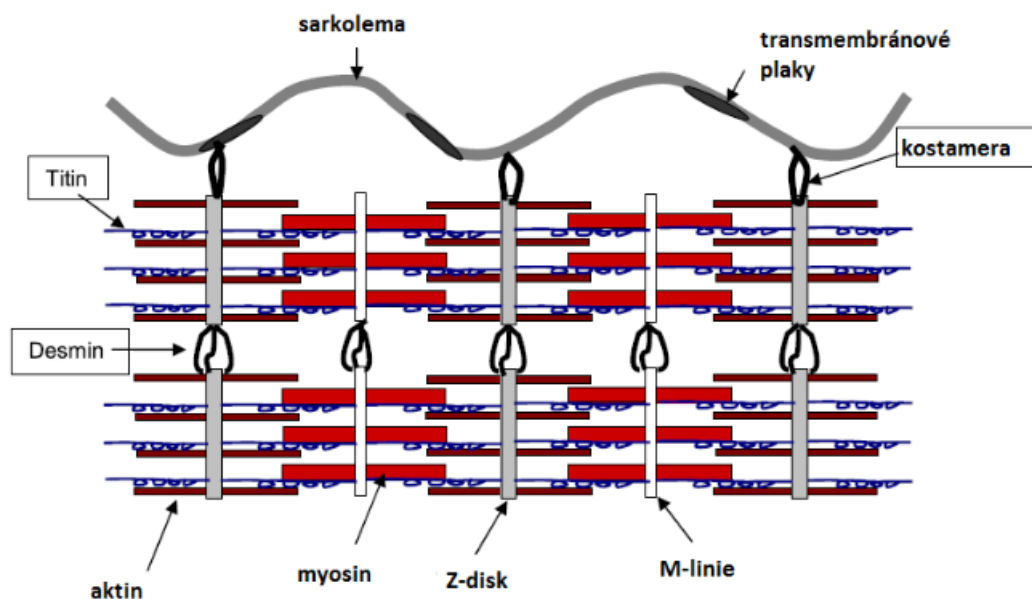
Zráním masa lze nazvat biochemické procesy, které v něm probíhají po porážce. Tyto procesy vedou k tomu, že se svalovina zvířat přemění na maso, které má své specifické kulinární a senzorické vlastnosti (Bureš et Bartoň, 2009). Podle Kameníka (2016) se zrání neuskutečňuje činností mikroorganismů, ale účinkem proteolytických enzymů, které jsou přítomné ve svalových buňkách (katepsiny, kalpainsy, proteazomy a kaspázy).

Během zrání masa dochází k uvolňování rigor mortis a vaznost i senzorické vlastnosti masa se zlepšují (Stupka et al., 2013). Kameník et al. (2014a) uvádí, že maso je v této fázi na přechodu stavu z maximální tuhosti ke křehkosti. Podle Bureše (2017) se tato fáze týká především bílkovin, zejména myofibrilárních procesů, neboť dochází k jejich fragmentaci působením proteolytických enzymů a také mikrobiálních procesů. Pipek (1995) uvádí, že pokud působí uvolněné vápenaté kationty, dochází nejprve ke stimulaci kalpainů (proteáz) a tím se rozruší především Z-linie a některé další myofibrilární bílkoviny (viz obrázek č. 1). Aktivita kalpainů klesá ve chvíli, kdy dochází k okyselení masa na pH 5,5. Pokles jejich aktivity způsobí rozrušení lysozomů a uvolnění velkého množství katepsinů. Tyto odbourají bílkoviny, zejména pak troponin T a způsobí tak křehnutí masa během procesu zrání. Hlavní příčinou zkřehnutí masa jsou zlomy mezi I-pásem a Z-linií. Při proteolýze dochází totiž k odbourání zejména bílkoviny desminu, který je na spojení Z-linie a tenkých filament. Míra křehkosti je závislá na zkrácení sarkoméru v okamžiku, kdy dochází ke ztuhnutí. S jeho uvolněním souvisí nahromaděné anorganické fosfáty, které způsobují disociaci aktinu a myosinu podobně jako ATP. Dále dochází ke štěpení kolagenu působením enzymů i v důsledku snížení pH.

Tímto procesem se vytváří typická chutnost a aroma zralého masa (Bureš, 2017).

3.2.3.4 Hluboká autolýza

Pokud je maso při zrání skladováno déle, než je jeho doba zrání, přechází v děj nežádoucí – hluboká autolýza (Pipek, 1995). V této fázi se maso stává potravinou nekonsumovatelnou. Bílkoviny, které jsou dále odbourávány na nižší peptidy, aminokyseliny až na produkty jako je amoniak, sirovodík, merkaptany, způsobí nepříjemné smyslové vlastnosti masa. Mohou se začít rozkládat i tuky (Bureš, 2017). V této fázi může být maso napadeno také mikrobiálně (Pipek, 1995).



Obrázek 3: Struktura sarkomery zobrazující její hlavní bílkovinné složky (Kameník, 2016)

3.2.4 Ovlivnění zrání

Zrání je ovlivněno řadou faktorů, a proto je obtížné jednoznačně definovat optimální délku jeho trvání a podmínky, za kterých by k němu mělo docházet. Důležité je zamezit přístupu kyslíku, aby bylo zabráněno nežádoucím oxidačním procesům. Doba zrání hovězího masa je delší než u ostatních druhů hospodářských zvířat (Bureš et Bartoň, 2009). Maso se po porážení rychle zchladí na 5 °C a pak se při teplotě 1 – 4 °C nechá v chladícím boxu zrán (Stupka et al., 2013). Bureš a Bartoň (2009) říkají, že s prodlužující se délkou zrání masa se zvyšuje jeho křehkost a k nejvýraznějším změnám dochází během prvních čtrnácti dnů. Potřebná délka zrání závisí ale i na užitkovém typu nebo plemeni zvířete a také na jeho věku.

V praxi je často velký problém nechat hovězí maso vyžrát optimální dobu, protože zraje nejdéle, a to není z ekonomického hlediska výhodné. Proto se vyskladňuje a zpracovává předčasně, což způsobuje zhoršení jeho jakosti v očích spotřebitelů a tím i pokles zájmů si ho koupit (Bureš, 2017).

V současnosti je vyvinuto několik způsobů urychlení zrání hovězího masa. Nazývají se „zkřehčování masa tenderizace“. Tenderizace může být založena na fyzikálním či biochemickém působení na maso, rozrušování aktomyosinových vazeb a destrukce svalových vláken často včetně svalového stromatu (Bureš, 2017). To je docílené přidávkem proteáz,

které jsou označovány jako zkrhčovače neboli tenderizery a jsou dodávány jako přísada používaná ke kulinární úpravě masa spotřebitelem. Umělého zkrhčení lze dosáhnout také fyzikálním působením na maso, a to natažením svalu, nařezáním pojivové a svalové tkáně pomocí tzv. steakeru, ultrazvukem nebo použitím vysokého tlaku (Pipek, 1995).

Ve výsledných senzoričných vlastnostech masa se může promítnout i způsob jeho skladování během doby zrání. Některé studie uvádí, že příznivějších kulinárních parametrů masa lze dosáhnout zráním ve visu v jatečné půlce než třeba u vakuově zabalených vykostěných technologických částí. Organoleptické vlastnosti masa z kýty a roštěnce může ovlivnit i způsob zavěšení jatečné půlky (Bureš et Bartoň, 2009).

3.2.5 Elektrostimulace

Princip elektrostimulace spočívá ve zrychlení postmortální glykolýzy (Steinhauserová, 2000). Ta se zrychluje působením elektrického proudu na tělo zvířete krátce po smrti, čímž dochází k vyvolání intenzivních kontrakcí ve svalovině (Pipek, 1995).

Jatečně upravený kus tak může být rychle zchlazen, aniž by hrozilo riziko krácení masa chladem. Elektrická stimulace zkracuje u hovězího masa nástup rigoru mortis na 3 – 6 hodin po porážce a také dobu zrání na 4 dny. Pozitivní vliv má také na barvu masa, a to vznikem jasně červené barvy na povrchu. Tento efekt způsobuje rychlý pokles pH a tím dochází ke snadnější oxygenaci myoglobinu a tvorbě oxymyoglobinu, který má jasně červenou barvu (Steinhauserová, 2000).

Elektrostimulace je v praxi využívána ve dvou typech. První nízkonapěťový typ s napětím do 100 V, je efektivní pouze několik minut po usmrcení zvířete a je aplikován již během fáze vykrvování. Druhý typ je vysokonapěťová elektrostimulace, která využívá napětí 500 – 1000 V. Je velmi účinná a probíhá po dobu několika sekund v závislosti na použitém napětí. Vlastní elektrostimulace se musí provádět co nejdříve po porážení zvířete – u skotu asi 50 minut po porážce (Steinhauserová, 2000).

3.2.6 Vlastnosti masa

Mezi nejdůležitější organoleptické vlastnosti masa patří barva, aroma, textura, křehkost a šťavnatost. Tyto vlastnosti z velké části ovlivňuje zrání (Kameník, 2014a).

Bartoň a Bureš (2014) uvádí výsledky senzoričké analýzy, ve které byly hodnoceny organoleptické vlastnosti masa mezi plemeny gasconne, českým strakatým skotem a kříženci českého strakatého skotu s plemenem charolais. Z této analýzy vyplývá, že kříženci ani býci českého strakatého skotu nepřevyšovali organoleptickou kvalitu masa býků plemene gasconne ve vlastnostech chuť, vůně a šťavnatost. V hodnocení textury však plemeno gasconne nejlepší nebylo.

3.2.6.1 Barva masa

Barva masa je jakostním ukazatelem, který výrazně ovlivňuje kvalitu masa (Holman a kol., 2016). Barva masa je dána obsahem a redoxním stavem myoglobinu, hemoglobinu a cytochromu (Kameník, 2014a). Podle Honikela (1998) je to vizuální charakteristika masa, která umožňuje zákazníkovi první kritický dojem. Zdrojem barevné změny v mase může být obsah pigmentu (myoglobinu), který je pro svaly velmi důležitý. Obsah myoglobinu je závislý na plemeni, věku i výživném stavu zvířete. Druhou změnou barvy v mase je doba porážky, porážkový proces a následné zpracování masa, které závisí na rychlosti a poklesu pH a teploty. Třetí změna barvy může nastat při skladování masa a distribuci.

Barvu masu dodává myoglobin, který tvoří důležitou zásobárnu kyslíku svalového vlákna. Součástí myoglobinu je hem, který je tvořen tetrapyrrolovým jádrem s konjugovanými dvojnými vazbami, které dávají hemu červenou barvu. Pokud dojde k reakci atomu železa, změní se barva masa. Pokud je na železo oxidací navázán kyslík, vznikne oxy-myoglobin. Pokud železo projde oxidací a následnou změnou na Fe^{3+} , vzniká metmyoglobin. Vliv na změnu barvy má kyslík, peroxid vodíku, činnost mikroorganismů a aktivita enzymů (Holman et al., 2016).

Hodnocení barvy je nejlépe propracovanou stránkou měření smyslových podnětů, protože mechanismus zrakového vnímání je dobře znám. Barva masa se hodnotí pomocí barevného prostoru $L^*a^*b^*$ (Ježek et Saláková, 2012). Parametr L^* znázorňuje světlost, a^* červenost a b^* žlutost (Holman et al., 2016). Barva v tomto prostoru nemůže být zároveň zelená a červená nebo modrá a žlutá. Pokud je tedy definována barva v CIE $L^*a^*b^*$, znázorňuje L^* jas, a^* udává polohu mezi červenou a zelenou barvou a b^* polohu mezi žlutou a modrou barvou (Ježek et Saláková, 2012).

Množství hemoglobinu v masě ovlivňuje věk, pohlaví, výživa nebo zastoupení svalových vláken. Důležitým faktorem je také kvalita vykrvení. Hovězí maso obsahuje 4 – 10 mg/g svaloviny, v porovnání s vepřovým masem, které obsahuje pouze 2 mg/g svaloviny. Vepřové maso je tedy světlejší, než hovězí (Holman a kol., 2016).

3.2.6.2 Vůně masa

Vůně je definována jako vlastnost látek rozpuštěných v plynu nebo kapalině vnímaná nadechnutím do nosní nebo ústní dutiny s podmínkou, že se nejedná o hmatový vjem, chuťový, teplotní nebo vjem bolesti. Aroma masa je rozdílné od chuti charakteristické pro druh zvířete, ze kterého pochází (Meilgaard et al., 2007). Podle Kameníka (2014a) je aroma masa tvořeno těkavými složkami, mezi které patří karbonylové sloučeniny, produkty rozkladu dusíkatých látek, produkty rozkladu sloučenin síry (merkaptany, organické sulfidy, látky se sulfhydrylovými sloučeninami).

Vůně je důležitá fyzikální vlastnost potravin, díky které buď maso přijmeme nebo odmítneme (Kubberød et al., 2012). Typická vůně hovězího masa je ovlivněna geneticky a způsobem výživy zvířat (Furnols et Guerrero, 2014). Mottram (1998) uvádí, že aroma masa je také ovlivněno profilem mastných kyselin, obsahem antioxidantů a texturními vlastnostmi masa. Podle Pegg et Shahidi (2004) spotřebitel u hovězího masa preferuje vůni vařeného nebo pečeného masa. To způsobí přítomnost těkavých heterocyklických sloučenin, alifatických aldehydů a alkoholů. Laing (1983) se domnívá, že na typické vůni masa se podílí methional a 12 – methyl – tridecanal.

3.2.6.3 Chuť masa

Chuť hovězího masa byla zkoumána ve větší míře, než chuť jiného masa z důvodu větší spotřebitelské popularity (Macleod, 1994).

Při konzumaci masa nás zajímá jeho křehkost a chutnost. Chutnost masa je ovlivněna těkavými i netěkavými složkami. Mezi netěkavé patří aminokyseliny, mastné kyseliny, peptidy, uhlovodíky, puriny a pyrimidiny, glykolytické meziproducty a anorganické soli (Kameník, 2014a). Chutnost dále ovlivňuje zrání, a to jak jeho rychlost a průběh, tak i samotné složení masa (Bartoň, Bureš, 2014).

Chuť masa je velmi složitá a vytváří se především u tepelně upraveného masa. Syrové maso má krvavou chuť a velmi málo aroma (Mottram, 1998). Při vaření dochází k tvorbě těkavých sloučenin, zejména degradací lipidů a Maillardovou reakcí (Elmore et Mottram 2009, Mottram, 1998). Mottram (1998) uvádí, že touto reakcí se vytvoří slaná, masitá, pečená a vařená chuť masa. Typickou chuť pro hovězí maso způsobuje komplex sloučenin kyselin, alkoholů, aldehydů, esterů, éterů, aromatických sloučenin, furanů, ketonů, laktonů, pyrazinů, oxazolů, pyridinů, pyrrolů, sulfidů, thiazolů a thiofenů (Pegg et Shahidi, 2004). Chuť masa je ovlivněna hlavně nasycenými a mononenasycenými mastnými kyselinami. Někteří spotřebitelé hodnotí chuť masa negativně a charakterizují ji jako rybí, zemitou, kyselou nebo po játrech (O'Quinn, 2016).

3.2.6.4 Textura masa

Textura masa zahrnuje všechny vlastnosti, které konzument vnímá v ústech při mělnění masa tzn. křehkost, šťavnatost, konzistence. Křehkost je dojem, jakým maso působí při konzumaci se zřetelem na čas a energii, která je potřebná na rozžvýkání masa. V dnešní době ji lze už objektivně vyhodnotit různými metodami měření (Kameník, 2014a).

Jemnost a šťavnatost masa jsou atributy, které pozitivně ovlivňují kvalitu vnímanou při konzumaci. Křehkost i chuť vysoce korelují s ochotou spotřebitelů zaplatit si za kvalitu. O křehkosti masa se nejvíce rozhoduje ve fázi rigor mortis (Furnols et Guerrero, 2014).

Podle ČSN ISO 11036 (1997) je křehkost sensoricky vnímaná snadnost, s níž je struktura masa desorganizovaná během žvýkání. Šťavnatost je pocit vlhkosti v ústech při prvním skouknutí. Textura jsou mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti výrobku, vnímatelné prostřednictvím mechanických, dotykových nebo zrakových či sluchových receptorů. Jednou z možností měření textury je měření síly stříhu pomocí Warner – Bratzlerova nože. Podle Ježka et Salákové (2012) je stříh modelem chování potraviny při prvním skousnutí sousta. Touto metodou se měří maximální síla [N] v závislosti na posunutí nože (mm) a tlak potřebný k přestřižení definovaného vzorku masa [MPa]. Výsledkem je míra tvrdosti masa.

Texturní vlastnosti masa jsou závislé na vaznosti vody v mase (Rhee et al., 2004). Podle Kameníka (2014a) má na vaznost vody vliv hodnota pH. Schopnost masa vázat vodu je nejnižší při hodnotě pH 5,0 (izoelektrický bod) a nejvyšší při pH 10,0.

Křehkost masa je ovlivněna obsahem glykogenu (ovlivňuje konečné pH masa), obsahem a rozpustností kolagenu (obsah rozpustného, jenž vytváří želatinu a zjemňuje texturu, tak i nerozpustného, který zvyšuje tuhost masa), vlastností svalových vláken (délka sarkomer, metabolická aktivita enzymů) a činností proteáz a jejich inhibitorů v průběhu stárnutí (Hocquette et al., 2012).

3.2.7 Pánevní zavěšení

Jatečně upravená těla jsou tradičně zavěšena za Achillovu šlachu. V tomto zavěšení má jatečně upravené tělo pánevní končetinu směrem dozadu, a to nevykazuje normální muskulární konformaci stojícího zvířete. Páteř je méně roztažená, mírně zakřivená a stlačovaná dohromady. Dochází tedy ke zkracování *musculus longissimus dorsi* během rigoru mortis (Ahnstrom et al., 2012).

V případě pánevního zavěšení jatečně upraveného těla visí pánevní končetina vodorovněji a kolmo k zemi, páteř je narovnaná (Ahnstrom et al., 2012). Zavěšení za pánev je důležitým prvkem zvyšování kvality masa. V tomto zavěšení drží hlavní svaly zadní čtvrti a beder pod napětím a tím zabraňují krácení svalů a proces zrání probíhá rychleji (Matthews, 2011).

V Británii se už z bezpečnostních důvodů začalo používat při zrání pánevní zavěšení (Matthews, 2011). Zavěšení jatečně upraveného těla při zrání masa se v tomto případě provádí za *foramen obturatum*, což je otvor v pánevní kosti tvořený ramenem sedací a stydké kosti. Takto je polovina jatečného těla zavěšena pod úhlem 90 stupňů v tzv. poloze chůze. V této poloze se zvyšuje napětí na svaly *musculus longissimus lumborum et thoracis*, fyzicky omezuje smršťování svalu a zabraňuje jeho krácení. Zlepšuje se tím tedy křehkost masa (Smith et al., 2017).

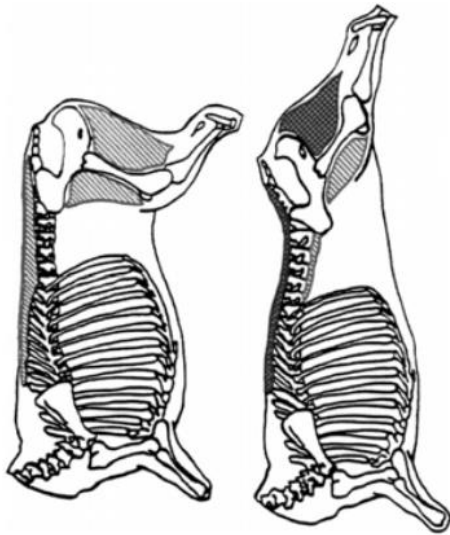
Pánevní zavěšení má pozitivní vliv na délku sarkomer, zvýšenou křehkost masa a byla prokázána zvláštní efektivita zabránění zkracování masa za studena u *musculus longissimus dorsi* při aplikaci pánevního zavěšení bez předchozí elektrické stimulace (Liu et al., 2016).

Během šedesátých a na počátku sedmdesátých let byl kladen větší důraz na zvýšení křehkosti neporušených svalů jatečně upraveného těla pomocí různých poloh jeho zavěšení (Hostetler et al., 1970).

Herring et al (1965b) hodnotili rozdíly v křehkosti mezi svaly z jatečně upravených těl, která byla zavěšena v různých pozicích (obr. 4). Při pánevním zavěšení bylo ukázáno

zvýšení délky sarkomer, menší průměry vláken a zvýšení křehkosti svalů *longissimus*, *gluteus medius*, *biceps femoris* a *semitendinosus* oproti konvenčnímu zavěšení za Achillovu šlachu.

Takto byla tedy představena metoda zavěšení JUT za pánevní kost (Hostetler et al., 1972). K tomuto zavěšení musí dojít během 45 – 90 minut po vykrvení, aby bylo zajištěno, že svaly jsou ve stavu pre-rigor a je tedy umožněno napětí svalů (Sørheim et Hildrum, 2002).



Obrázek 4: Zavěšení masa při zrání, vlevo pánevní zavěšení a vpravo zavěšení za Achillovu šlachu (Harris, 1974)

3.2.8 Délka sarkoméry

Prodloužená délka sarkomer byla nalezena ve studiích provedených Hostetler et al (1970, 1972) na svalech *longissimus*, *m. semimembranosus* a *m. semitendinosus* při použití pánevního zavěšení. Žádná změna však nebyla dokumentována pro *musculus psoas major*, pravděpodobně jako důsledek sníženého napětí v důsledku pánevního zavěšení (Sorheim & Hildrum, 2002).

Ze studie účinků pánevního zavěšení na mladá a starší zvířata bylo zjištěno, že starší zvířata měla průměrné délky sarkomér $1,83 \pm 0,05 \mu\text{m}$ a $2,54 \pm 0,05 \mu\text{m}$ měla kontrolní skupina zavěšená za pánevní kost (*musculus semimembranosus*). Skupina zavěšená za Achillovu šlachu (protážené *musculus longissimus*) měla délku sarkomér $1,89 \pm 0,05 \mu\text{m}$ a $2,11 \pm 0,05$. Podobné výsledky byly zaznamenány u mladších zvířat, u kterých měly svaly *musculus semimembranosus* délky sarkomér $1,80 \pm 0,07$ a $2,88 \pm 0,07$ u kontrolních jatečně upravených

těl. Délky sarkomér $2,07 \pm 0,03$ a $2,28 \pm 0,03$ um byly získány pro příslušný *musculus longissimus dorsi* (Bouton et Harris, 1972).

3.2.9 Vykostění za tepla

Zrání masa je zásadním krokem v produkci masa pro dosažení přiměřené úrovně křehkosti. Maso může zrát ve vakuových obalech, tedy bez přístupu vzduchu (zrání za mokra). Dříve aplikovanou metodou bylo uložení masa po prvotním rozbourání v chladícím zařízení (suché zrání). Zrání sice zlepšilo barvu masa, ale způsobilo jeho vysušení (Koochmaraie, 1996).

Dalšími způsoby, jak zabránit zkracování vláken, je fyzické natahování svalů nebo zkracování (Locker, 1960), buď položením těl v horizontální poloze nebo zavěšením za pánevní kost (Herring et al., 1965a, Hostetler et al., 1972, Bouton et al., 1973).

Jiná možnost je rozbourání masa za tepla, zabalení do plastového pláště, který funguje jako exoskeleton a zastavení kontrakce vláken (Devine et al., 1999). Podle Koochmaraieho (1996) však tyto metody nebyly převedeny do praxe.

Vykostění masa za tepla je proces používaný ke zpracování masa, u kterého výsledky několika studií ukazují ekonomické výhody, zejména snížení hmotnosti masa, nižší náklady na chlazení a vyšší vaznost vody (Neto et al., 2013).

Takto rozbourané maso je vhodné díky vlastnosti dobře se vázat s tuky pro tvorbu mělněných masných výrobků (Neto et al., 2013). Výhodou vykostění masa za tepla je vytvoření podmínek pro skladování konkrétních svalů oproti zrání celé čtvrti. Nicméně kvůli složitosti této metody je nutný speciální výcvik zaměstnanců a také zajištění dodatečného omezení kostry a pojiv při vyříznutí některých svalů (Sorheim et Hildrum, 2002).

Maso vykostěné za tepla a vakuově zabalené je třeba velmi rychle ochladit, aby nedošlo k mikrobiálnímu růstu a degradaci bílkovin. Rychlé zchlazení ale negativně ovlivňuje kvalitu potravin, protože může nastat zkracování masa za studena. Pomocí může být elektrická stimulace, která urychluje pokles svalového pH pod úroveň, která je kritická pro zkrácení masa za studena a tím se eliminuje toto nebezpečí (Neto et al., 2013).

3.2.10 Balení

Balení je jiný postup určený k omezení kontrakce při bourání masa za tepla. Devine et al. (1999) zkoumali vystřížený a zabalený hovězí sval *longissimus* v polyethylenové fólii při teplotách 20 až 35 ° C před nástupem rigor mortis, při teplotách pod 10 ° C a zjistili, že došlo ke snížení krácení sarkomér a zvýšení svalové křehkosti ve srovnání s nezabalenými svaly. Naopak svaly, které vstoupily do rigor mortis při teplotě 15 ° C, se balením nezměnily.

3.2.11 Senzorická analýza hovězího masa

Senzorickou analýzou hovězího masa nazýváme sadu hodnocení, která se provádí bezprostředně našimi smysly. Hodnotí se vjemy zrakové, čichové, chuťové, sluchové, taktilní, kinestetické a teplotní. Toto hodnocení musí být kdykoliv opakovatelné a slouží k tomu, aby byly zjištěny preference konzumentů a senzorická jakost potravin (Ježek et Saláková, 2012).

Místem konání je senzorická laboratoř, kde každý z hodnotitelů (všichni dohromady jsou nazýváni panelem hodnotitelů), provádí hodnocení nerušeně v oddělené kóji, ve které nedochází k ovlivňování okolím a ve které je možné zajistit opakovatelné podmínky. Vzorky k senzorické analýze jsou připravovány v souladu s hygienickými podmínkami a udržovány stanovenou dobu v požadované teplotě před vlastním hodnocením. Při testování vzorků jsou tyto podávány do jednotlivých kójí, kde si hodnotitelé zapisují svá pozorování do protokolů. Podávané vzorky musí být anonymizované (hodnotitel neví, o kterou variantu vzorku se jedná) a randomizované (náhodně rozdělení), aby se zamezil vliv předsudků hodnotitelů. Mezi jednotlivými vzorky má panel hodnotitelů k dispozici tzv. neutralizační sousto, kterým bývá potravina nebo nápoj (Rainey, 1986).

V případě této diplomové práce byla použita pro hodnocení senzorických charakteristik deskriptivní metoda. Při té jsou výroky hodnotitelů vyznačovány na 100 mm dlouhé nestrukturované úsečce. Každému z posuzovatelů jsou najednou předkládány 2 zakódované vzorky v tzv. setech (Bureš et Bartoň, 2014). Podrobnosti k provedení metody viz kapitola Materiál a metodika.

4 Materiál a metodika

4.1 Zvířata

Do experimentu byla zařazena jatečně upravená těla (JUT) šesti jalovic gaskoňského skotu. Zvířata byla odchována ve stádě masného skotu v Královicích náležející do účelového hospodářství Výzkumného ústavu živočišné výroby, v.v.i., v Praze Uhřetěvesi (VÚŽV). Jalovice byly poraženy v roce 2017 v průměrném věku 24 měsíců a jednalo se o z hlediska exteriéru negativně selektované jedince, u nichž nebyl předpoklad pro další uplatnění v chovu. Zvířata byla poražena v rámci dvou porážkových dnů (vždy po třech kusech) na experimentálních jatkách VÚŽV po omráčení upoutaným projektilem. V průběhu jatečného opracování bylo JUT rozděleno pilou na dvě poloviny, přičemž pravá půlka byla zavěšena tradičním způsobem za Achillovu šlachu, zatímco levá část byla upevněna za pánevní kost (Obrázek 5). Zavěšení půlek u všech zvířat proběhlo do jedné hodiny od omráčení a vykrvení zvířat. Jatečné půlky byly uskladněny v chladárně při teplotě +4 °C po dobu 48 hodin.



Obrázek 5: pánevní zavěšení (vlevo), zavěšení za Achillovu šlachu (vpravo)

4.2 Jatečný rozbor

Dva dny po porážce byly jatečné půlky vyjmuty z chladírny, zváženy a rozděleny na přední a zadní čtvrt. Při dělení byl uplatněn způsob, který dělí obě čtvrti na úrovni pátého a šestého hrudního obratle. Po stanovení hmotnosti všech čtvrtí byl u obou zadních čtvrtí proveden technologický rozbor, který vyhodnotil hmotnost a podíl jednotlivých jatečných partií v jatečné čtvrti a množství základních tkání: maso, ořez, kosti a šlachy a oddělitelný tuk při bourání. To umožnilo stanovit podíly těchto tkání v každé partii a zároveň i v celé čtvrti.

4.3 Odběr vzorků pro fyzikální a senzorickou analýzu

Z obou zchlazených půlek každého zvířete 48 hodin po porážce byly vyjmuty vzorky svalů *longissimus lumborum* (LL, partie nízký roštěnec – na úrovni 9. až 11. hrudního obratle, obr. 6), *semitendinosus* (SET, partie kýta – váleček, obr. 8), a *biceps femoris* (BIF, partie kýta – dolní šál, obr. 7). Ze všech svalů byl odebrán vzorek o přibližné hmotnosti jeden kilogram, v případě svalů *semitendinosus* a *biceps femoris* se jednalo o jejich centrální část. Vzorky byly zabaleny do polyethylenového pytlíku, označeny a v chladicím boxu převezeny do laboratoře masa VÚŽV.



Obrázek 6: *Musculus longissimus lumborum* – partie nízký roštěnec



Obrázek 7: *Musculus biceps femoris*, partie kýta – dolní šál



Obrázek 8: *Musculus semitendinosus*, partie kýta – váleček

4.4 Měření fyzikálních vlastností

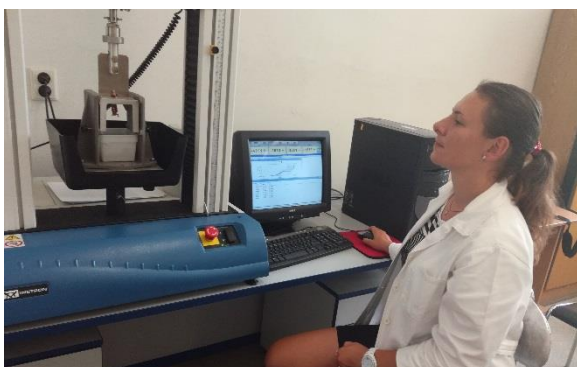
U odebraných svalů bylo měřeno pH (pH metr WTW 3310, WTW, Weilheim, Německo) při použití sondy s tepelnou kompenzací. Barva masa byla měřena přenosným spektrofotometrem CM.2500d (Minolta, Osaka, Japonsko) s využitím štěrbin o velikosti otvoru 8 mm a 10° úhlu osvětlovacího zařízení D65. Přístroj byl před měřením kalibrován. Měření probíhalo v prostoru CIE Lab, kde hodnota L^* vyjadřuje světlost, hodnota a^* červenost a b^* žlutost měřených vzorků masa. Měření bylo prováděno na povrchu řezu svalů přibližně třicet minut po expozici na vzduchu při pokojové teplotě. Hodnota následně využívaná pro statistickou analýzu byla získána na základě aritmetického průměru tří měření. Při měření byl kladen důraz na to, aby nebyla měřena místa se zjevným výskytem pojivové tkáně nebo výrazného ukládání intramuskulárního tuku. Z hodnot červenosti a^* a žlutosti b^* byla vypočtena sytost barvy (Chroma, C^*) = index saturace = $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ odstín barvy Hue angle ($^\circ$) = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$.

4.5 Instrumentální tuhost masa

Instrumentální tuhost masa byla měřena jako síla nutná k přestřižení svalových vláken u grilovaného masa na přístroji Instron Universal Texture Analyser 3365 (Canton, MA, USA) při použití Warner – Bratzlerova nože ve tvaru V, při uplatnění rychlosti střížné hlavy 100 mm za jednu minutu (obrázek 9 a 10). Příprava vzorků grilováním je shodná, jako je uvedeno v části metodiky popisující úpravu vzorků pro sensorickou analýzu. Hodnota využitá pro statistické zpracování byla získána vypočtením aritmetického průměru deseti stříhů svaloviny každého vzorku.



Obrázek 9: Warner – Bratzlerův nůž



Obrázek 10: Měření stříhové síly WB nožem

4.6 Odkap

Vzorky masa každého svalu o přibližné hmotnosti 80 g byly 48 hodin po porážce zváženy a zavěšeny na kovový drát a následně umístěny do nafouknutého polyethylenového pytlíku, tak aby se nedotýkaly stěn. Takto byly skladovány 24 hodin v chladničce při teplotě +4 °C. Poté byly vyjmuty a opět zváženy. Z rozdílů ve hmotnosti před a po této časové periodě byl vypočten procentuální podíl hmotnostních ztrát označovaný jako ztráty odkapem.

4.7 Vaznost masa

Hodnocení vaznosti masa proběhlo podle ISO 17025. K 80 g masa bylo přidáno 120 ml destilované vody a 5 g NaCl. Vše bylo společně rozmělněno. Homogenizát se převedl do zvážené zkumavky a opět se zaznamenala hmotnost. Následně se zkumavky zahřívaly ve vodní lázni po dobu 30 minut při teplotě 75 °C. Po zahřátí se vzorek zbavil volné tekutiny a zkumavky se v převrácené poloze nechaly po dobu 30 minut. Poté byly opět zváženy. Procentuální podíl zvážené vody se stanovil pomocí výpočtu: $250 \times (b - 0,4 \times a) / a$

Kde a = navážka homogenizované hmoty

b = váha homogenizované hmoty po zahřívání a vychladnutí

4.8 Senzorická analýza

Vzorky pro senzorickou analýzu byly zváženy a následně zabaleny ve vakuové baličce, uskladněny v chladničce a při +4 °C ponechány zrát další dva dny. Po uplynutí této doby (celkem čtyři dny od porážky) byly vzorky zmrazeny a při -20 °C uchovány přibližně dva měsíce do vlastní analýzy. Jeden den před plánovanou analýzou byly vzorky přemístěny do chladničky, kde při +4 °C byly ponechány k rozmrznutí po dobu 24 hodin. Po vyjmutí z plastového obalu byly vzorky opět zváženy a nakrájeny napříč svalovými vlákny na plátky o síle 20 mm. Jednotlivé steaky byly grilovány na oboustranném kontaktním sklokeramickém grilu, který byl přehřátý na +200 °C (obr. 12).



Obrázek 11: Senzorické hodnocení

Při dosažení vnitřní teploty 70 °C, která byla sledována digitálním teploměrem s vpichovou sondou, byly vzorky vyjmuty a opět zváženy. Rozdíly v hmotnostech sloužily k stanovení ztrát při mražení a grilování. Následně došlo k nakrájení plátků masa na kostky o hraně 20 mm (obrázek 13), které byly umístěny do skleniček, u kterých bylo provedeno označení pomocí třímístných číselných kódů. Pro uchování v teplém stavu do doby podávání



hodnotitelům byly vzorky skladovány při +50 °C. V rámci 4 samostatných dnů senzoričského hodnocení byly hodnotitelům

Obrázek 12: Grilování na kontaktním grilu

předkládány sety dvou vzorků, pocházejících od stejného jedince, které se lišily v tom, zda pocházely z pravé nebo levé jatečné půlky, tedy z rozdílných způsobů zavěšení jatečného těla po porážce. Posuzováno bylo celkem 7 organoleptických deskriptorů, jejichž charakteristika včetně způsobu hodnocení



Obrázek 13: Porcování vzorků

je uvedena v tabulce 1. Při hodnocení byla uplatněna 10 cm dlouhá nestrukturovaná stupnice, jež byla pro účely statistického vyhodnocení převedena na stobodovou číselnou škálu. V rámci čtyř dnů senzoričského hodnocení bylo deseti trénovaným hodnotitelům (ISO 8586, 2012) předloženo celkem 18 setů (36 vzorků), které byly vždy jednou třetinou zastoupeny jedním ze tří hodnocených svalů. Hodnocení probíhalo



Obrázek 14: Neutralizační prvky

v senzoričské laboratoři vybavené individuálními boxy (obrázek 11) znemožňujícími vizuální kontakt s okolím (ISO 8589, 2007) a při vlastní analýze se používalo červené osvětlení, znemožňující rozlišování vzorků podle barvy. Posuzování vzorků bylo realizováno prostřednictvím kvantitativně deskriptivní metody. Jako neutralizační sousto mezi jednotlivými sety byl poskytován chléb, desetistupňové pivo nebo neperlivá voda (obrázek 14).

4.9 Statistická analýza

Naměřené hodnoty byly přepsány do tabulek v MS Excel, ty následně importovány do statistického programu SAS. Zde došlo k ověření normality rozdělení u každé proměnné prostřednictvím Kolmogorov – smirnovova testu (procedura UNIVARIATE) a následně byla otestována na shodu rozptylů (procedura GLM, Levene test). Jelikož všechna data splňovala podmínky pro další využití analýzy variance, byla následně vyhodnocena procedurou MIXED (smíšený lineární model), kde do modelové rovnice byl zařazen pevný efekt způsobu zavěšení a pevný efekt svalu. Jako náhodné efekty do rovnice, jejímž prostřednictvím byl vyhodnocen způsob zavěšení jatečné půlky na složení jatečného těla a fyzikální a technologické vlastnosti, byl začleněn náhodný efekt dne porážky. V případě sensorického hodnocení byly následně doplněny náhodné efekty dne hodnocení a hodnotitele. Data v tabulkách jsou prezentována jako nejmenší čtverce průměru (LSM) s příslušnou standardní chybou (SEM).

Tabulka 1: Posuzované sensorické vlastnosti a jejich popis

Deskriptor	Popis vlastnosti	Způsob hodnocení
Intenzita vůně	síla či vydatnost vůně typická pro hovězí maso	před konzumací vzorku
Křehkost	síla potřebná ke skousnutí vzorku stoličkami	po jednom či dvou kousnutími stoličkami
Šťavnatost	množství uvolněné šťávy ze sousta	po čtyřech až pěti kousnutích stoličkami
Intenzita chuti	síla chuti asociovaná s masem divokých zvířat	po čtyřech až pěti kousnutí stoličkami
Vláknitost	síla chuti asociovaná s hořkou chutí	po čtyřech až pěti kousnutí stoličkami
Žvýkatelnost	síla potřebná k rozkousání sousta	po patnácti kousnutích stoličkami
Celková přijatelnost	celková preference hodnotitele	po zkonzumování vzorku

5 Výsledky

5.1 Jatečný rozbor

V tabulce 2 jsou sledovány nejvýznamnější partie hovězího masa, které tvoří nejcennější část jatečného těla a zároveň jsou v zadní čtvrti, tedy v té čtvrti, která může být ovlivněna zráním.

Tabulka 2: Složení jatečné půlky jalovic plemen gasconne [kg]

	Způsob zavěšení		SEM	Významnost P-value
	Achillova šlacha LSM	Pánevní kost LSM		
Hmotnost půlky	135,1	137,0	28,0	0,8002
Hmotnost zadní čtvrti	84,2	86,5	17,0	0,6473
Kýta celkem	45,4	46,2	7,0	0,7202
Kýta maso	30,6	31,3	4,1	0,6316
Roštěná celkem	14,0	15,5	2,7	0,1874
Roštěná maso	9,4	10,4	2,3	0,2509
Svíčková celkem	3,4	3,2	0,5	0,2749
Svíčková maso	2,3	2,2	0,3	0,7585
Bok bez kostí celkem	8,9	8,5	2,9	0,6430
Bok bez kostí maso	7,5	7,2	2,1	0,6661
Bok s kostí celkem	12,6	13,1	4,0	0,6777
Bok s kostí maso	9,6	9,9	3,0	0,6777
Maso celkem	64,1	65,8	12,3	0,6610
Kostí a šlachy	13,8	14,4	1,7	0,4409
Oddělitelný tuk	6,3	6,3	3,1	0,8970

V tabulce 3 jsou zaznamenány hodnoty o podílu kýty, roštěné a svíčkové, nejcennějších partií zadní čtvrtě.

Tabulka 3: Podíl masa z nejcennějších partií zadní čtvrtě [%] (podíl v dané partii)

	Způsob zavěšení		SEM	Významnost P-value
	Achillova šlacha	Pánevní kost		
	LSM	LSM		
Kýta maso	67,6	68,1	1,6	0,4951
Roštěná maso	66,5	66,2	3,0	0,8659
Svíčková maso	66,9	69,7	2,1	0,1244

V případě nejcennějších partií zadní čtvrtě nebyly nalezeny vlivem způsobu zavěšení žádné signifikantní rozdíly.

V následující tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty podílu jednotlivých tkání v zadní čtvrti.

Tabulka 4: Podíl jednotlivých tkání v zadní čtvrti [%]

	Způsob zavěšení		SEM	Významnost P-value
	Achillova šlacha	Pánevní kost		
	LSM	LSM		
Maso celkem	76,3	76,2	1,0	0,8547
Kosti a šlachy	16,6	16,9	1,4	0,3903
Oddělitelný tuk	7,1	6,8	2,3	0,6565

Jak je vidět v tabulce 4, v podílu jednotlivých tkání v zadní čtvrti nebyly nalezeny žádné signifikantní rozdíly vlivem zavěšení masa při zrání.

V rámci jatečného rozboru masa nebyly zjištěny žádné signifikantní rozdíly mezi zavěšením za Achillovu šlachu a pánevním zavěšením.

5.2 Fyzikální vlastnosti

V tabulce 5 jsou zaznamenány statistické údaje z programu SAS týkající se fyzikálních vlastností svalu *longissimus lumborum* (partie nízký roštěnec). Signifikantní rozdíl byl nalezen pouze u parametru barva b* (žlutost), kdy v případě pánevního zavěšení byla naměřena vyšší hodnota. Sval z půlky zavěšené za pánevní kost měl vyšší hodnotu barvy a* (červenost), ztráty hmotnosti mražením (o 10,3 %) a tedy i ztráty celkem. Ztráty grilováním byly u pánevního zavěšení nižší. Při instrumentálním hodnocení křehkosti masa pomocí Warner – Bratzlerova nože na grilovaných vzorcích masa bylo třeba vynaložit menší sílu stříhu k přestřížení svalového hranolu z masa, které zrlo zavěšené za pánevní kost. Minimální vliv způsobu zavěšení svalu *longissimus lumborum* byl zjištěn v případě parametrů Barva L* (světlost), odkap, vaznost a pH.

Tabulka 5: Fyzikální vlastnosti u svalu *longissimus lumborum* (partie nízký roštěnec)

Proměnné	Způsob zavěšení		SEM	Významnost P-value
	Achillova šlacha LSM	Pánevní kost LSM		
pH	5,95	5,93	0,030	0,2059
Barva L* (světlost)	38,05	39,38	0,959	0,1727
Barva a* (červenost)	13,70	15,73	1,612	0,0636
Barva b* (žlutost)	13,44	15,18	0,804	0,0068
Odkap [%]	1,45	0,99	0,226	0,1746
Ztráty mražením [%]	5,33	15,63	7,459	0,3627
Ztráty grilováním [%]	24,05	22,96	1,850	0,4935
Ztráty celkem [%]	29,39	38,60	6,850	0,3826
Warner-Bratzler [N]	40,13	35,62	2,684	0,2874
Vaznost [%]	38,0	38,17	2,546	0,9542

Hodnoty v tabulce 6 ukazují fyzikální vlastnosti u svalu *biceps femoris* (partie kýta – dolní šál). Signifikantní rozdíly byly zjištěny u parametrů barva L* (světlost), ztráty mražením a stříh Warner – Bratzlerovým nožem, u kterého byl největší vliv mezi způsoby zavěšení. Všechny tyto parametry měly vyšší hodnotu v případě zavěšení za Achillovu šlahu. To ale naznačuje příznivější hodnocení u zavěšení za pánevní kost.

U parametru barva a* (červenost) byla vyšší hodnota naměřena u pánevního zavěšení. V případě ztrát grilováním, ztrát celkových, odkapu i barvy b* (žlutost) byly hodnoty vyšší u zavěšení za Achillovu šlahu. Což opět naznačuje lepší výsledky pro pánevní zavěšení. Tyto rozdíly ale nebyly signifikantní.

Minimální rozdíly byly zjištěny pro parametry vaznost a pH, kdy vliv zavěšení nebyl signifikantní.

Tabulka 6: Fyzikální vlastnosti u svalu *biceps femoris* (partie kýta – dolní šál)

Proměnné	Způsob zavěšení		SEM	Významnost P-value
	Achillova šlahu	Pánevní kost		
	LSM	LSM		
pH	5,90	5,91	0,019	0,7020
Barva L* (světlost)	46,24	43,22	1,999	0,0467
Barva a* (červenost)	15,77	16,40	1,568	0,3600
Barva b* (žlutost)	16,20	15,81	1,810	0,6087
Odkap [%]	2,10	1,42	0,338	0,2129
Ztráty mražením [%]	7,51	4,85	0,584	0,0006
Ztráty grilováním [%]	20,22	17,33	3,656	0,5999
Ztráty celkem [%]	27,73	22,18	3,580	0,3230
Warner-Bratzler [N]	70,25	59,42	3,642	0,0292
Vaznost [%]	23,0	22,33	2,047	0,6554

Jak je vidět z tabulky 7, mezi způsoby zavěšení masa při zrání byly u svalu *semitendinosus* (partie kýta – váleček) zjištěny statisticky významné rozdíly. V zavěšení za Achillovu šlachu byl signifikantně vyšší odkap a světlejší barva (L*).

Vyšší hodnoty byly zaznamenány u zavěšení za Achillovu šlachu u barvy b* (žlutost), ztrát mražením, grilováním i celkovými ztrátami. Při instrumentálním hodnocení křehkosti masa pomocí Warner – Bratzlerova nože na grilovaných vzorcích masa bylo třeba vynaložit větší sílu stříhu k přestřížení svalového hranolu, který byl pověšen při zrání za Achillovu šlachu.

Tabulka 7: Fyzikální vlastnosti u svalu *semitendinosus* (partie kýta – váleček)

Proměnné	Způsob zavěšení		SEM	Významnost P-value
	Achillova šlacha LSM	Pánevní kost LSM		
pH	5,90	5,90	0,017	0,7945
Barva L* (světlost)	46,24	43,22	1,999	0,0467
Barva a* (červenost)	15,61	15,93	2,803	0,8344
Barva b* (žlutost)	17,44	16,41	0,791	0,3106
Odkap [%]	3,28	1,77	0,609	0,0162
Ztráty mražením [%]	9,69	7,99	0,818	0,0597
Ztráty grilováním [%]	28,85	26,26	2,140	0,4311
Ztráty celkem [%]	38,55	34,26	1,955	0,1766
Warner-Bratzler [N]	56,73	53,08	3,383	0,3888
Vaznost [%]	25,00	26,50	2,713	0,6945

Celkově lze říci, že signifikantně průkazný byl u všech 3 svalů vždy parametr barvy. U svalu *biceps femoris* a *semitendinosus* parametr L* (světlost) s lepším hodnocením pro pánevní zavěšení.

5.3 Senzorická analýza

Jak je vidět z tabulky 8, mezi způsoby zavěšení masa při jeho zrání byly u svalu *longissimus lumborum* zjištěny statisticky významné rozdíly. V pánevním zavěšení byly signifikantně lepší vlastnosti žvýkatelnost, křehkost a vláknitost. V zavěšení za Achillovu šlachu bylo signifikantně lepší hodnocení u vůně. Největší rozdíl mezi oběma typy zavěšení při zrání masa byl zaznamenán v případě žvýkatelnosti.

V celkovém hodnocení svalu *longissimus lumborum* převažuje pozitivní vliv pánevního zavěšení na organoleptické vlastnosti hovězího masa.

Tabulka 8: Organoleptické vlastnosti u svalu *longissimus lumborum* (partie nízký roštěnec)

Proměnné	Způsob zavěšení		SEM	Významnost P-value
	Achillova šlacha LSM	Pánevní kost LSM		
Vůně	65,97	59,96	3,129	0,036
Křehkost	57,28	70,63	4,783	< 0,0001
Šťavnatost	58,47	64,57	2,722	0,111
Intenzita chuti	67,24	66,26	3,019	0,733
Vláknitost	56,18	64,42	3,052	0,020
Žvýkatelnost	58,23	72,66	4,074	< 0,0001
Celkové hodnocení	58,82	71,73	2,762	< 0,0001

V tabulce 9 v organoleptických vlastnostech u svalu *biceps femoris* byly zaznamenány signifikantní rozdíly, v případě pánevního zavěšení, u vlastností křehkost a žvýkatelnost. Větší rozdíl zaznamenala žvýkatelnost. Jediným lépe hodnoceným parametrem v zavěšení za Achillovu šlachu byla vůně. Rozdíl byl statisticky neprůkazný.

V celkovém hodnocení svalu *biceps femoris* převládaly průkazně lepší organoleptické vlastnosti při pánevním zavěšení.

Tabulka 9: Organoleptické vlastnosti u svalu *biceps femoris* (partie kýta – dolní šál)

Proměnné	Způsob zavěšení		SEM	Významnost P-value
	Achillova šlacha LSM	Pánevní kost LSM		
Vůně	67,54	66,39	2,514	0,645
Křehkost	41,44	52,89	4,976	0,001
Šťavnatost	57,57	63,74	3,006	0,093
Intenzita chuti	66,65	68,25	3,477	0,546
Vláknitost	48,25	53,94	4,055	0,143
Žvýkatelnost	39,73	51,61	4,759	0,001
Celkové hodnocení	49,95	59,81	3,377	0,003

Jak můžeme vidět v tabulce 10, tak mezi proměnnými nejsou patrné žádné signifikantní rozdíly. Lépe hodnocené u pánevního zavěšení byly vlastnosti křehkost, šťavnatost, vláknitost a žvýkatelnost. V případě zavěšení za Achillovu šlachu byla lépe hodnocena vůně a intenzita chuti.

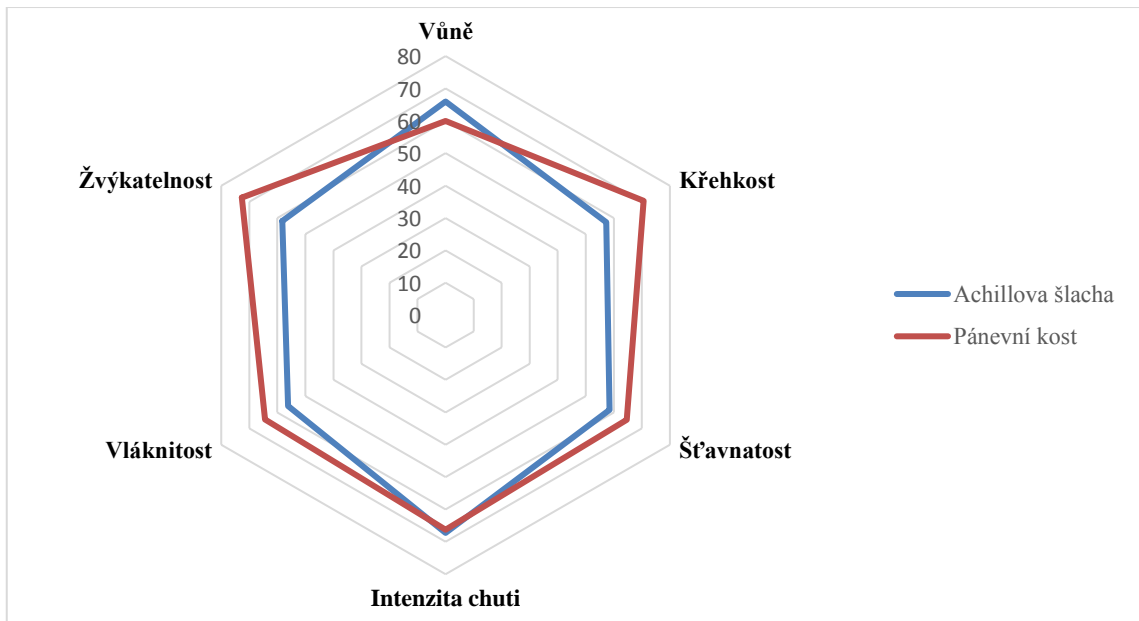
Můžeme tedy konstatovat, že pánevní zavěšení nemá vliv na organoleptické vlastnosti masa u svalu váleček.

Tabulka 10: Organoleptické vlastnosti u svalu *semitendinosus* (partie kýta – váleček)

Proměnné	Způsob zavěšení		SEM	Významnost P-value
	Achillova šlacha LSM	Pánevní kost LSM		
Vůně	67,54	66,81	2,834	0,782
Křehkost	49,86	51,24	4,637	0,684
Šťavnatost	46,30	52,18	4,305	0,101
Intenzita chuti	63,60	61,27	2,999	0,413
Vláknitost	50,30	52,11	5,019	0,580
Žvýkatelnost	46,13	46,81	3,483	0,865
Celkové hodnocení	48,88	50,16	3,674	0,714

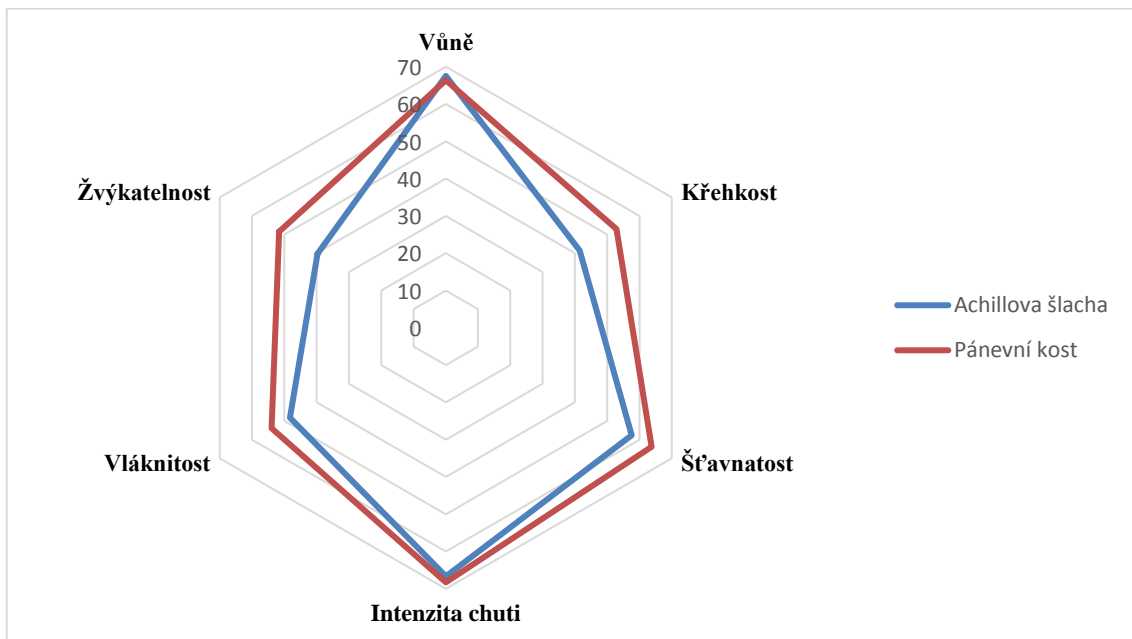
V senzoricím hodnocení organoleptických vlastností masa byly v případě pánevního zavěšení lépe hodnoceny vlastnosti žvýkatelnost a křehkost u svalů *longissimus lumborum* a *biceps femoris*. U prvně jmenovaného byla průkazně lepší ještě vláknitost masa. V případě svalu *semitendinosus* byly výsledky statisticky neprůkazné.

Graf 4: Organoleptické vlastnosti u svalu *longissimus lumborum* (partie nízký roštěnec)



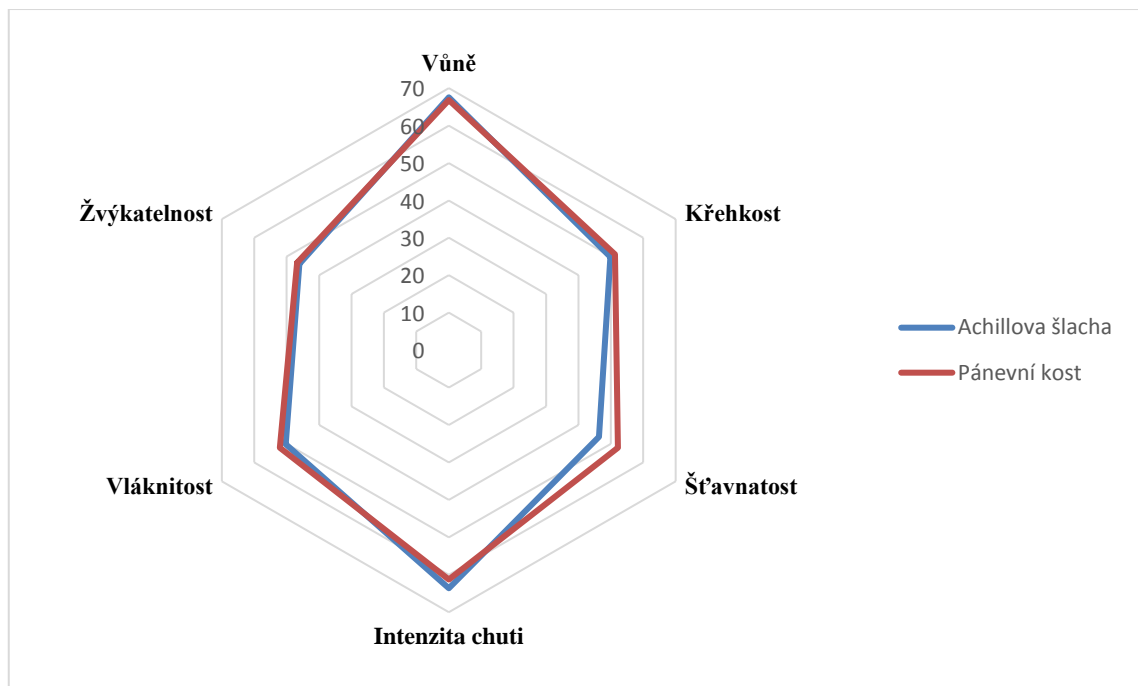
Signifikantní rozdíly jsou vidět v grafu 4, kde bylo pánevní zavěšení lépe hodnocené u žvýkatelnosti, křehkosti a vláknitosti. U zavěšení masa za Achillovu šlachu byla signifikantně lepší vůně.

Graf 5: Organoleptické vlastnosti u svalu *biceps femoris* (partie kýta – dolní šál)



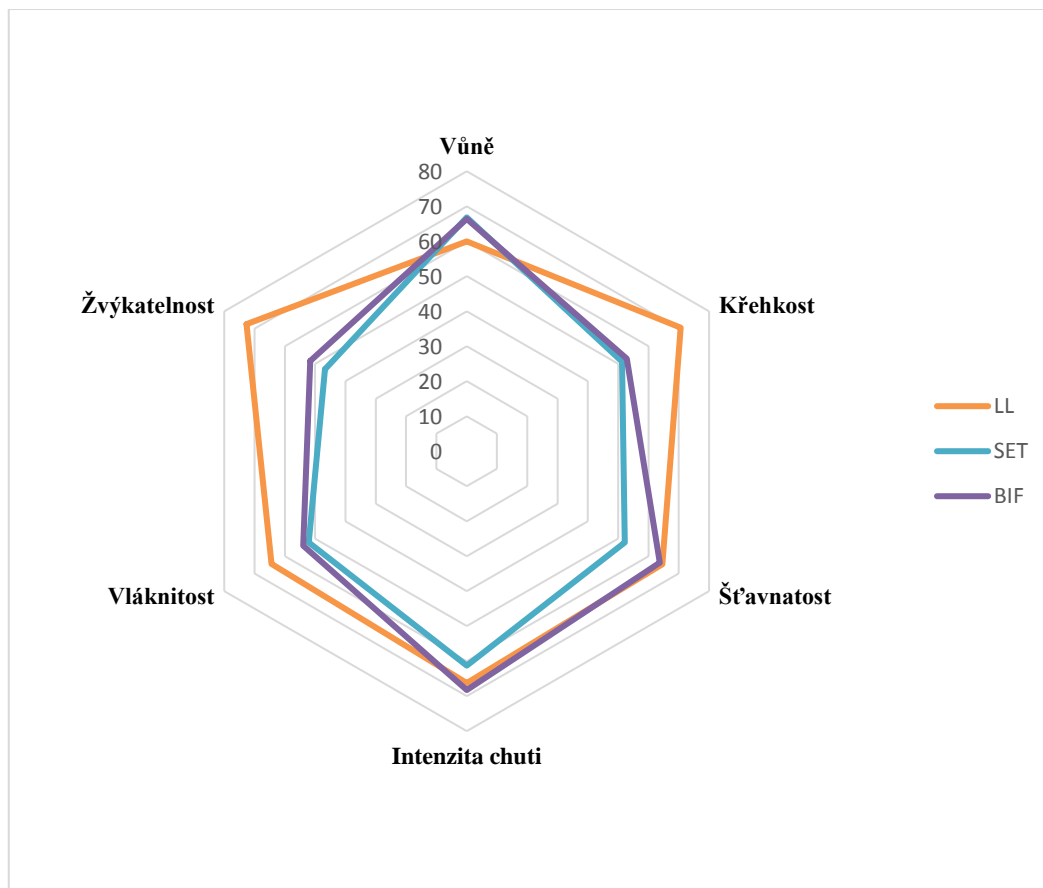
Z grafu 5 je patrný signifikantní rozdíl v křehkosti a žvýkatelnosti masa zavěšeného za pánevní kost.

Graf 6: Organoleptické vlastnosti u svalu *semitendinosus* (partie kýta – váleček)



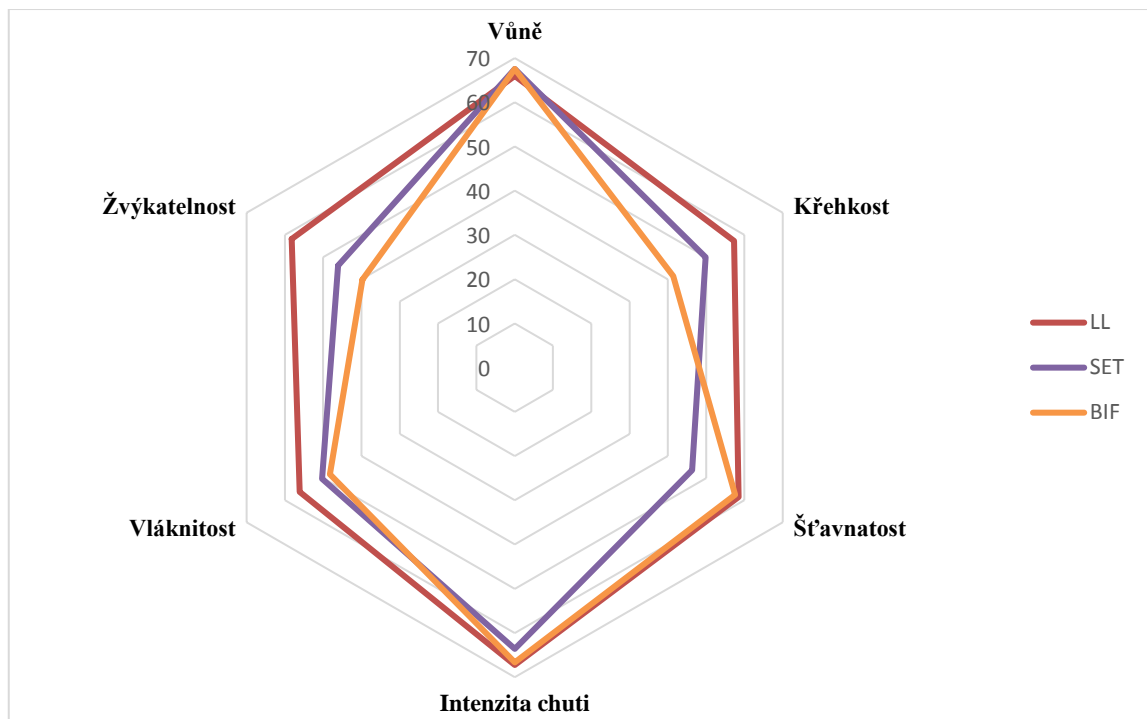
V grafu 6 je vidět, že všechny vlastnosti u svalu váleček jsou mezi způsoby zavěšení neprůkazné.

Graf 7: Porovnání sensorického profilu pánevního zavěšení různých svalů



V grafu 7 můžeme vidět rozdíly v hodnocení jednotlivých svalů v pánevním zavěšení. Nejlépe byla hodnocena svalová partie nízký roštěnec, především v křehkosti, žvýkatelnosti a vláknitosti. Nejhůře naopak sval váleček.

Graf 8: Porovnání senzoričkého profilu zavěšení různých svalů za Achillovu šlachu



V grafu 8 můžeme vidět rozdíly v hodnocení jednotlivých svalů v zavěšení za Achillovu šlachu. Nejlépe byla hodnocena svalová partie nízký roštěnec (LL), především v křehkosti, žvýkatelnosti a vláknitosti. Nejhůře svalová partie dolní šál.

6 Diskuse

V roce 2017 byl proveden experiment týkající se porovnání sensorických a fyzikálních vlastností masa, které bylo při zrání pověšeno buď za pánevní kost, nebo za Achillovu šlachu. Do experimentu bylo zařazeno 6 jalovic plemene gasconne, které byly chovány za identických podmínek ustájení a výživy a byly poraženy ve stejném věku. Experiment byl zaměřen na rozdíl ve fyzikálních a organoleptických vlastnostech masa na způsobu zavěšení jatečně upravených těl při zrání. Předpokládalo se, že maso, které zraje zavěšené za pánevní kost, bude vykazovat při krátké době zrání příznivější organoleptické vlastnosti z důvodu odlišného průběhu postmortálních změn, které způsobují křehnutí odlišných svalových partií, než tomu bude v případě zavěšení za Achillovu šlachu.

Vzorky byly odebrány ze tří svalů. Konkrétně *longissimus lumborum* (partie nízký roštěnec), *biceps femoris* (partie kýta – dolní šál) a *semitendinosus* (partie kýta – váleček).

6.1 Fyzikální vlastnosti masa

V této diplomové práci byly měřeny fyzikální vlastnosti masa, konkrétně parametry pH, barva L* (světlost), a* (červenost), b* (žlutost), odkap, vaznost, ztráty mražením, grilováním, ztráty celkem a síla stříhu Warner – Bratzlerovým nožem. V následující podkapitole jsou shrnuty nejvýznamnější výsledky fyzikálních vlastností.

6.1.1 Fyzikální vlastnosti signifikantně ovlivněné pánevním zavěšením

Díky pánevnímu zavěšení se podařilo signifikantně snížit ztráty odkapem u svalu *semitendinosus*. Způsob zavěšení měl také vliv na barvu L* (světlost), která byla shledána světlejší.

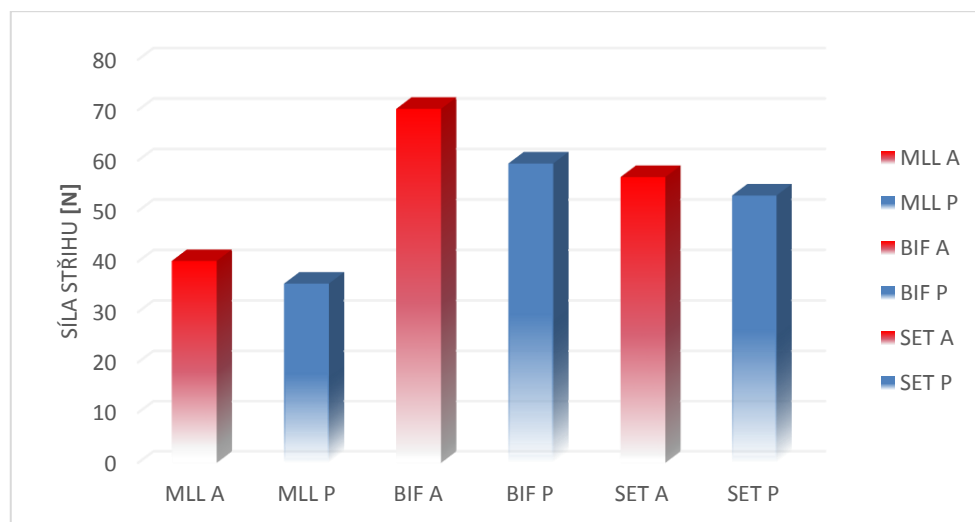
U svalu *biceps femoris* se ukázalo, že pokud při zrání bude maso pověšeno za pánevní kost, budou ztráty mražením nižší než u zavěšení za Achillovu šlachu. Také stříhová síla Warner – Bratzlerovým nožem (dále jen stříhová síla) pro pánevní zavěšení vychází lépe. Ke stejnému závěru došli ve své studii i Ahnstorm et al. (2012), kteří tyto jevy zaznamenali u svalu *semimembranosus* u jalovic. Naopak žádné signifikantní rozdíly nezjistili u svalu *longissimus dorsi* a *gluteus medius*.

V případě svalu *longissimus lumborum* byla barva b* (žlutost) signifikantně žlutější. Stříhová síla opět vychází lépe než u zavěšení za Achillovu šlachu, nicméně tento výsledek

není signifikantní (viz graf 9). Liu et al. (2016) uvádí, že nižší stříhová síla byla potřeba k přestřížení svalu *longissimus lumborum* zavěšeného za pánevní kost už po 1 dni zrání. Totéž zjistili Hou et al. (2014), u kterých se stříhová síla snížila i v 7. dni zrání. Podobný pokus se stejným výsledkem udělali Hutchison et al., (2014) u masa jelenovitých a Smith et al. (2017) u svalu *semimembranosus* masa alpak.

Můžeme se tedy domnívat, že pánevní zavěšení masa při zrání u většiny případů snižuje stříhovou sílu, která je ovlivněna křehkostí masa. Dále pánevní zavěšení snižuje u masa ztráty mražením a odkapem u některých svalů. Pozorováno bylo i několik signifikantních rozdílů v barvě svalů.

Graf 9: Porovnání pánevního zavěšení a zavěšení za Achillovu šlachu ve stříhové síle WB



6.2 Organoleptické vlastnosti masa

Další hodnocené vlastnosti v této diplomové práci jsou vlastnosti organoleptické. Konkrétně vůně, křehkost, šťavnatost, intenzita chuti, vláknitost, žvýkatelnost a celkové hodnocení, které vyjadřuje preference hodnotitele.

V následujících podkapitolách jsou shrnuty nejvýznamnější výsledky organoleptických vlastností a jejich vliv na celkové hodnocení.

6.2.1 Organoleptické vlastnosti signifikantně ovlivněné pánevním zavěšením

Zavěšení masa při zrání za pánevní kost u svalu *longissimus lumborum* signifikantně zlepšuje žvýkatelnost, křehkost a vláknitost masa. Křehkost svalu *longissimus lumborum* u alpak byla hodnocena ve studii Smith et al. (2017) v pánevním zavěšení také lépe. Vůně masa

je v naší práci lepší při zavěšení za Achillovu šlachu. S tím souvisí tvrzení Monsón et al. (2015) a Juaréz et al. (2010), že s rostoucí zralostí masa klesá příjemnost vůně masa. Tento trend zaznamenali ve své práci i Bureš a Bartoň (2014) u krav.

U svalu *biceps femoris* byly lépe hodnocené vlastnosti křehkost a žvýkatelnost. Ve studii Colle et al. (2016) také hodnotili křehkost jako lepší v 21. 42. i 63. dnu zrání ve vakuu. Ve vlastnostech chuť, šťavnatost a celková přijatelnost však u svalu *biceps femoris* nezaznamenali zlepšení od 2. dne ani po 63. dnech.

Organoleptické vlastnosti svalu *semitendinosus* nevykazovaly žádné signifikantní rozdíly v závislosti na způsobu zavěšení.

6.2.2 Celkové hodnocení organoleptických vlastností

V této diplomové práci panel hodnotitelů nejlépe ohodnotil žvýkatelnost a křehkost masa zavěšeného za pánevní kost u svalů *longissimus lumborum* a *biceps femoris*. Bylo zjištěno, že pánevní zavěšení zlepšuje křehkost masa, proto hodnotitelům připadalo chutnější, což pozorujeme ze signifikantně lepší celkové přijatelnosti. Ve článku Monsón et al. (2005) také ukazují, že křehkost masa zlepšuje sensorickou kvalitu a přijatelnost masa spotřebiteli. V tomto článku tvrdí, že výběr plemene a rostoucí doba zrání má na křehkost masa zásadní vliv. Vliv doby zrání masa popisuje i Hou et al. (2014) u čínského žlutého skotu, kdy křehkost masa v pánevním zavěšení při zrání 7. den odpovídá křehkosti masa zavěšeného za Achillovu šlachu 14. den.

V případě naší práce byla vždy vůně lépe hodnocena u klasického zavěšení za Achillovu šlachu, což nebylo předpokládáno. Zhoršení vůně u pánevního zavěšení si vysvětlujeme možným urychlením rozkladných procesů aminokyselin.

V průběhu experimentu bylo zjištěno, že hodnotitelé vnímají rozdíly v organoleptických vlastnostech masa mezi dvěma způsoby zavěšení JUT již po 2 dnech zrání. Naopak u zavěšení za Achillovu šlachu Bureš a Bartoň (2014) ukazují, že v případě hodnocení organoleptických vlastností hovězího masa po třech dnech zrání nebyly zjištěny žádné rozdíly v porovnání s masem nevyzrálým. Ty byly poprvé pozorovány až po 14 dnech v případě křehkosti, intenzity chuti a žvýkatelnosti. Vzhledem k těmto skutečnostem lze říci, že pánevní zavěšení urychluje křehnutí sledovaných svalů a změnu organoleptických vlastností už po 2 dnech zrání, na rozdíl od klasického zavěšení za Achillovu šlachu.

7 Závěr

Na základě výsledků experimentu uvedených v kapitolách Výsledky a Diskuze lze konstatovat že:

Pánevní zavěšení signifikantně zlepšuje některé z měřených fyzikálních vlastností u masa s krátkou dobou zrání. U svalu *biceps femoris* snižuje ztráty mražením a stříhovou sílu Warner – Bratzlerovým nožem. Sval *semitendinosus* vykazoval nižší ztráty odkapem při porovnání se zavěšením za Achillovu šlachu. Pánevní zavěšení mělo také signifikantní vliv na barevnost vyžralého masa, způsobilo tmavší žlutější zbarvení u svalu *longissimus lumborum* a světlejší parametr barvy L* (světlost) u svalů *biceps femoris* a *semitendinosus*.

Vliv způsobu zavěšení jatečně upraveného těla u sledovaných svalů zlepšuje i některé organoleptické vlastnosti. Zatímco způsob zavěšení nemá významný vliv na parametry vůně a chuti, došlo zavěšením za pánevní sponu ke zlepšení většiny texturních charakteristik.

Výsledky zjištěné v rámci této diplomové práce jsou ve shodě se závěry experimentů doložených v literatuře, které shodně uvádí, že pánevní zavěšení masa při zrání zlepšuje organoleptické vlastnosti masa.

Rychlejší zrání masa by umožnilo zpracovatelským provozům, které nedisponují dostatečným technologickým vybavením pro zrání masa při uplatnění pánevního zavěšení zlepšit vybrané fyzikální, technologické a organoleptické vlastnosti hovězího masa ze zadní čtvrti.

8 Seznam literatury

Ahnström, M. L., Hunt, M. C., Lundström, K. 2012. Effects of pelvic suspension of beef carcasses on quality and physical traits of five muscles from four gender–age groups. *Meat Science*. 90 (3). 528-535.

Bartoň, L., Bureš, D. 2009. Masná užitkovost, in Zahrádková, R., Bartoň, L., Bureš, D., Doležal, P., Illek, J., Kaplanová, K., Kvapilík, J., Rozsypal, R., Skládanka, J., Slavík, J., Stehlík, L., Stejskalová, E., Stěhulová, I., Šárová, R., Šeba, K., Špinka, M., Teslík, V., Veselá, Z., Vostrý, L., Zeman, L., Žďárský, P. 2009. Masný skot od A do Z. Český svaz chovatelů masného skotu. Praha. 231-246.

Bartoň, L., Bureš, D. 2013. Vliv genetických faktorů na obsah mastných kyselin. *Veterinářství. Profí Press*. Praha. 62 (1). 46-50.

Bártová, E. 2014. Pohyb a taxe, nativní preparáty: Pohyb a taxe [online]. Brno. [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/opvk2014/?title=teorie-pohyb_a_taxe>

Bouton, P.E.; Harris, P.V. 1972. The effects of some post slaughter treatments on the mechanical properties of bovine and ovine muscle. *Journal of Food Science* 37. 539-543.

Bouton, P.E.; Harris, P.V.; Shorthose, W.R.; Baxter, R.I. 1973. A comparison of the effects of ageing conditioning and skeletal restraint on the tenderness of mutton. *Journal of Food Science* 38. 932–937.

Bureš, D. 2017. Masná užitkovost skotu, in Bartoň, L., Bureš, D., Homolka, P., Pipek, P., Pulkrábek, J., Slonek, Z. 2017. Učební texty pro školení klasifikátorů jatečných těl skotu (SEUROP). Praha. s. 12-23.

Bureš, D. 2017. Obecné údaje o produkci a spotřebě masa, in Bartoň, L., Bureš, D., Homolka, P., Pipek, P., Pulkrábek, J., Slonek, Z. 2017. Učební texty pro školení klasifikátorů jatečných těl skotu (SEUROP). Praha. s. 4-12.

Bureš, D., Bartoň, L. 2010. Využití masných plemen chovaných v ČR pro křížení a produkci jatečného skotu. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. s. 26.

Bureš, D., Bartoň, L. 2012. Výkrmnost a jatečná hodnota býků různých plemen. *Náš chov. Profi Press. Praha.* 72 (6). 31-34.

Bureš, D., Bartoň, L. 2014. Organoleptické vlastnosti hovězího masa při odlišné době zrání. *Náš chov. Profi Press.* 74 (10). 32-34.

Bureš, D., Bartoň, L., Kudrnáčová, E., Panovská, Z., Kouřimská, L. 2018. Maso divokých zvířat a jeho role v lidské výživě. *Výživa a potraviny. Praha.* 73 (1). 9-13.

Colle, M. J., Richard, R. P., Killinger, K. M., Bohlscheid, J. C., Gray, A. R., Loucks, W. I., Day, R. N., Cochran, A. S., Nasados, J. A., Doumit, M. E. 2016. Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from the biceps femoris and semimembranosus. *Meat Science.* 119. 110-117.

ČSN ISO 11036. Senzorická analýza-Metodologie-Profil/textury. 1997. Český normalizační institut. Praha. 20 s.

Devine, C. E., Wahlgren, N. M., Tornberg, E. 1999. Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderisation of restrained and unrestrained beef m. longissimus thoracicus et lumborum. *Meat Science.* 51 (1). 61-72.

Drdák, M., Studnický, J., Mórová, E., Karovičová, J. (1996): *Základy potravinářských technologií.* 1. vyd. Malé centrum. Bratislava. 512 s.

Elmore, J., S., et Mottram (2009). Flavour development in meat. Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat. Woodhead Publishing. Limited. 111-146.

Font-i-Furnols, M., Guerrero, L. 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science.* 98 (3). 361-371.

- Gauthier, G. F. (1969): On the relationship of ultrastructural and cytochemical features to color in mammalian skeletal muscle. *Zeitschrift für Zellforschung*. 95. 462-482.
- Herring, H.K., Cassens, R.G., Briskey, E.J. 1965a. Sarcomere length of free and restrained bovine muscles at low temperatures as related to tenderness. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 16. p. 379.
- Herring, H.K., Cassens, R.G., Briskey, E.J. 1965b. Further studies on bovine muscle tenderness as influenced by carcass position, sarcomere length, and fiber diameter. *Journal of Food Science* 30. 132-135.
- Hocquette, J.F., Botreau, R., Picard, B., Jacquet, A., Pethick, D., Scollan, N. (2012): Opportunities for predicting and manipulating beef quality. Review. *Meat Science*. 92. 197–209.
- Hofírek, B., Dvořák, R., Němeček, L., Doležal, R., Pospíšil, Z. (2009): *Nemoci skotu*. Noviko. Brno. 1149 s.
- Holman, B. W. B., Mao, Y. W., Coombs, C. E. O., Van de Ven, R. J., Hopkins, D. L. (2016): Relationship between colorimetric (instrumental) evaluation and consumer- defined beef colour acceptability. *Meat Science*. 121. 104–106.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*. 49 (4). 447-457.
- Hostetler, R.L., Landmann, W.A., Link, B.A., Fitzhugh, H.A. Jr. 1970. Influence of carcass position during rigor mortis on tenderness of beef muscles: comparison of two treatments. *Journal of Animal Science* 31. 47–50.
- Hostetler, R.L., Link, B.A., Landmann, W.A., Fitzhugh, H.A. Jr. 1972. Effect of carcass suspension on sarcomere length and shear force of some major bovine muscles. *Journal of Food Science* 37. 132-135.

Hou, X., Liang, R., Mao, Y., Zhang, Y., Niu, L., Wang, R., Liu, C., Liu, Y., Luo, X. 2014. Effect of suspension method and aging time on meat quality of Chinese fattened cattle *M. Longissimus dorsi*. *Meat Science*. 96 (1). 640-645.

Hutchison, C. L., Mulley, R. C., Wiklund, E., Flesch, J. S., Sims, K. 2014. Effect of pelvic suspension on the instrumental meat quality characteristics of red deer (*Cervus elaphus*) and fallow deer (*Dama dama*) venison. *Meat Science*. 98 (2). 104-109.

Ingr, I. (2004): Jakou perspektivu má hovězí maso v naší výživě? *Výživa a potraviny*. 59 (4). 104–106.

Ježek, F., Saláková, A. 2012. *Senzorická analýza potravin*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno. 125 s.

Juárez, M., Failla, S., Ficco, A., Peña, F., Avilés, C., Polvillo, O. 2010. Buffalo meat composition as affected by different cooking methods. *Food and Bioproducts Processing*. 88 (2-3). 145-148.

Jůzl, M., Müllerová, M. 2017. Hovězí maso-nedílná součást našeho jídelníčku. *Výživa a potraviny*. Praha. 72 (4). 100-104.

Kameník, J., Janštová, B., Saláková, A. 2014a. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno. 199 s.

Kameník, J. 2014b. *Maso jako potravina: Produkce, složení a vlastnosti masa*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie. Brno. 328 s.

Kameník, J. 2016. Zralé maso-chutné maso. *Vesmír* [online]. 95 (8). Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/on-line-clanky/2016/08/zrale-maso-chutne-maso.html>

Koohmaraie, M., 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderisation processes of meat. *Meat Science* 43. 193-201.

Kubberød, E., Ueland, Ø., Rødbotten, M., Westad, F., Risvik, E. 2002. Gender specific preferences and attitudes towards meat. *Food Quality and Preference*. 13 (5). 285-294.

Kučera, J. 2011. Plemena skotu, in Máchal, L., Filipčík, R., Hošek, M., Chládek, G., Falta, D., Kučera, J., Kuchtík, J., Čechová, M., Hadaš, Z., Sládek, L., Jiskrová, I., Lichovníková, M. 2011. Chov zvířat I: Chov hospodářských zvířat. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 92-101.

Kvapilík, J., Růžička, Z., Bucek, P. 2015. Ročenka-Chov skotu v České republice. Praha. 95 s.

Kvapilík, J., Kučera, J., Bucek, P. 2017. Ročenka-Chov skotu v České republice. Praha. 105 s.

Laing, D. G. 1983. Natural Sniffing Gives Optimum Odour Perception for Humans. Perception [online]. 12 (2). 99-117. [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1068/p120099>.

Liu, Y., Mao, Y., Liang, R., Zhang, Y., Wang, R., Zhu, L., Han, G., Luo, X. 2016. Effect of suspension method on meat quality and ultra-structure of Chinese Yellow Cattle under 12–18 °C pre-rigor temperature controlled chilling. Meat Science. 115. 45-49.

Locker, R.H. 1960. Degree of muscular contraction as a factor in tenderness of beef. Food Res. 25. 304–307.

Macleod, G. 1994. The flavour of beef, in Shahidi, F. 1994. Flavor of meat and meat products. 4-33.

Matthews, K. R. 2011. Review of published literature and unpublished research on factors influencing beef quality. Agriculture and Horticulture Development Board. 44 s.

Meilgaard, M., Gail Vance Civille, B. Thomas Carr. 1999. Sensory evaluation techniques. 3rd ed. CRC Press. Boca Raton, Fla. 416 s.

Mikšík, J., Žižlavský, J. (2005): Chov skotu. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 162 s.

- Markus, S. B., Aalhus, J. L., Janz, J. A. M. and Larsen, I. L. (2011): A survey comparing meat quality attributes of beef from credence attribute-based production systems. *Canadian Journal of Animal Science*. 91. 283–294.
- Monsón, F., Sañudo, C., Sierra, I. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*. 71 (3). 471-479.
- Mottram, D. S. (1998): Flavour formation in meat and meat products: A review. *Food Chemistry*. 62. 415–424.
- Pinto Neto, M., Beraquet, N. J., Cardoso, S. 2013. Effects of chilling methods and hot-boning on quality parameters of *M. longissimus lumborum* from *Bos indicus* Nelore steer. *Meat Science*. 93 (2). 201-206.
- O'Quinn, T. G., Woerner, D. R., Engle, T. E., Chapman, P. L., Legako, J. F., Brooks, J. C., Belk, K. E., Tatum, J. D. (2016): Identifying consumer preferences for specific beef flavor characteristics in relation to cattle production and postmortem processing parameters. *Meat Science*. 112. 90–102.
- Panovská, Z., Valentová, V., Váchová, A., Pokorný, J. (2008): Preference masa a masných výrobků u vysokoškoláků na konci dvacátého století. *Maso*, 19 (3). 32–36.
- Pegg, R. B., Shahidi, F. (2004): Flavour development. *Encyclopedia of meat sciences*. 2. 570–578.
- Pipek, P. 1995. *Technologie masa I. 4.přepřacované*. Praha. 334 s.
- Rainey, B. A (1986): Importance of reference standards in training panellists. *Journal of Sensory Studies*. 1. 149–154.
- Rhee, M.S., Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., Koohmaraie, M. (2004): Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. *Journal of Animal Science*. 82. 534–550.

Roubalová, M., Vodička, J. 2015. Situační a výhledová zpráva skot-hovězí maso. Ústav zemědělské ekonomiky a informací. Praha. 55 s.

Smith, M. A., Bush, R. D., van de Ven, R. J., Hopkins, D. L. 2017. The combined effects of grain supplementation and tenderstretching on alpaca (*Vicugna pacos*) meat quality. *Meat Science*. 125. 53-60.

Syrůček, J., Kvapilík, J. 2018. Výrobní a ekonomické ukazatele chovu krav bez TPM v ČR - 2013 až 2016. *Náš chov*, 78 (1). 50-54.

Sorheim, O., Hildrum, K.I. 2002. Muscle stretching techniques for improving meat tenderness. *Trends in Food Science & Technology* 13. 127–135.

Steinhauser, L. 2014. O mase. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie. 392 s.

Steinhauserová, I. 2000. Elektrostimulace, in Steinhauser, L., Bystrický, P., Cabadaj, R., Černý, H., Dvořák, J., Ingr, I., Kerekréty, J., Kubíček, K., Maté, D., Minks, J., Nagy, J., Novák, P., Pipek, P., Simeonovová, J., Sovjak, R., Steinhauserová, I., Straková, E., Suchý, P., Šubrt, J., Švický, E., Večerek, V., Vrchlabský, J., Zabloudil, F. 2000. *Produkce masa*. Last. Brno. 287-289.

Stupka, R., Čítek, J., Fantová, M., Ledvina, Z., Navrátil, J., Nohejlová, L., Stádník, L., Šprysl, M., Štolc, L., Vacek, M., Zita, L. 2013. *Chov zvířat. 2*. Powerprint. Praha. 286 s.

Toušová, R. 2002. Mléčná užitkovost, in Vaněk, D., Štolc, L., Bouška, J., Doležal, O., Ježková, A., Nová, V., Stádník, L., Toušová, R. 2002. *Chov skotu a ovcí*. Česká zemědělská univerzita. Praha. 20-27.

Vaněk, D. 2002. Plemena skotu, in Vaněk, D., Štolc, L., Bouška, J., Doležal, O., Ježková, A., Nová, V., Stádník, L., Toušová, R. 2002. *Chov skotu a ovcí*. Česká zemědělská univerzita. Praha. 41-52.

Yambayamba, E. Price, M. A. (1991): Fiber type proportions and diameters in the longissimus muscle of beef heifers undergoing catch-up (compensatory) growth. *Canadian Journal of Animal Science*. 71 (4). 1031–1035.

Zahrádková, R., Bartoň, L., Brychta, J., Bureš, D., Doležal, P., Illek, J., Kaplanová, K., Kvapilík, J., Rozsypal, R., Skládanka, J., Slavík, J., Stehlík, L., Stejskalová, E., Stěhulová, I., Šárová, R., Šeba, K., Špínka, M., Teslík, V., Veselá, Z., Vostrý, L., Zeman, L., Žďárský, P. (2009): *Masný skot. Český svaz chovatelů masného skotu*. Praha. 397 s.

Žižlavský, J. 2006. Dojená plemena ve světové populaci skotu, in Bouška, J., Doležal, O., Jílek, F., Kudrna, V., Kvapilík, J., Příbyl, J., Rajmon, R., Sedmíková, M., Skřivanová, V., Šlosárková, S., Tyrolová, Y., Vacek, M., Žižlavský, J. 2006. *Chov dojeného skotu*. Nakladatelství Profi Press. Praha. 33 s.

9 Seznam zkratek

BIF	<i>Musculus biceps femoris</i>
BTPM	Bez tržní produkce mléka
JUT	Jatečně upravené tělo
LL	<i>Musculus longissimus lumborum</i>
TPM	Tržní produkce mléka
SET	<i>Musculus semitendinosus</i>
VÚŽV	Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., v Praze Uhřetěvesi
WB	Warner – Bratzlerův nůž