

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality a bezpečnosti potravin



Vliv postmortálních změn u masa býků českého strakatého skotu na parametry kvality masa

Diplomová práce

Bc. Kristýna Najmanová

Výživa a potraviny

Ing. Daniel Bureš, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv postmortálních změn u masa býků českého strakatého skotu na parametry kvality 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. 2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce, panu Ing. Danielu Burešovi, Ph.D., za veškerou pomoc a energii vloženou do mé diplomové práce. Největší poděkování patří mé rodině a příteli, kteří mě podporovali nejen během vytváření této závěrečné práce, ale především v průběhu celého studia na vysoké škole a byli mojí největší oporou.

Vliv postmortálních změn u masa býků českého strakatého skotu na parametry kvality masa

Maso je základním produktem živočišné výroby a má zásadní význam v našem stravování. Je zdrojem mnoha důležitých a plnohodnotných látek pro náš organismus. U jeho konzumace byl v poslední době zaznamenán pokles spotřeby, a tak se stále více řeší jeho kvalita. V této souvislosti je žádoucí, abychom se snažili zhodnotit vlivy určitých faktorů na kvalitu masa a jeho složení. Snažíme se o to, aby složení mastných kyselin a sensorické vlastnosti co nejlépe odpovídaly požadavkům spotřebitelů.

Cílem této diplomové práce je vyhodnotit vliv uplatnění rozdílné krmné dávky u býků českého strakatého skotu na změny v sensorickém profilu masa v průběhu procesu zrání. Také bude snaha vyhodnotit, do jaké míry souvisí zastoupení mastných kyselin v hovězím mase se změnami v sensorickém profilu. V průběhu zrání masa bude docházet ke změnám sensorického profilu v závislosti na uplatněné výživě vykrmovaných býků.

Krmné dávky se navzájem lišily v rozdílném zdroji proteinu dodávaného ve formě koncentrátů. Šlo o přídavek komerčně dodávaného minerálního mixu s přídavkem močoviny, přídavek řepkového extrahovaného šrotu a přídavek lupiny bílé.

Stanovení obsahu mastných kyselin v odebíraném svalu *longissimus lumborum* bylo provedeno extrakcí celkových lipidů metodou podle Folche. Organoleptické vlastnosti vzorků masa byly posuzovány prostřednictvím sensorické analýzy. Sledované deskriptory byly hodnoceny pomocí tzv. kvantitativní deskriptivní metody.

Zastoupení mastných kyselin v syrové svalovině bylo odlišné ve všech třech sledovaných skupinách. Je tedy zřejmé, že rozdílné složení krmných dávek má vliv na zastoupení jednotlivých druhů mastných kyselin ve vzorcích masa. Na základě zastoupení vybraných mastných kyselin můžeme říci, že vyšší obsah mastných kyselin má vliv na vyšší intenzitu chuti a játrovou chuť masa. V průběhu zrání masa docházelo ke změnám sensorického profilu v závislosti na uplatněné výživě vykrmovaných býků. U všech dob zrání vyšly signifikantní rozdíly ve vůni, křehkost vyšla průkazně signifikantní u doby zrání 15 dní. Vliv krmné dávky a doby zrání se tedy nejvíce projevuje u vůně a křehkosti masa.

Klíčová slova: hovězí maso, český strakatý skot, zrání masa, chemické složení, sensorická analýza

Effect of postmortal changes in meat from Fleckvieh fattening bulls on meat quality

Meat is a basic product of animal production and is very important in our diet. It is the source of many important and valuable substances for our body. Consumption has recently in decline, so it's important to increase and study the meat. In this context, it is desirable to try to evaluate the effects of certain factors which influences the quality of the meat. We try to ensure that the composition of fatty acids and sensory properties will be the best for consumer requirements.

The aim of this thesis is to evaluate the effect of different feed ration on bulls of Czech Fleckvieh on changes in sensory profile of meat during the aging. There we also try to evaluate the extent to which the proportion of fatty acids in beef is related to changes in the sensory profile. During the aging of the meat, there will be changes in the sensory profile depending on the nutrition of the fattened bulls.

Feed rations were different from each other in a different source of protein delivered in the form of concentrates. It was the addition of a commercially available mineral mix with the addition of urea, the addition of rapeseed extract and the addition of white lupine.

The determination of the fatty acid content of the *longissimus lumborum* muscle was performed by extraction of total lipids by the Folch method. The organoleptic properties of meat samples were assessed by sensory analysis. The descriptors were evaluated using the quantitative descriptive method.

The proportion of fatty acids in raw muscle was different in all three groups. It is therefore clear that the different composition of feed rations has an impact on the representation of individual types of fatty acids in meat samples. Based on the representation of selected fatty acids, we can say that the higher content of fatty acids influences the higher taste intensity and the liver taste of the meat. During the aging of the meat, there were changes in the sensory profile depending on the nutrition of the fattened bulls. At all aging times, there were significant differences in flavour, the tenderness was significantly different in the 15-day aging period. The effect of the ration and the aging period is therefore most influences in the flavour and tenderness of the meat.

Keywords: beef, Fleckvieh, meat quality, chemical composition, sensory analysis

Obsah

1	Úvod	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	3
3	Literární rešerše	4
3.1	Český strakatý skot	4
3.2	Maso	6
3.2.1	Konzumace červeného masa	7
3.3	Zdravotní nezávadnost masa	9
3.4	Kvalita masa	10
3.4.1	Vliv výživy na kvalitu masa	14
3.5	Vlastnosti masa	15
3.5.1	Fyzikální (technologické) vlastnosti	15
3.5.2	Organoleptické vlastnosti	15
3.5.3	Chemické (nutriční) složení	16
3.6	Mastné kyseliny	17
3.7	Posmrtné změny masa	19
3.7.1	Prae rigor	19
3.7.2	Rigor mortis	20
3.7.3	Zrání	20
3.7.4	Hluboká autolýza	21
3.8	Welfare	21
4	Materiál a metodika	23
4.1	Stanovení mastných kyselin	27
4.2	Statistická analýza	28
4.3	Senzorická analýza	29
5	Výsledky	30
5.1	Mastné kyseliny	30
5.2	Senzorická analýza	32
5.3	Porovnání obsahu MK a sensorické analýzy	40
6	Diskuze	43
7	Závěr	46
8	Seznam literatury	48
9	Seznam zkratk	54
10	Seznam obrázků	55

1 Úvod

Maso je základním produktem živočišné výroby a má zásadní význam v našem stravování. Je zdrojem mnoha důležitých, kvalitních a plnohodnotných látek pro náš organismus. Základní složkou masa je voda, dále bílkoviny, tuky a v malém zastoupení také sacharidy. Můžeme tedy říci, že jde o živočišný produkt poskytující v určitém zastoupení všechny makroživiny, které náš organismus potřebuje. Dále je samozřejmě i zdrojem mnoha minerálních látek a vitamínů, které také přispívají našemu zdraví a bez kterých se náš organismus neobejde.

Na českém trhu patří mezi nejoblíbenější maso vepřové, dále pak maso kuřecí a hovězí. Celková spotřeba masa by měla činit maximálně 90 kg na osobu a rok (počítáno včetně masných výrobků), přičemž průměrná spotřeba v České republice je 79 kg (v současnosti se jedná o klesající trend). Ve světě se pak průměrná spotřeba pohybuje kolem 45 kg. Spotřeba hovězího masa aktuálně klesá, ale zároveň stále platí fakt, že převyšuje produkce nad spotřebou neboli nabídka nad poptávkou, a to je dobrá situace pro trh s masem. O České republice můžeme říci, že v souvislosti s produkcí hovězího masa se řadí mezi soběstačné státy.

Kromě problematiky kvantity by se především měla řešit také kvalita. Kvalita masa a živočišných produktů obecně je velmi důležitým faktorem, na který by měl být brán zřetel. Kvalitou masa se rozumí soubor technologických, fyzikálních, kulinářských a sensorických vlastností, dále výživová hodnota masa, biochemický stav masa a v neposlední řadě i přítomnost mikroorganismů. Mezi prvotní ukazatel kvality masa, který ovlivňuje volbu konzumenta ke koupi, patří samozřejmě jeho barva. O kvalitě masa rozhodují spolu s dalšími faktory především posmrtné změny, kdy dochází k procesu přeměny svalové tkáně na maso. Během celého procesu dochází k přeměnám základních složek a maso nabývá požadovaných technologických, sensorických i kulinářských vlastností. Posmrtné zrání probíhá ve 4 fázích. Vzhledem k tomu, že posmrtné změny masa mají, stejně jako výživa daného skotu, významný vliv na kvalitu námi konzumovaného masa, je více než důležité se tímto tématem zabývat. Měli bychom sledovat jak postmortální změny masa, tak i výživu daného skotu. Je to způsob, kterým můžeme docílit zvýšení kulinární kvality hovězího masa a stabilizace spotřeby jeho konzumace českými konzumenty.

Český strakatý skot je původním plemenem skotu na území České republiky. Je součástí celosvětové populace strakatých plemen shodného fylogenetického původu, rozšířené, pro

svoje vynikající vlastnosti a široké využití, na všech kontinentech. Na celkových stavech skotu v ČR se podílí v současné době přibližně jednou třetinou. Chovný cíl plemene je zaměřen na vysokou a hospodárnou produkci kvalitního mléka a masa. Požadován je skot kombinovaného produkčního zaměření se zvýrazněnými znaky mléčnosti, středního až většího tělesného rámce, dobrého osvalení a harmonického zevnějšku. Hospodárnost chovu strakatého skotu je dána ukazateli chovné užitkovosti, především dobrým zdravotním stavem, zejména mléčné žlázy, pravidelnou plodností, snadnými porody, vitalitou telat, bezproblémovým odchovem i schopností k pastvě a vysokému příjmu a využití objemných krmiv. Vzhledem k exportu značného podílu masného skotu z ČR do zahraničí ať už k dalšímu výkrmu či přímo k jatečnému zpracování, představuje český strakatý skot stále rozhodující část skotu určeného k tuzemské produkci masa. Z tohoto důvodu je pro dosažení optimálních parametrů kvality masa nezbytné porozumět všem procesům, které tyto parametry ovlivňují.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza: V průběhu postmortálních procesů u zrajícího hovězího masa bude docházet ke změnám sensorického profilu masa v závislosti na uplatněné výživě vykrmovaných býků českého strakatého skotu.

Cíl práce: Cílem práce je vyhodnotit vliv uplatnění rozdílné krmné dávky u mladých býků českého strakatého skotu na změny v sensorickém profilu masa v průběhu procesu zrání. Bude rovněž snaha vyhodnotit, do jaké míry souvisí zastoupení mastných kyselin v hovězím mase se změnami v sensorickém profilu.

3 Literární rešerše

3.1 Český strakatý skot

Toto plemeno skotu je úplně prvním plemenem u nás v České republice. Řadí se do celosvětové populace strakatých plemen skotu, které mají stejný fylogenetický původ. Vzhledem ke svým výborným vlastnostem, charakteristice a užití je toto plemeno rozšířeno ve všech kontinentech světa. Český strakatý skot aktuálně zaujímá zhruba polovinu počtu skotu v České republice, co se týká celkových stavů.

Z hlediska chovného cíle tohoto plemene se hledí především na vysokou, kvalitní a hospodárnou produkci kvalitního masa a mléka. Masná užitkovost je dána denním přírůstkem nad 1 300 g, pokud se jedná o intenzivní výkrm býků. Jatečná výtěžnost by měla být více jak 58 %. Velký počet chovů skotu dosahuje těchto parametrů již nyní.

Vysoký zájem je o skot kombinovaného zaměření, který má výrazné znaky mléčné užitkovosti, je středního až velkého tělesného rámce, dále má dobré osvalení a také se přihlíží na tzv. „harmonický zevnějšek“. Pokud bychom mluvili o hospodárnosti českého strakatého skotu, tak ta se určuje ukazateli chovné užitkovosti, dobrým zdravotním stavem, zdravotním stavem mléčné žlázy, pravidelnou plodností krav, nekomplikovanými porody, vitalitou telat či využití krmiv. Český strakatý skot se používá jak pro užitkové křížení s dojnými plemeny, tak i pro chov bez tržní produkce mléka (Cestr 2008). Dříve byl český strakatý skot šlechtěn pro potřeby zvýšení mléčné užitkovosti některými mléčnými plemeny, mezi které patřil např. ayrshire nebo holstein. České strakaté plemeno je vyzdvihovalo především pro jeho dlouhověkost, schopnost přizpůsobit se místním podmínkám, perzistenci laktace, ale také pro vysokou hospodárnost produkce (Bouška a kol. 2006).

Oceňována je kvalita surovin, kterou skot poskytuje:

- mléko řadící se do nejvyšší jakosti, které má žádoucí zastoupení mléčných složek
- maso, které je barvou a chutí výrazné, má vysokou výtěžnost a je vhodné k jakékoli technologické úpravě

Kvalita jatečného skotu je posuzována dle klasifikačního systému SEUROP. Z hlediska hodnocení systémem SEUROP splňuje Český strakatý skot dané potřeby a očekávání chovatelů (Cestr 2008).

Obrázek č. 1 – Český strakatý skot. Dostupné také z <<http://www.agropress.cz/ceska-straka-cestr/>>



Plemeno české strakaté patří mezi kombinovaný užitkový typ, má nejnižší spotřebu krmiva na tvorbu jednoho kilogramu přírůstku a nejvyšší přírůstek ve výkrmu. Naopak je pro toto plemeno typická nízká intenzita růstu, která se projevuje v jeho nízkém životním přírůstku. Jedná se o plemeno z kontinentální Evropy, u kterého je preferováno nižší protučnění jatečného těla a možnost výkrmu do vyšší hmotnosti při porážce (Bureš & Bartoň 2012).

Český strakatý skot je pro nás domácí plemeno. Jeho historie začíná již ve druhé polovině 19. století. Toto plemeno je součástí celosvětové populace strakatých plemen skotu, které vynikají výbornou produkcí masa. Jde o zástupce kombinovaného užitkového typu. Plemeno české strakaté je rozhodujícím zdrojem hovězího masa v produkci tuzemských zpracovatelů (Bartoň et al. 2018). Nejvíce preferováni jsou ze strany koncových spotřebitelů mladí býci (tzn. samci 12 – 24 měsíců věku), dále mohou být také uplatňovány jalovice, které nemají další uplatnění v chovu (Andrýšek et al. 2015). Tato kategorie bývá ve srovnání s býky více oblíbená v zemích jižní či západní Evropy. Souvisí to s příznivějšími organoleptickými vlastnostmi masa (Bureš & Bartoň 2012).

Český strakatý skot umí velmi efektivně využít krmivo na tvorbu přírůstku, vyniká vyšší jatečnou výtěžností osvalením (Bartoň et al. 2003). Jatečné tělo tohoto skotu je charakteristické nízkým ukládáním podkožního tuku (Bureš & Bartoň 2012). Co se týká chemického složení, maso býků našeho domácího plemene je charakteristické nízkým ukládáním intramuskulárního tuku a kolagenu (Bartoň et al. 2010; Bureš & Bartoň 2012).

3.2 Maso

Pod pojmem maso se rozumí veškeré části těl živočichů, jatečných zvířat, drůbeže a zvěřiny, ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, které slouží k výživě lidí a které jsou z veterinárního hlediska považovány za vhodné ke konzumaci, tudíž jsou zdravotně nezávadné. Požadavky na maso a masné výrobky jsou uvedeny ve vyhlášce 326/2001 Sb. Do této skupiny se řadí tak živočišné tuky, krev, droby, kůže, kosti a masné výrobky. Maso se dělí na maso výsekové (určeno k prodeji) a maso výrobní (určeno pro další zpracování). Ve výživě člověka má maso důležitou funkci, je to plnohodnotná potravinu poskytující základní makroživiny, je především dobře využitelným zdrojem bílkovin. Také obsah mikroživin vitamínů a minerálních látek je vysoký. Z vitamínů jsou zde zastoupeny všechny kromě vitamínu C, z minerálních látek nalezneme v mase železo, fosfor, zinek, hořčík a další minerální a stopové prvky. Pro zastoupení železa je nejlepší červené (hovězí) maso. Z hlediska prevence obezity se doporučuje konzumovat především libové maso, mezi nejtučnější se řadí maso vepřové (Bezpečnost potravin 2012).

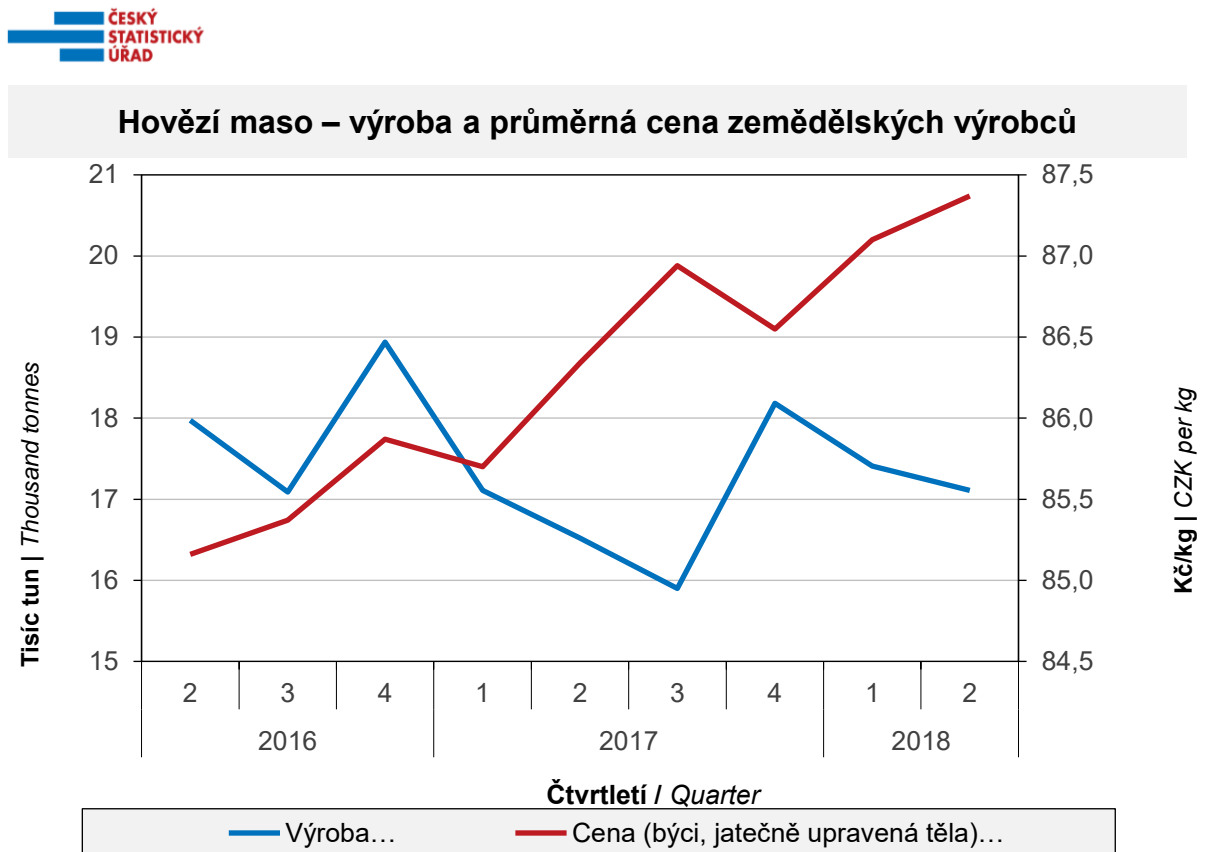
Na českém trhu je nejoblíbenějším masem vepřové, dále pak maso hovězí a kuřecí. Celková spotřeba masa by měla činit maximálně 90 kg na osobu a rok (včetně masných výrobků), přičemž průměrná spotřeba v ČR je 79 kg (v současnosti klesající trend), ve světě pak 45 kg. První místo zaujímá jak v České republice, tak i ve světě maso vepřové s celkovou spotřebou 41 kg/osoba/rok u nás a 14,5 kg/osoba/rok ve světě. Na dalších místech nalezneme maso drůbeží, hovězí, skopové, zvěřinu, koňské, králičí, Nejméně oblíbená jsou masa netradiční jako např. velbloudí maso, oslí nebo třeba lovná zvěř a známá je také nízká spotřeba ryb (Chemie a potravin 2015).

Maso a masné výrobky v současné době představují důležitý zdroj bílkovin v lidské stravě a jejich kvalita se mění podle vnitřních a vnějších parametrů, které mohou být někdy upraveny tak, aby se produkt stal žádoucím. Vzhledem k tomu, že spotřebitelé jsou posledním krokem ve výrobním řetězci, je užitečné určit, které faktory ovlivňují jejich vzorce chování. To by umožnilo sektoru masa lépe uspokojit očekávání, požadavky a potřeby spotřebitelů (Font-i-Furnols & Guerrero 2014).

Český statistický úřad (2018) uvádí: „Ve druhém čtvrtletí se vyrobilo 111 tis. tun masa. Z toho 17 tis. tun hovězího, 53 tis. tun vepřového a 41 tis. tun drůbežího. Podle soupisu hospodářských zvířat k 1. dubnu bylo v ČR chováno 1 415,8 tis. ks (– 0,4 %) skotu. K mírnému meziročnímu poklesu došlo v kategorii skotu do 1 roku (o 1,8 %), u býků ve výkrmu byl

zaznamenán pokles o 5,6 %, naopak u zapuštěných jalovic mírné zvýšení o 2,7 %. Stavy krav si zachovaly ustálený trend mírného poklesu u dojených (- 1,2 %) a mírného navýšení u masných (+ 2,7 %).“

Obrázek č.2: Hovězí maso – výroba a průměrná cena zemědělských výrobců



Zdroj: Český statistický úřad (2018). Dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/cri/zemedelstvi-2-ctvrtleti-2018>>.

3.2.1 Konzumace červeného masa

Červené maso je významným zdrojem bílkovin a základních živin včetně železa, zinku a vitamínu B12. Avšak existuje mnoho studií a zpráv o tom, že nadměrná konzumace červeného masa může zvyšovat riziko kardiovaskulárních onemocnění (CVD) a také rakoviny tlustého střeva. Přes všechny studie, které uvádějí souvislost mezi konzumací červeného masa a výše

zmíněnými onemocněními bylo zjištěno několik nesrovnalostí, které by mohly mít zásadní vliv na danou problematiku. Prozatím neexistuje žádný platný náález, který by potvrzoval teorii Světového výzkumu v oblasti rakoviny (WCRF) o tom, že červené maso má hlavní podíl na vzniku rakoviny tlustého střeva. Naopak mnoho studií se přiklání k pozitivní úloze červeného masa jako moderátora lipidových profilů, které ho označují jako zdroj potravy protizánětlivého dlouhého řetězce n-3 PUFA a konjugované kyseliny linolové (CLA). Pokud tedy konzumace červeného masa bude přiměřená, je velmi nepravděpodobné riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění či rakoviny tlustého střeva z tohoto důvodu. Spíše naopak můžeme zaznamenat pozitivní ovlivnění příjmu živin a profilu mastných kyselin a pozitivní ovlivnění našeho života a zdraví (McAfee et al. 2010).

Některé studie naznačují, že konzumace červeného masa a také konzumace zpracovaného masa je spojena se vznikem kardiovaskulárních chorob (CVD) a tím také s příčinou úmrtí u australských žen. K dispozici nám byly informace o spotřebě červeného masa a zpracovaného masa. Byly k dispozici informace o spotřebě jak červeného, tak i zpracovaného masa. Výsledky naší analýzy podporují a naznačují tu teorii, že sdružení těchto dvou faktorů je silnější pouze u zpracovaného masa, nikoliv u konzumace červeného masa jako takového. Autoři uvádějí, že zásadním faktorem v této problematice je spíše způsob, jakým je maso zpracováno než to, v jakém množství je červené maso konzumováno (samozřejmě všeho moc škodí, a proto nic se nemá konzumovat v přehnané míře) (Bovalino et al. 2016). Dle několika studií bylo prokázáno, že libové červené maso může být úspěšně zahrnuto do doporučeného dietního stravování, protože nepoškozuje krevní lipidy. Několik studií ukázalo, že libové červené maso může být úspěšně zahrnuto do doporučených typů diet, které prospívají zdraví srdce bez poškozování krevních lipidů. Dále vyšlo najevo, že zvýšená konzumace podporuje zdravou tělesnou hmotnost a zlepšuje vitalitu a vytrvalost (McNeill 2014).

Studie důsledně ukazují, že konzumace červeného masa přispívá k množství chronických stavů, jako je cukrovka, kardiovaskulární onemocnění a maligní onemocnění. Existují různé vznikající důvody, které posilují tento vztah – od základních složek červeného masa, jako je heme železná složka, metabolické reakce, ke kterým dochází po konzumaci, a nakonec i způsoby, které se používají k vaření (Misra et al. 2018).

3.3 Zdravotní nezávadnost masa

Maso je potravina, která poskytuje vhodné prostředí pro vznik a rozvoj nežádoucích mikroorganismů, které způsobují onemocnění z potravin a představují tak pro nás nebezpečí. Jedná se především o následující rody mikroorganismů: *Listeria*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Clostridium*, *Staphylococcus* a parazitů: tasemnice (*Cestoda*), svalovec (*Trichinella*), a *Toxoplasma* (Bezpečnost potravin 2012).

Dle evropské agentury pro bezpečnost potravin (EFSA) jsou na základě kvalitativního posouzení rizika považovány za vysoce relevantní rody *Salmonella spp.*, *Yersinia enterocolitica*, *Toxoplasma gondii* a *Trichinella spp.* Tato rizika jsou středně závažná. Ostatní rizika byla považována za nedostatečně relevantní (Alvseike et al. 2018).

V případě masa, které nebylo důkladně podrobeno veterinární prohlídce nelze vyloučit, že se v maso vyskytují mikroorganismy a maso je tedy zdravotně závadné. Takové maso musí být dostatečně tepelně upravené a jeho přípravě a manipulaci s ním musí být věnována zvýšená pozornost.

Se zdravotní nezávadností souvisí tepelné ošetření masa a následné zacházení s masem po této úpravě. Běžně se vyskytující druhy mikroorganismů jsou zničeni při běžných teplotách, pasteraci a sterilaci. V maso ovšem mohou zůstat mikrobiální toxiny, proto je třeba se vyhýbat konzumaci masa, které nemá přirozenou barvu a vůni. Pro zničení některých mikroorganismů nebo případně jejich spor je vyžadována delší tepelná úprava. U opečeného masa, které se peklo krátkou dobu, je zapotřebí zkontrolovat, zda není střed masa syrový či růžový, a zda po naříznutí dochází ke ztrátě tekutiny nebo krve (Bezpečnost potravin 2012).

Mikrobiální požadavky na živočišné výrobky jsou dány nařízením 853/2004/ES. Nejprísnější podmínky platí pro mleté maso a polotovary. V zájmu zdravotní nezávadnosti potravin se velká pozornost dává veterinární kontrole a je důležité dodržovat hygienické předpisy během celé doby – tzn. při výrobě, distribuci i skladování.

Požadavky, které se vztahují na živočišné výrobky jsou dány nařízením 853/2004/ES, mikrobiologickými požadavky. Abnormálně vysoké požadavky jsou pro mleté maso a polotovary. Pokud uchováváme maso v ledničce, je zapotřebí, aby nedocházelo ke kontaktu s jinými potravinami a případné kontaminaci. Nežádoucí je i zapáření masa.

Konzumace syrového masa není doporučena vůbec, protože je zde možné riziko vzniku cysticercózy (např. jako tatarský biftek). Pokud by nedošlo ke konzumaci bezprostředně po

tepelné úpravě masa, je zapotřebí maso zabalit, zchladit a dále mít uložené mimo dosah syrových potravin, protože by mohlo dojít ke křížové kontaminaci (Bezpečnost potravin 2012).

Welfare neboli dobré životní podmínky zvířat se považují za důležitý atribut celkové koncepce "kvality potravin" a rostoucí realizace vazby mezi dobrými životními podmínkami zvířat a bezpečností potravin. Hrozby týkající se dobrých životních podmínek zvířat, včetně imunosuprese způsobené stresem a podpory potravinových patogenů a genetických změn, mohou potenciálně ohrozit zdraví a bezpečnost potravin. Růst v odvětví ekologického zemědělství představuje nové obavy týkající se dobrých životních podmínek zvířat a bezpečnosti potravin, pokud jde o bezpečnost zdravých zvířat, výskyt chorob zoonóz a přítomnost toxických reziduí v produkovaných potravinách (Boyle & O'Driscoll 2011).

Dle EFSA má být maso prohlášeno za nevhodné k lidské spotřebě v případě, že pochází ze zvířat, která nebyla podrobena veterinární prohlídce před porážkou. Stejně tak má být maso prohlášeno za nevhodné k lidské spotřebě, pokud pochází ze zvířat, která nebyla podrobena veterinární prohlídce po porážce (Alvseike et al. 2018).

Jednou z nejdůležitějších priorit v potravinářském průmyslu je zajištění a produkce bezpečných a prvotřídních potravin. Správná veterinární prohlídka je důležitá v masném průmyslu k prevenci přenosu zoonózních mikroorganismů ze zvířete na člověka. Systémy bezpečnosti potravin zahrnují HACCP a GMP. Principem těchto programů je zavést kritéria hygieny při porážkách na jatkách. Pokud by se vyskytla nějaká hrozba/nebezpečí – dochází k rychlé a spolehlivé detekci činitelů, stanovení příčiny a její odstranění (Steinhauserová & Borilová 2015).

3.4 Kvalita masa

Maso a masné výrobky v současné době představují důležitý zdroj bílkovin v lidské stravě a jejich kvalita se mění podle vnitřních a vnějších parametrů, které mohou být někdy tvarovány tak, aby byl produkt žádoucí. Protože spotřebitelé jsou posledním krokem ve výrobním řetězci, je užitečné určit, které faktory ovlivňují jejich vzorce chování. To by umožnilo sektoru masa lépe uspokojit očekávání, požadavky a potřeby spotřebitelů. Tato práce se zaměřuje na prvky, které mohou ovlivnit chování spotřebitelů, jejich preference a jejich vnímání masa a masných výrobků s ohledem na psychologické, smyslové a marketingové aspekty. Tento multidisciplinární přístup zahrnuje hodnocení psychologických otázek, jako

jsou postoje, přesvědčení a očekávání; sensorické vlastnosti, jako je vzhled, struktura, chuť a vůně (Font-i-Furnols & Querrero 2014).

U masa se například hodnotí změny aromatu v závislosti na čase (době zrání), kdy jsou hovězí steaky uloženy za vysokého množství kyslíku po dobu 15 neb 22 dní ve vakuu. Pachové těkavé sloučeniny jsou následně analyzovány pomocí mikroextrakce na pevné fázi / plynové chromatografie (hmotnostní spektrometrie). Konečné výsledky jsou rozděleny jako nízké, střední a vysoké oxidační skupiny podle hodnot reaktivních látek thiobarbiturové kyseliny po 9 dnů zobrazení. Intenzita odvzdušňování v syrovém mase během zrání vzrostla se stárnutím a zobrazením času a oxidačními skupinami. Na základě korelací mezi proměnnými a regresemi sloučenin pomocí displeje bylo navrženo osm sloučenin jako markerů skladovatelnosti pachů. Z nich bylo pět nejcitlivějších a nejpřesnějších ve všech oxidačních skupinách: 1 - hexanolu v mase zrajícím po dobu 15 dnů, ethyloktanoátu a 2 - pentylfuranu v mase po dobu zrání 22 dní a pentanoové a hexanové kyseliny ve dvou studovaných dobách stárnutí (Resconi et al. 2018).

Kvalita masa bývá nejčastěji charakterizována dle kvality kompozice a dalších identifikačních faktorů, mezi které patří následující:

- vzhled
- konzistence
- šťavnatost
- křehkost
- vůně
- barva
- chuť.

(Resconi et al. 2018).

Musíme podotknout, že kvalita masa a výživová kvalita masa jsou odlišné termíny, vzhledem k tomu, že kvalita masa je velmi objektivní, protože ji každý finální spotřebitel vnímá jinak. Vysvětlíme si postupně první 4 faktory z výše zmíněných charakteristik, které jsou souborně označovány jako textura:

Vzhled

Jedná se o prvotní dojem, kterého nabýváme při pohledu na potravinu. Bývá založena na barvě, mramoru a vodní kapacitě. Mramorování jsou malé pruhy tuku, nacházející se uvnitř svalu, které mohou být vidět při vytvoření řezu. Mramorování má příznivý účinek na

šťavnatost a zároveň na chuť masa. Maso by mělo být standartní barvy, která je rovnoměrná po celé délce řezu masem. U hovězího, jehněčího a vepřového masa by se mramorování mělo nacházet v celém mase.

Konzistence

Maso by se mělo zdát spíše pevnější než měkké. Při manipulaci by mělo být pevné, ale nikoliv tvrdé.

Šťavnatost

Šťáva obsažená v mase závisí na množství vody zadržované v masném produktu. Šťavnatost zvyšuje a zlepšuje chuť, změkčuje maso, čímž usnadňuje jeho rozžvýkání a tím i stimuluje produkci slin v ústech. Šťavnatost je dána zadržením množství vody a obsahem lipidů v mase. Ztráty vody jsou způsobovány odpařením a ztrátami odkapem. Stárnutí masa může zvýšit zadržování vody, a proto zvyšuje šťavnatost – jinak tedy řečeno, čím je maso starší, tím by mělo být šťavnatější.

Křehkost

Byla spojena s několika faktory, jako je věk zvířete, pohlaví nebo umístění svalů. Jedním z důležitých způsobů, jak určit jemnost masa, je dle stárnutí. Jatečně upravená těla stárnou tím, že jsou zadržována při chladných teplotách po delší dobu po porážce (Miller 2002). Ve vztahu ke křehkosti masa je podle některých autorů (Christensen et al. 2011) spíše než absolutní množství kolagenu významnější podíl rozpustného a nerozpustného kolagenu (Bureš & Bartoň 2012). Křehkost svalů je hodně ovlivněna obsahem a strukturou vazivové tkáně, ale také charakteristikou svalových vláken. Sval *longissimus lumborum* je hlavní součástí partie nízký roštěnec. Jeho činnost souvisí s pohyby páteře. Jedná se o jeden z největších svalů v jatečném těle, má poměrně homogenní strukturu a je často používán jako referenční sval při hodnocení kvality masa (Kameník et al. 2014).

Zjištění kvality syrového konzumního masa a jeho konzistence je pochopitelně důležitou složkou produkce masa. Proto zahrnuje kvalitu masa vizuální vzhled. Tento faktor kvality může být ovlivněn výrobními faktory *ante-mortem* a *post-mortem*. Jako *ante-mortem* se rozumí produkční faktory plemene a genetické účinky, dietní vlivy a účinky chovu na kvalitu masa a mezi *post-mortem* faktory se řadí vše následující po zabití zvířete (Miller 2002).

Kvalita hovězího masa je ovlivňována mnohými faktory, mezi které patří: pohlaví, věk při porážce, způsob výživy, welfare zvířete, zacházení s masem po porážce. Je ovšem známo,

že kvalitativní parametry masa jsou také dále významně ovlivňovány plemennou příslušností. K nejvýznamnějším vlastnostem charakterizující chemické složení masa řadíme zastoupení sušiny, proteinů, lipidů, vaziva a zastoupení mastných kyselin (Bureš & Bartoň 2010).

Maso se skládá z buněk libové tkáně nebo svalových vláken, tuku a pojivové tkáně. Tukové buňky lze nalézt až ve třech místech v mase. Tlustý tuk může být deponován intramuskulárně jako mramorování nebo mezi svaly (definované jako tkáňový tuk) nebo jej lze nalézt jako vnější tuk nebo podkožní tuk. Je standardní, že se maso dodává spotřebitelům včetně kostí, ale trend se s dobou posunul spíše k masu vykostěnému. Nervová tkáň a součásti krevního systému jsou obsaženy uvnitř masa, ale jejich celková hmotnost nebo poměrný příspěvek na maso je malý. Kvalita masa a konzistence jsou důležité pro zajištění spokojenosti zákazníků (Mullen 2002).

Kvalitu masa ovlivňuje genetické založení zvířete, způsob odchovu zvířete a výkrmu a předkládaná výživa v období růstu. Tyto faktory ovlivňují složku tuku, chudé a pojivové tkáně masa a ovlivňují tak kvalitu masa. Genetické rozdíly jsou v genetice chápány jako genetické markery, které zapříčiní mnoho hlavních kvalitativních charakteristik uvnitř druhu. Vzhledem k tomu, že výrobní segment vybírá zvířata pro dosažení maximální kvantity, může být dosaženo snížení kvality masa. Tato zvířata však musí být krmena a chována tak, aby byla dosažena co nejvyšší kvalita. Kvalitu také silně ovlivňují podmínky zpracování masa na jatkách. Způsob manipulace se zvířaty před porázkou ovlivňuje míru *rigor mortis*. Použití metod omračování, které zajišťují snížení stresu zvířat, je důležité pro kvalitu masa. Použití elektrické stimulace a způsobu chlazení jatečně upraveného těla ovlivňuje míru *rigor mortis* a následnou kvalitu masa (Miller 2002).

Kvalitu masa lze definovat různými způsoby, od chutnosti až po technologické aspekty až po bezpečnost. Společná definice kvality spočívá v tom, že se jedná o "míru vlastností, které spotřebitel hledá a oceňuje". Kvalitu masa je popsána jako "součet všech kvalitativních faktorů masa z hlediska sensorických, nutričních, hygienických a toxikologických a technologických vlastností." V následující kapitole bude kladen největší důraz na sensorické, nutriční a technologické aspekty kvality masa. Sensorické vlastnosti zahrnují texturu, chuť a barvu, zatímco nutriční faktory zahrnují obsah tuku, bílkovin a pojivové tkáně. Technologické faktory zahrnují takové parametry, jako je vaznost, pH, distribuce vody atd. Variabilita kvality masa je komplikací k tomu, aby masný průmysl uváděl své produkty na trh podle kvality. I přes obtížnost porozumění vědeckým jakostním atributům (jemnost, barva, vaznost, šťavnatost) zůstávají jejich hodnocení, predikce a kontrola nejvíce nepolapitelné v zařízení na zpracování masa (Mullen 2002).

3.4.1 Vliv výživy na kvalitu masa

Produkce hovězího dobytka je založena na různých nutričních, řídicích a šlechtitelských programech, které mohou způsobit rozpor produktů s atributy kvalitního stravování. Pokud se jedná o kvalitu a konzistenci masa, pak jde o hlavní záležitost pro zpracovatele (Koohmaraie 1996), křehkost je naopak nejdůležitějším faktorem pro spotřebitele (Huffman et al. 1996). Neodpovídající kvalita produktů může vést k negativnímu ovlivnění spotřebitele, a tím ovlivnit poptávku po hovězím mase.

Náklady, které jsou potřebné na krmivo jsou jednou z hlavních věcí, které ovlivňují výrobní náklady producentů hovězího masa. Začlenění období na pozadí nebo omezování krmiva do růstové fáze může mít za následek potenciální snížení nákladů snížením celkového příjmu krmiva a zvýšením účinnosti (potřebné krmivo na jednotku zisku) z kompenzačního růstu ve srovnání s podáváním ad libitum (Knoblich et al. 1997). Kompenzační růst byl spojen s nárůstem průměrného denního přírůstu a příjmu sušiny, zvýšením účinnosti zesílení a změnami složení zisků (Sainz et al. 1995, Muir et al. 2001) ve srovnání se zvířaty nepřetržitě krmenými při vyšší intenzitě výživy (Therkildsen et al. 2002b). Začleněním období omezení krmiva (restrikce) do růstové fáze a využitím následných účinných kompenzačních zisků mohou producenti hovězího masa potenciálně snížit náklady na krmivo a snížit výrobní náklady (McGregor et al. 2012).

Důvody, proč spotřebitelé preferují nákup hovězího masa, které bylo krmeno trávou jsou z velké části založeny na vnímání, včetně podpory zdraví a pohody, udržitelnosti životního prostředí a/nebo výrobu masných výrobků s upraveným nutričním profilem (Elswyk & McNeill 2014).

„Z hlediska vlivu krmiv na profil mastných kyselin mají největší význam tuky obsažené v krmné dávce. Zdrojem tuku v krmných dávkách pro skot jsou:

- tuk ze základních krmiv
- rostlinné oleje
- tuky plnotučných olejnatých semen
- inertní tuky
- živočišný tuk z tukových tkání nepřezvýkavců“

(Homolka & Kudrna 2008).

Přidávání olejnatých semen do diet skotu ve výkrmu je účinnou metodou pro zvýšení obsahu CLA ve svalových lipidech. V pokusech na jalovicích zjistili Bartoň et al. (2007), že zařazením lněného semene do diety došlo ke zvýšení obsahu CLA v jejich mase, přičemž se

současně zvýšila i koncentrace mastných kyselin eikosanpentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA), poměr PUFA/MUFA a snížil se poměr ω -6/ ω -3 PUFA (Homolka & Kudrna 2008).

3.5 Vlastnosti masa

3.5.1 Fyzikální (technologické) vlastnosti

Fyzikální vlastnosti jsou jedním ze tří základních pilířů, na kterých stojí kvalita masa. Z fyzikálních vlastností masa se zjišťuje například barva nebo síla stříhu (Bureš & Bartoň 2018).

„Vzorky svalů *Longissimus thoracis* odpovídající volům a mladému skotu chovanému v extenzivních podmínkách byly analyzovány na pH, barvu (L^* , a^* , b^*), kapacitu zadržování vody (WHC) a smykovou sílu Warner – Bratzler (WBSF), podle běžných metod.“ (Prieto et al. 2008).

3.5.2 Organoleptické vlastnosti

Mezi organoleptické vlastnosti jsou považovány následující: barva, chuť, textura, křehkost a šťavnatost. Jedná se o vlastnosti, které jsou do značné míry ovládány procesem zrání masa (Kameník a kol. 2014 a). Přiblížíme si některé ze zmíněných faktorů:

- Vůně

Jedním z faktorů kvality je vůně. Výrobek by měl být normálního zápachu. To se bude lišit u každého druhu masa, ale v rámci druhu by se mělo měnit jen minimálně. Je zapotřebí se vyvarovat jakémukoliv nestandardnímu zapáchání masa.

- Chuť

Vůně a aroma se vzájemně propojují, aby vytvořily pocit, který spotřebitel má při jídle.

Tato vnímání se opírají o vůni přes nos a o pocity slané, sladké, kyselé a hořké na jazyku. Masová chuť je ovlivněna druhem masa, stravou, způsobem vaření a způsobem konzervace. (Animal Production and Health 2019).

- Barva

Mezi stromatické bílkoviny patří hemová barviva hemoglobin a myoglobin, která mají za následek červené zbarvení masa a krve (Markus a kol. 2011).

3.5.3 Chemické (nutriční) složení

Maso se skládá z mnoha živin, přibližně ze 70 % ho tvoří voda, dále obsahu velké zastoupení bílkovin (až 20 %), tuků (5 %) minimální množství cukrů (1 %). Chemické složení hovězího, ale i jiného masa je ovlivněno mnoha faktory, např. plemenem, výživou zvířete, způsobem chovu před porážkou a způsobem porážky. S tím souvisí i skutečnost, že jednotlivé partie zvířete jsou navzájem odlišné. Za nejvíce variabilní složku masa považujeme tuk (Markus et al. 2011).

Z makroživin jsou nejdůležitější bílkoviny. Maso je zdrojem plnohodnotných bílkovin, tzn. že jsou v něm přítomny všechny druhy esenciálních mastných kyselin, a to v dostatečném množství. Bílkoviny rozdělujeme na tři typy: sarkoplazmatické (rozpustné ve vodě a slabě ředěných solných roztocích), myofibrilární (rozpustné v roztocích solí, ale ne ve vodě) a stromatické (nerozpustné ani ve vodě, ani v solných roztocích). Obsah sarkoplazmatických a myofibrilárních bílkovin ovlivňuje organoleptické vlastnosti masa. Jejich obsah se nejrychleji stanovuje odečtením svalového kolagenu od obsahu všech bílkovin (Fořtová 2017).

Mezi stromatické bílkoviny patří hemová barviva hemoglobin a myoglobin, která mají za následek červené zbarvení masa a krve. Mezi myofibrilární bílkoviny patří aktin a myosin, což jsou bílkoviny podílející se na svalových kontrakcích. Jedná se o velmi důležité bílkoviny, jelikož určují průběh zrání masa a celkově určují vlastnosti masa. Stromatické bílkoviny jsou zastoupeny především v pojivových tkáních. Jejich hlavním zástupcem je kolagen. Kolagenová vlákna jsou termolabilní, a proto při záhřevu ve vodě dochází k jejich deformaci, smršťování a následně vzniku želatiny. Stromatické bílkoviny se řadí mezi bílkoviny neesenciální, a tudíž jsou i špatně stravitelné (Markus et al. 2011).

Další důležitou makroživinou masa jsou tuky. V největším zastoupením se zde v mase nacházejí triacylglyceroly a fosfolipidy. S přítomností tuků obsahuje maso samozřejmě také minoritní složku cholesterol. Zatímco triacylglyceroly se nacházejí zejména v depotním tuku, fosfolipidy se nacházejí v tuku intramuskulárním. Pokud mluvíme o mastných kyselinách – v mase jsou nejvíce přítomny kyselina olejová, palmitová a stearová. Nasycené mastné kyseliny

jsou spojovány se zvyšováním hladiny cholesterolu v krvi a následným vznikem kardiovaskulárních chorob. Vzhledem k tomu, že v libovém hovězím maso je obsah tuku nízký a zároveň také maso obsahuje i prospěšné mastné kyseliny, které toto riziko snižují, tak je nebezpečí v podobě nasycených mastných kyselin menší (Wood et al. 2008).

Dalšími látkami, které jsou obsaženy v maso, jsou tzv. extraktivní látky. Tyto látky vznikají v maso v průběhu posmrtných změn a jsou důležité pro vytvoření chuti a aroma masa. Extraktivní látky tvoří přibližně 1 % hmotnosti masa. Do extraktivních látek patří zejména sacharidy, minerální látky a vitaminy. Jedna z nejvýznamnějších minerálních látek masa je hořčík, který je důležitý pro aktivitu ATPázy a pro činnost enzymů podílejících se na metabolismu cukrů. Další významnou extraktivní látkou je vápník, který je důležitý pro svalové kontrakce, srážení krve a stavbu kostí. Také je důležité železo, které zabraňuje chudokrevnosti a podporuje funkci imunitního systému. V maso je součástí hemové struktury hemových barviv a je dobře využitelné, na rozdíl od hůře využitelného železa z rostlinných zdrojů, kde není součástí hemové struktury. Mezi další neméně významné látky patří zinek důležitý pro správnou funkci imunitního systému, selen, důležitý antioxidant, vitamin K podílející se na srážlivosti krve a další lipofilní vitaminy. Z vodorozpustných vitaminů je maso zdrojem vitaminů skupiny B (thiamin, riboflavin, B12 obsažený výhradně v živočišných tkáních a důležitý pro krvetvorbu a nervovou soustavu) (Drdák a kol. 1996).

3.6 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou z hlediska výživy velmi důležité a jsou významnou složkou lipidů. Jejich dělení je následující:

- Nasycené MK (saturated fatty acid neboli SFA)
- Nenasycené MK s jednou dvojnou vazbou (monounsaturated fatty acid neboli MUFA)
- Nenasycené MK se dvěma až šesti dvojnými vazbami (polyunsaturated fatty acid neboli PUFA)
- MK s trojnými vazbami

(Homolka & Kudrna 2008).

„Z hlediska prostorové konfigurace existují cis (většina) anebo trans MUFA. V případě PUFA je důležitá i poloha první dvojné vazby od koncové methylové skupiny a rozlišovány jsou PUFA řady n-3 (ω -3) a PUFA řady n-6 (ω -6)“ (Bartoň & Bureš 2009).

V potravě člověka přijímané mastné kyseliny jsou obvykle vázány v neutrálních lipidech – triacylglycerolech nebo fosfolipidech. Po natrávení jsou uvolněné MK vstřebány do micel za účasti solí žlučových kyselin. Některé MK však lidský organizmus není schopen syntetizovat a musí je přijímat v potravě (tzv. esenciální MK). Pro člověka jsou esenciální především dvě mastné kyseliny: kyselina linolová a α -linolenová (Homolka & Kudrna 2008).

Zájem o složení masných mastných kyselin vyplývá především z potřeby nalézt způsoby, jak vyrábět zdravější maso, tzn. s vyšším poměrem polynenasycených mastných kyselin (PUFA) ku nasyceným mastným kyselinám a příznivější rovnováhou mezi n-6 a n-3 PUFA. Maso přežvýkavců je dobrým zdrojem n-3 PUFA vzhledem k přítomnosti 18: 3 kyseliny v trávě. Dalšího zvýšení může být dosaženo u zvířat krmených krmivem na bázi obilí tím, že takové krmivo obsahuje lněný olej. N-3 PUFA s dlouhým řetězcem (C20 – C22) se syntetizují od 18: 3 ve zvířeti, i když kyselina dokosahexaenová (DHA, 22: 6) se nezvyšuje, pokud jsou diety doplněny 18: 3. DHA může být zvýšena zdroji krmiva, jako je rybí olej, i když příliš vysoké hladiny způsobují nepříznivé chuťové a barevné změny. Hovězí krmené trávou má přirozeně vysoké hladiny 18: 3 a dlouhé řetězce n-3 PUFA. Pastvy také poskytují antioxidanty včetně vitamínu E, které udržují hladiny PUFA v masu a zabraňují zhoršování kvality během zpracování. U hovězího masa je bod tání lipidů úzce spojen s koncentrací kyseliny stearové (18: 0) (Wood et al. 2004).

Nutriční hodnota je ovlivněna rovnováhou mezi nasycenými (SFA) a polynenasycenými (PUFA) mastnými kyselinami. Použití kyseliny α -linolenové (ALA) v lněném semeni a v trávě může vést k ukládání ALA ve tkáních a syntéze metabolicky důležité kyseliny n-3 PUFA a kyseliny dokosahexaenové (DHA). Zvláštním problémem u hovězího masa je to, že bachor rozkládá PUFA na SFA a MUFA, takže rovnováha mezi PUFA a SFA absorbovaná ze střev je mnohem nižší než u vepřového a kuřecího masa. Použití krmení trávou však může dosáhnout užitečných hladin DHA. Vysoké hladiny PUFA v masu mohou vést k postmortaci oxidace lipidů, což může negativně ovlivnit chuť vařeného masa a jeho barvu (Wood & Enser 2017).

„Faktem zůstává, že složení mastných kyselin (MK) hovězího tuku, zejména kvůli vysokému podílu nasycených mastných kyselin, neodpovídá současným zdravotním doporučením. Na druhé straně je hovězí maso jedním z přirozených zdrojů n-3 polynenasycených MK a konjugované kyseliny linolové, kterým jsou v současnosti připisovány

pozitivní účinky na lidské zdraví, např. ochrana proti vzniku kardiovaskulárních a nádorových onemocnění, podpora imunitního systému atd.“ (Bartoň & Bureš 2009).

„V zastoupení jednotlivých mastných kyselin v tukové tkáni existuje mezi jedinci poměrně značná variabilita, která je podmíněna částečně geneticky, ale do značné míry i prostředím, a to zejména výživou“ (Bartoň et al. 2005).

3.7 Posmrtné změny masa

Posmrtné neboli postmortální změny nastávají od doby, kdy je jatečné zvíře usmrceno a svalová tkáň se začne přeměňovat na maso. Posmrtné změny jsou biochemické procesy nebo reakce, které jsou způsobovány přirozeně se vyskytujícími enzymy. Tyto enzymy mají vliv na kvalitu masa, jeho křehkost a také udržitelnost. Dále dochází také k přeměnám základních složek svalové tkáně – nejvíce sacharidů a proteinů, a tím maso získává požadované technologické, kulinářské a senzorické vlastnosti.

Autolýza (zrání masa) probíhá současně s proteolýzou (kažení masa). Jedná se o proces reakcí, které jsou katalyzovány exogenními enzymy. Po usmrcení jatečného zvířete přichází proces autolýzy, která postupně zpomaluje se snižujícím se počtem nativních enzymů. Poté, se vzrůstající intenzitou nastupuje proces proteolýzy. Jak autolýza, tak i proteolýze mají různou dobu trvání a různý průběh u jednotlivých druhů masa. Zrání masa probíhá ve 4 fázích, které postupně přestupují jedna ve druhou. Jedná se o tyto fáze: *pre rigor*, *rigor mortis*, zrání masa a hluboká autolýza (Mendelova univerzita 2019).

Rychlost a průběh zrání souvisí se složením masa, zejména s obsahem myofibrilárních bílkovin, pojivové tkáně, vnitrosvalového tuku a významnou roli hraje také zásoba energie, která je ve svalech uložena ve formě glykogenu (Steinhauserová & Borilová 2015).

3.7.1 Prae rigor

Sval se nachází ve stavu svalové kontrakce vzhledem k přítomnosti bílkovin aktinu a myosinu v disociovaném stavu. Energie, která je vyžadována, je získána rozkladem ATP. Glykogen ve svalu je odbouráván na CO₂ a vodu v Krebsově Cyklu. Porážkou zvířete začne docházet k nedostatečnému množství kyslíku a tím i k přeměnám reakcí z aerobních na anaerobní. Množství glykogenu se snižuje. Dochází k okyselení. Maso v této fázi má vysokou vaznost, není tuhé a neuvolňuje masnou šťávu – takové maso je nejlepší pro výrobu masných

produktů. Před fází *rigor mortis* je možné maso zamrazit a uchovat tak tyto vlastnosti pro jeho pozdější zpracování (Mendelova univerzita 2019).

3.7.2 Rigor mortis

V této fázi dochází k posmrtné ztuhlosti. Bílkoviny aktin a myosin již nelze udržet v disociovaném stavu – vzniká tedy aktinomyosinový komplex. V této fázi má maso nejhorší vaznost, je tuhé, nepoddajné, s malou vazností vody. Z pohledu kulinářského i technologického je toho maso zcela nepoužitelné na jakékoli zpracování. Díky nízkému pH se ovšem zvyšuje jeho údržnost a s ní i schopnost potlačení hnilobných bakterií. Fáze *rigor mortis* nastává u hovězího masa asi do 20 hodin po porážce skotu a trvá přibližně 24 až 48 hodin (Mendelova univerzita 2019).

3.7.3 Zrání

Ve fázi zrání dochází k rozpuštění aktinomyosinového komplexu a opět vzniku aktinu a myosinu v disociovaném stavu. Odbouráváním a přeměnou bílkovin vznikají extraktivní látky, které způsobují chutnost a aroma zralého masa. S touto skutečností se masu vrací kulinářské, technologické i sensorické vlastnosti. Optimální doba zrání pro hovězí maso je 10 – 14 dní při 0 stupňů Celsia, přičemž reálná doba uchování hovězího masa v chladírnách je 5 – 7 dnů (Mendelova univerzita 2019).

Narozdíl od jiných druhů masa, je u hovězího masa k dosažení optimálních sensorických a kulinářských vlastností zapotřebí delší doba zrání (Bureš & Bartoň 2014).

Post mortem je proces zrání s přidanou hodnotou a celosvětově je pro masný průmysl známý již řadu let. Míra a rozsah dopadů zrání na kvalitu masa jsou značně ovlivněny různými faktory, biochemickými či fyziologickými změnami, ke kterým dochází v průběhu *prae rigor* fáze prostřednictvím *post rigor* procesů zrání. Toto by také mělo znamenat, že pozitivní dopady zrání na atributy konzumace masa mohou být maximalizovány zavedením specifické strategie zrání a skladování masa po porážce (Kim et al. 2018).

Proces a doba zrání je nejdůležitější faktor pro většinu sensorických vlastností masa. Má největší vliv na jeho výslednou kvalitu. Také doba zrání ovlivňuje míru křehkosti. Čím vyšší je doba zrání, tím je zaznamenána i vyšší křehkost (Monson & Sanudo & Sierra 2005).

3.7.4 Hluboká autolýza

V poslední fázi dochází k degradaci bílkovin na aminy, amonia a sirovodík. Také dochází k hydrolyze oxidaci tuků. Tyto jevy souvisí se vznikem nepříjemných sensorických vlastností masa. Hluboká autolýza je doprovázena mikrobiální proteolýzou masa (kažením) a proto se maso stává zcela nepoužitelným a nevhodným k jakékoli úpravě a konzumaci. Již se jedná o zdravotně závadné maso (Mendelova univerzita 2019).

3.8 Welfare

Termín welfare neboli „dobré životní podmínky zvířat“ se běžně používá k popisu oborů vědy a k popisu konceptu. Jako věda se jedná o měřitelný stav u zvířete a je často spojena s přiměřeností schopnosti zvířete vyrovnat se s prostředím, ve kterém žije.

Organizace, jako je Americká veterinární lékařská asociace a Světová organizace pro zdraví zvířat, označují dobré životní podmínky zvířat za koncept, kdy je stav dobrých životních podmínek zvířat ovlivněn lidskou činností. Osoby, které se zabývají snahou o zajištění dobrých životních podmínek zvířat, se často setkávají s etickými dilematy, při nichž je třeba při rozhodování o péči a používání zvířat brát v úvahu konfliktní povinnosti. Důležité je, jaké morální postavení přidělujeme zvířatům. K určení morálního postavení zvířat se dohází zkoumáním jak jednostupňových, tak i vícestupňových přístupů (Brown 2013).

Věda o dobrých životních podmínkách zvířat se v posledních letech objevila a přinesla do debaty cenný empirický prvek. Nejen, že jsme rozšířili naše chápání vazby mezi biologickými systémy a dobrými životními podmínkami zvířat (Dawkins 2006), ale také přispěli ke zlepšení postupů v oblasti bydlení, manipulace a správy u druhů hospodářských zvířat. Welfare zvířat se považují za důležitý atribut celkové koncepce "kvality potravin" a rostoucí realizace vazby mezi dobrými životními podmínkami zvířat a bezpečností potravin (Boyle & O'Driscoll 2011).

Dobré životní podmínky zvířat mohou být nahrazeny pojmem "blaho pro zvířata". Dobré životní podmínky zvířat slouží jako základní kámen nebo základna pro laboratorní veterinární medicínu a pro použití zvířat ve výzkumu. Dobré životní podmínky zvířat jsou odvětvím vědy, která se zabývá těmito měřitelnými stavu téměř ve všech oblastech naší interakce se zvířaty – zemědělství, zábava, spolek, výzkum a další. Velký důraz je kladen na

dobré životní podmínky zvířat v oblasti věd o laboratorních zvířatech a lékařství, počínaje historií, filozofií, etikou a událostmi, které ovlivnily dopad dobrých životních podmínek zvířat na využívání zvířat ve výzkumu. Welfare je vnímáno jako vědní disciplína, která by měla měřit vnímání stavu dobrých životních podmínek zvířat a měla by přesahovat fyziologické měření zdraví a produkce, se zvláštním zaměřením na využití sledování chování pro měření dobrých životních podmínek zvířat (Brown et al. 2015).

4 Materiál a metodika

Diplomová práce je založena na základě výkrmového experimentu. Do srovnávacího výkrmu bylo zařazeno 36 býků českého strakatého skotu, kteří byli v experimentální stáji Výzkumného ústavu živočišné výroby (dále jen VÚŽV) vykrmováni třemi izokalorickými a izoitrogenními krmnými dávkami. Tyto dávky se navzájem od sebe lišily v rozdílném zdroji proteinu dodávaného do krmné dávky ve formě koncentrátů. Do krmné dávky byly zařazeny tři různé zdroje dusíkatých látek (proteinu): první skupina označovaná jako Kontrolní (K) měla přídavek dusíkatých látek zajištěný přidavkem komerčně dodávaného minerálního mixu s přidavkem močoviny, skupina označená jako Řepka (Ř) měla doplnění proteinu zajištěno pomocí přídávku řepkového extrahovaného šrotu. Skupina býků označená Lupina (L) byla vykrmována krmnou dávkou s přidavkem lupiny bílé (odrůda Amiga).

Složení jednotlivých krmných dávek u všech třech sledovaných skupin Kontrola, Řepka a Lupina je uvedeno v tabulce č.1.

Tabulka č.1: Složení jednotlivých krmných dávek

Krmivo (kg/den)	Kontrola	Řepka	Lupina
Kukuřičná siláž	9,5	9,5	9,5
Vojtěšková siláž	9	8,2	7,9
Kukuřičné zrno	2,3	2,3	2,4
Pšenice zrno	1,3	0,6	0,3
Minerální doplňková směs	0	0,25	0,25
Minerální doplňková směs s přidavkem močoviny	0,25	0	0
Extrahovaný řepkový šrot	0	0,95	0
Lupina bílá	0	0	1,2
Celkem na krmný den	22,35	21,8	21,55

Při dosažení plánovaného věku zvířat byli býci odvezeni na experimentální jatky, kde byli poraženi. V rámci každého ze šesti porážkových dnů byli vybráni dva nejtěžší jedinci z každé skupiny. Po porážce byly jatečné půlky umístěny do chladírny, kde byly zchlazeny při teplotě +4°C. Dva dny po porážce proběhl jatečný rozbor pravých půlek, při kterých byl odebrán sval z nízkého roštěnce (*longissimus lumborum*). Po převezení do laboratoře byl vzorek

rozdělen na část určenou pro stanovení obsahu intramuskulárního tuku a profilu mastných kyselin. Všechny vzorky určené pro senzorickou analýzu byly zbaveny vazivového a tukového krytí, byly rozděleny na tři části a vakuově zabaleny.

Základní charakteristiky vykrmovaných býků v experimentu u všech třech typů krmných dávek jsou rozepsány v tabulce č.2.

Tabulka č.2: Základní charakteristiky vykrmovaných býků v experimentu

	Skupina Kontrola LSM	Řepka LSM	Lupina LSM	SEM	Významnost
Hmotnost začátek experimentu (kg)	423,5	412,9	418,8	19,60	0,929
Hmotnost při porážce (kg)	614,5	606,1	606,7	18,86	0,940
Věk začátek experimentu (dny)	340,0	340,4	338,0	2,46	0,761
Věk při porážce (dny)	475,9	476,3	473,9	6,09	0,956
Přírůstek v experimentu (kg/den)	1,43	1,4	1,4	0,08	0,947
Přírůstek od narození do porážky (kg/d)	1,22	1,2	1,2	0,05	0,958
Spotřeba krmiva za den (kg)	20,0	20,0	19,7	0,78	0,935
Spotřeba krmiva na kg přírůstku (kg)	13,4	13,4	13,5	0,67	0,991

Následně byly vzorky uloženy do chladničky, kde byly uchovávány při teplotě 4 °C. Senzorická analýza byla uskutečněna v laboratoři Výzkumného ústavu živočišné výroby v Uhřetěvsi. Zde bylo maso skladováno požadovanou dobu zrání (3, 15 a 30 dní), a následně bylo zmrazeno a uchováváno při teplotě -18 °C. Jeden den před senzorickým hodnocením se vzorky vyjmuly a byly pozvolna rozmrazeny opět v chladničce při teplotě 4 °C. Všechny vzorky byly nakrájeny na plátky široké 20 mm a grilovány na oboustranném kontaktním grilu. Grilování bylo temperováno na teplotu 200 °C. Maso bylo z grilu vyndáno poté, co dosáhlo vnitřní teploty 70 °C. Ta byla zjišťována pomocí digitálního vpichového teploměru. Vzorky masa byly po odstranění okrajových částí nakrájeny na jednotlivé kostičky, které měly sloužit

k vlastnímu hodnocení. Ty byly vloženy a uzavřeny do skleniček a označeny třímístným kódem. Než byly předkládány hodnotitelům, byly uchovávány v sušárně o teplotě 50 °C. Panel hodnotitelů na sensorické hodnocení sestával z deseti vyškolených osob, které posuzovaly vzorky v individuálních boxech v laboratoři, které zamezují kontakt s ostatními hodnotiteli. Pro hodnocení sensorických vlastností bylo použito tzv. kvantitativně deskriptivní metody, jejíž cílem bylo vyhodnotit změny v sensorickém profilu masa od zvířat s odlišnou výživou v různé fázi postmortálních procesů v mase. Hodnotitelé vepisovali své hodnocení na nestrukturovanou úsečku (stupnici) u celkem 11 sensorických deskriptorů, jejichž charakteristika a způsob hodnocení je uveden v tabulce č.3. Jednotlivé vzorky dostávali v tzv. setech. po třech, vždy se zastoupením jednoho býka s odlišnou výživou. V jednom setu byly předkládány vzorky tří jedinců, kteří byli poraženi ve stejném dni. V rámci jednoho z celkem šesti dnů sensorického hodnocení bylo porovnáváno 18 vzorků roštěnce v rámci šesti setů. Sensorická analýza tedy celkem zahrnovala posouzení 108 vzorků ve 36 setech.

Obrázek č.3 – Odběr masa z nízkého roštěnce (*longissimus lumborum*)



Obrázek č.4 – Odběr masa z nízkého roštěnce (*longissimus lumborum*)



Obrázek č.5 – Grilování masa na oboustranném kontaktním grilu s přiloženým digitálním kontaktním teploměrem



4.1 Stanovení mastných kyselin

Stanovení obsahu mastných kyselin (MK) ze vzorků svaloviny roštěnce bylo provedeno extrakcí celkových lipidů metodou podle Folche. Po alkalické trans-methylaci mastných kyselin byly analyzovány s využitím plynového chromatografu HP 6890 (Agilent Technologies, Santa Clara, USA) s využitím kapilární kolony DB-23 (60 m × 0,25 mm × 0,25 μm) (J&W Agilent Technologies, Santa Clara, USA). Teplota injektoru a detektoru byla 230, respektive 260 °C a jako nosný plyn byl použit dusík o koncentraci 0,8 ml. Teplota kolony byla nejprve nastavena na 120 °C po dobu 6 minut, následně vzrostla o 15 °C/min na 170 °C a dále při rychlosti 3 °C až na 210 °C, kde byla udržována 13 minut a následně se zvýšila při rychlosti 40 °C/min až na 230 °C, kde byla udržována dalších 7 min. Mastné kyseliny byly identifikovány porovnáním retenčních časů se standarty (Sulpeco 37 Component, FAME Mix, Bellefonte, USA). Podíl mastných kyselin byl determinován jako g v 1 kg determinovaných mastných kyselin. Všechny jednotlivé mastné kyseliny byly použity pro výpočet sum nasycených mastných kyselin (SFA), mononenasycených mastných kyselin (MUFA), polynenasycených mastných kyselin (PUFA), *n-3* PUFA a *n-6* PUFA.

Seznam nutričně významných mastných kyselin, které byly naměřeny v lipidech vzorků hovězího masa a jejich systematické a triviální názvy jsou uvedeny v následující tabulce č.3.

Tabulka č.3: Systematické a triviální názvy nutričně významných MK v lipidech hovězího masa

Kyselina	Systematický název	Triviální název
C6:0	hexanová	Kapronová
C8:0	oktanová	Kaprylová
C10:0	dekanová	Kaprinová
C12:0	dodekanová	Laurová
C13:0	tridekanová	Ridecylová
C14:0	tetradekanová	Myristová
C14:1-n5	tetradecenová	Myristolejová
C15:0	pentadekanová	Pentadecylová
C16:0	hexadekanová	Palmitová
C16:1-n7	hexadecenová	Palmitolejová
C17:0	heptadekanová	Heptadecylová
C18:0	oktadekanová	Stearová
C18:1n-9t	oktadecenová	Elaidová
C18:1-n11t	oktadecenová	Vakcenová
C18:1-n9	oktadecenová	Olejová
C18:1-n7	oktadecenová	

C18:2-n6t	oktadekadienová	Linolelaidová
C18:2-n6	oktadekadienová	Linolová
C18:3-n6	oktadekatrienová	g-linolenová
C18:3-n3	oktadekatrienová	a-linolenová
c9t11CLA	oktadekadienová	konjugovaná linolová <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11
t10c12CLA	oktadekadienová	konjugovaná linolová <i>trans</i> 10 <i>cis</i> 12
C20:0	eikosanová	Arachová
C20:1-n9	eikosanová	
C20:2-n6	eikosadienová	
C21:0	heneikosanová	
C20:3-n6	eikosatrienová	
C20:4-n6	eikosatetraenová	Arachidonová
C20:3-n3	eikosatrienová	
C20:4-n3	eikosatetraenová	
C22:0	dokosanová	Behenová
C20:5-n3	eikosapentaenová	EPA
C22:4-n6	dokosahexaenová	
C24:0	tetrakosanová	Lignocerová
C22:5-n3	dokosapentaenová	Klupanodonová
C22:6-n3	dokosahexaenová	DHA

4.2 Statistická analýza

Naměřená data byla nejprve převedena do databáze v programu MS Excel a následně importována do statistického programu SAS. Pro otestování normality rozdělení dat byl využit Shapirův-Wilkův test a data byla rovněž prověřena na test schody rozptylů. Jelikož struktura dat zkoumaného statistického výběru splňovala předpoklad pro využití parametrických testů, byla hodnocena statistická významnost rozdílů mezi jednotlivými skupinami prostřednictvím procedury MIXED (smíšený lineární model) při uplatnění pevného efektu výživy a náhodného efektu dne porážky v případě hodnocení obsahu mastných kyselin. Data získaná při senzorické analýze byla vyhodnocena ve stejné proceduře za využití pevného efektu výživy a doby zrání masa a náhodného efektu dne senzorického hodnocení a hodnotitele. Data uváděná v tabulkách jsou LSM (čtverec nejmenšího průměru) s příslušnou SEM (standardní chybou).

4.3 Senzorická analýza

Organoleptické vlastnosti vzorků masa byly posuzovány prostřednictvím sensorické analýzy. Bylo sledováno celkem 11 deskriptorů, které byly hodnoceny 10 vyškolenými osobami. Hodnocení probíhalo pomocí tzv. kvantitativní deskriptivní metody, přičemž posuzované vlastnosti masa byly hodnoceny pomocí nestrukturované úsečky s hodnocenou škálou 0 (není znatelné) – 100 (velmi intenzivní). Charakteristika sensorických deskriptorů a jejich způsob posuzování je uveden v následující tabulce č.4.

Tabulka č.4: Charakteristika sensorických deskriptorů

Posuzovaná vlastnost	Hodnocená škála	Způsob posuzování
Vůně hovězího masa	0= není znatelné 100= velmi intenzivní	Před vložením vzorku do úst
Intenzita cizí vůně	0= není znatelné 100= velmi intenzivní	Před vložením vzorku do úst
Křehkost	0= velmi tuhé 100= velmi křehké	Po prvních 2-3 skousnutích
Šťavnatost	0= velmi suché 100= velmi šťavnaté	Po prvních 3-5 skousnutích
Vláknitost	0= velmi hrubá 100= velmi jemná	Po prvních 5-10 skousnutích
Žvýkatelnost	0= obtížně žvýkatelné 100= velmi snadno žvýkatelné	Po 15 skousnutích
Chuť hovězího masa	0= není znatelné 100= velmi intenzivní	Po prvních 5-10 skousnutích
Žluklá chuť	0= není znatelná 100= velmi intenzivní	Po prvních 5-10 skousnutích
Kyselá chuť	0= není znatelná 100= velmi intenzivní	Po prvních 5-10 skousnutích
Chuť jater	0= není znatelná 100= velmi intenzivní	Po prvních 5-10 skousnutích
Tučná chuť	0= není znatelná 100= velmi intenzivní	Po prvních 5-10 skousnutích

5 Výsledky

5.1 Mastné kyseliny

První polovina praktické části diplomové práce se zabývala stanovením obsahu mastných kyselin ve vzorcích hovězího masa českého strakatého skotu. Výsledky, ke kterým jsme došli, jsou uvedeny v následující tabulce č.5.

Tabulka č.5: Obsah mastných kyselin (množství mg/100 g syrové svaloviny)

	Skupina			SEM	Významnost
	Kontrola LSM	Řepka LSM	Lupina LSM		
C6:0 hexanová	0,047	0,039	0,050	0,004	0,1324
C8:0 oktanová	0,167	0,180	0,165	0,019	0,8469
C10:0 dekanová	0,726	0,875	0,742	0,102	0,5349
C12:0 dodekanová	1,034	1,196	1,128	0,137	0,7059
C13:0 tridekanová	0,226	0,250	0,239	0,032	0,8697
C14:0 tetradekanová	36,38	45,66	39,27	5,380	0,4670
C14:1-n5 tetradecenová	6,38	7,59	5,56	0,914	0,3001
C15:0 pentadekanová	5,36	5,52	5,73	0,652	0,9228
C16:0 hexadekanová	388,9	398,7	429,7	42,059	0,7758
C16:1-n7 hexadecenová	42,72	44,29	40,46	5,318	0,8774
C17:0 heptadekanová	11,54	11,95	13,10	1,245	0,6575
C18:0 oktadekanová	260,2	264,9	302,6	27,068	0,4857
C18:1n-9t oktadecenová	7,78	9,23	10,07	0,976	0,2577
C18:1-n11t oktadecenová	12,46	12,68	13,78	1,397	0,7773
C18:1-n9 oktadecenová	486,8	503,2	535,3	52,463	0,8028
C18:1-n7 oktadecenová	20,84	22,36	20,85	1,978	0,8238
C18:2-n6t oktadekadienová	2,45	2,74	3,04	0,302	0,4064
C18:2-n6 oktadekadienová	90,58	88,08	83,78	6,909	0,7822
C18:3-n6 oktadekatrienová	1,76	1,41	1,61	0,157	0,3017
C18:3-n3 oktadekatrienová	10,23	10,42	9,39	1,047	0,7622
c9t11CLA oktadekadienová	4,94	6,41	5,40	0,628	0,2520
t10c12CLA oktadekadienová	0,171	0,212	0,215	0,018	0,1783
C20:0 eikosanová	2,80	2,70	3,48	0,294	0,1393
C20:1-n9 eikosanová	2,69	3,26	2,72	0,414	0,5481
C20:2-n6 eikosadienová	1,48	1,36	1,66	0,127	0,2562
C21:0 heneikosanová	0,928	0,822	1,011	0,068	0,1559
C20:3-n6 ikosatrienová	4,32 ^A	3,39 ^B	4,35 ^A	0,271	0,0261
C20:4-n6 ikosatetraenová	24,5	21,8	25,8	1,562	0,1941
C20:3-n3 ikosatrienová	0,507	0,484	0,556	0,048	0,5624
C20:4-n3 ikosatetraenová	0,726 ^A	0,560 ^B	0,762 ^A	0,049	0,0145
C22:0 dokosanová	0,303	0,272	0,349	0,039	0,3863
C20:5-n3 eikosapentaenová	2,10 ^A	1,75 ^B	2,45 ^A	0,149	0,0081

C22:4-n6 dokosahexaenová	3,20	2,86	3,25	0,256	0,5163
C24:0 tetrakosanová	0,190	0,199	0,188	0,019	0,9129
C22:5-n3 dokosapentaenová	6,15	5,42	6,66	0,446	0,1553
C22:6-n3 dokosahexaenová	0,706	0,618	0,756	0,059	0,2551

^{A,B,C} Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší ($P < 0.05$)

Jak je vidět v tabulce č.5, zastoupení jednotlivých mastných kyselin v syrové svalovině je odlišné ve všech třech sledovaných skupinách. Nejvíce zastoupeny byly: kyseliny palmitová (s nejvyšší naměřenou hodnotou 429,7 mg u skupiny Lupina), kyselina stearová (s nejvyšší naměřenou hodnotou 302,6 mg u skupiny Lupina) a kyselina olejová (s nejvyšší naměřenou hodnotou 535,3 mg u skupiny Lupina). Zároveň hodnota poslední zmíněné kyseliny je nejvyšší hodnotou ze všech naměřených hodnot mastných kyselin. Naopak nejmenší hodnota byla zaznamenána u kyseliny kapronové, a to 0,039 mg/100 g. Mastné kyseliny, u kterých se vyskytovaly signifikantní rozdíly byly tři: kyselina C20:3-n6, kyselina C20:4-n3 a kyselina C20:5-n3. U těchto kyselin měla skupina s přidavkem řepky naměřené nejnižší hodnoty. Mimo tyto kyseliny nebyly mezi sledovanými skupinami zjištěny statisticky významné rozdíly.

Celkové naměřené sumy a poměry jednotlivých skupin mastných kyselin jsou uvedeny v tabulce č.6.

Tabulka č.6: Sumy a poměry jednotlivých skupin mastných kyselin

	Skupina			SEM	Významnost
	Kontrola LSM	Řepka LSM	Lupina LSM		
Suma Mastných kyselin	1442,2	1483,4	1576,1	143,012	0,7959
SFA	685,4	709,3	771,5	73,589	0,6971
MUFA	535,9	555,1	581,3	58,017	0,8575
PUFA	141,8	134,3	136,4	9,022	0,8333
SUMA: n-6	122,6	116,1	117,2	7,718	0,8161
SUMA: n-3	19,19	18,20	19,26	1,431	0,8429
n6/n3	6,459	6,546	6,106	0,212	0,3134

Dle výsledků z tabulky č.6 je patrné, že nejvyšší suma mastných kyselin vyšla u skupiny Lupina. Podíl SFA byl naměřen také nejvyšší u této skupiny. Zastoupení n-6 mastných kyselin bylo největší u kontrolní skupiny, zatímco zastoupení n-3 mastných kyselin opět u skupiny Lupina. Poměr n6 / n3 nabýval nejvyšší hodnoty u skupiny Řepka. Z tabulky č.6 můžeme vyčíst, že u jednotlivých skupin mastných kyselin nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly.

5.2 Senzorická analýza

Druhá polovina praktické části diplomové práce se zabývala vyhodnocením organoleptických vlastností za různého složení krmných dávek a různých dob zrání.

Zhodnocení jednotlivých organoleptických deskriptorů pro senzoričnou analýzu při době zrání masa 3 dny pro všechny typy krmných dávek je vyznačeno v tabulce č.7.

Tabulka č.7: Organoleptické vlastnosti masa býků českého strakatého skotu s dobou zrání 3 dny

	Kontrola	Výživa	Lupina	Významnost	
	(n = 12) LSM	Řepka (n = 12) LSM	(n = 12) LSM	SEM	P-value
Zrání masa 3 dny:					
Intenzita vůně hovězího masa	60,3 ^A	50,2 ^B	51,3 ^B	3,79	<0,001
Intenzita cizí vůně	24,3 ^B	30,6 ^A	25,3 ^{AB}	4,78	0,032
Křehkost	44,8	50,1	48,6	3,41	0,238
Šťavnatost	51,3	53,6	48,9	3,30	0,253
Vláknitost	45,7	47,3	48,0	3,63	0,713
Žvýkatelnost	45,0	47,0	46,6	3,62	0,798
Intenzita chuti hovězího masa	62,0	61,6	59,1	4,61	0,302
Žluklá chuť	13,2	15,4	14,6	4,56	0,391
Kyselá chuť	27,1	26,7	30,1	7,75	0,289
Játrová chuť	25,2	27,1	25,1	7,48	0,563
Tučná chuť	22,6	24,1	21,9	5,22	0,620

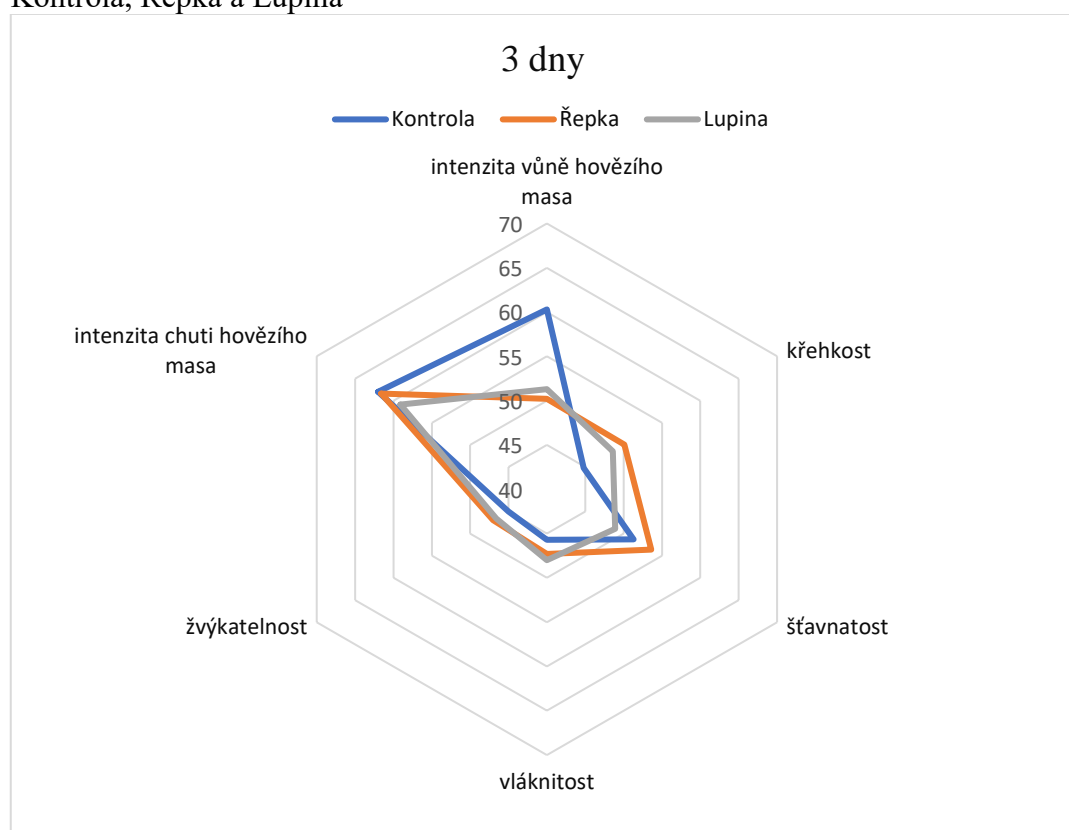
^{A,B,C} Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší ($P < 0.05$)

V tabulce č.7 byly hodnoceny senzoričké deskriptory po 3 dnech zrání. Statisticky významné rozdíly (hladina významnosti 5 %) byly zaznamenány u intenzity vůně hovězího masa a intenzity cizí vůně. Nejvyšší hodnota u intenzity vůně hovězího masa vyšla u kontrolní skupiny (60,3), zatímco nejvyšší hodnota u intenzity cizí vůně byla u skupiny Řepka (30,6).

Mimo tyto dva deskriptory nebyly mezi sledovanými LSM skupinami zaznamenány signifikantní rozdíly. Z deskriptorů textury masa vyšla u křehkosti nejvyšší hodnota za skupinu s přídavkem řepky, naopak nejnižší za kontrolní skupinu. Z deskriptorů chuti byla u kyselé chuti naměřena nejvyšší hodnota za skupinu s přídavkem lupiny, zatímco nejnižší za skupinu s přídavkem řepky.

Graf č.1 znázorňuje porovnání vybraných sensorických deskriptorů u všech tří sledovaných skupin při době zrání 3 dny. Jak je vidět, můžeme z něho vyčíst, že skupina s přídavkem řepky a skupina s přídavkem lupiny mají velmi podobná hodnocení. Naproti tomu kontrolní skupina se hodnocením od těchto dvou skupin více odlišuje.

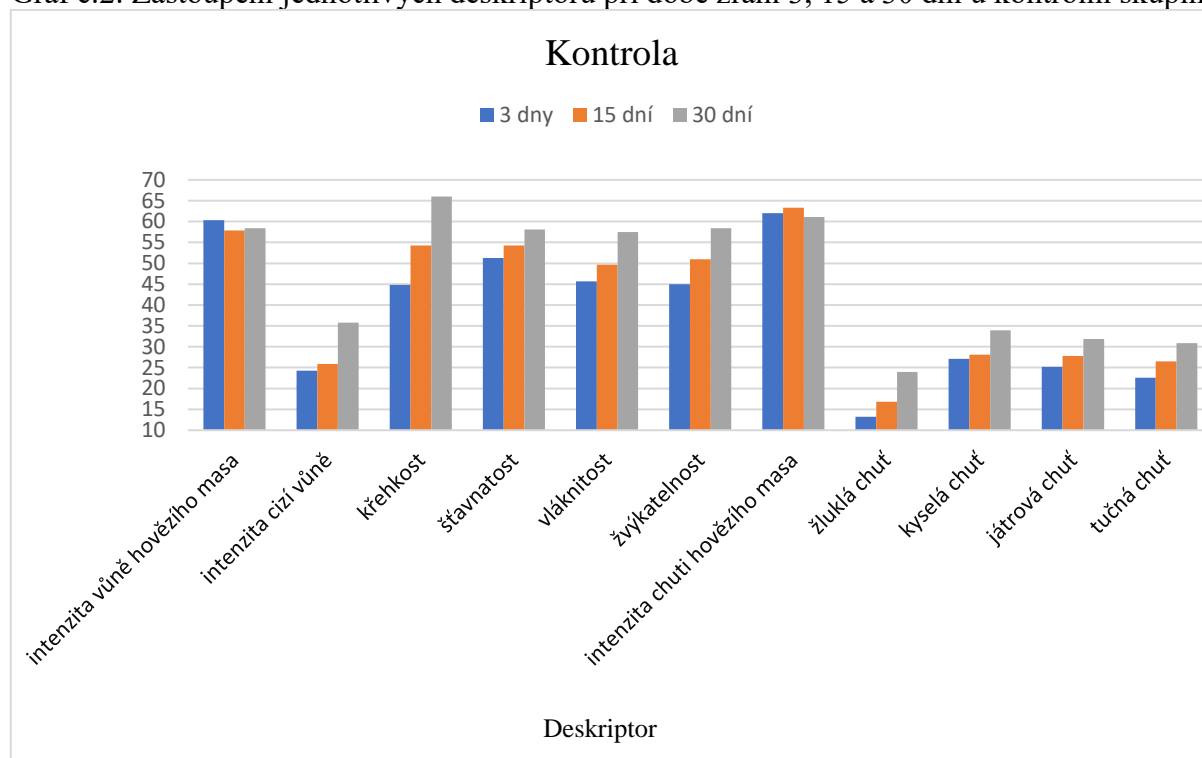
Graf č.1: Zobrazení sensorických deskriptorů při době zrání 3 dny u sledovaných skupin Kontrola, Řepka a Lupina



Vývoj hodnocení jednotlivých sensorických deskriptorů s rostoucí dobou zrání masa u kontrolní skupiny je znázorněno v grafu č.2. Zřejmé je, že u všech sledovaných deskriptorů s výjimkou intenzity vůně masa a intenzity chuti masa jsou nejméně přijatelné hodnoty u doby

zrání 3 dny a nejvíce přijatelné u doby 30 dní, zatímco nejnižší hodnoty mimo těchto dvou uvedených se nacházely u doby zrání 3 dny.

Graf č.2: Zastoupení jednotlivých deskriptorů při době zrání 3, 15 a 30 dní u kontrolní skupiny



Zhodnocení jednotlivých organoleptických deskriptorů pro senzoričnou analýzu při době zrání masa 15 dní je vyznačeno v tabulce č.8.

Tabulka č.8: Organoleptické vlastnosti masa býků českého strakatého skotu s dobou zrání 15 dnů

	Kontrola	Výživa	Lupina	SEM	Významnost P-value
	(n = 12) LSM	Řepka (n = 12) LSM	(n = 12) LSM		
Zrání masa 15 dnů:					
Intenzita vůně hovězího masa	57,9 ^A	53,3 ^{AB}	50,5 ^B	3,73	<0,004
Intenzita cizí vůně	25,9 ^B	26,4 ^B	32,4 ^A	5,45	0,010
Křehkost	54,3 ^B	53,8 ^B	62,4 ^A	6,38	0,006

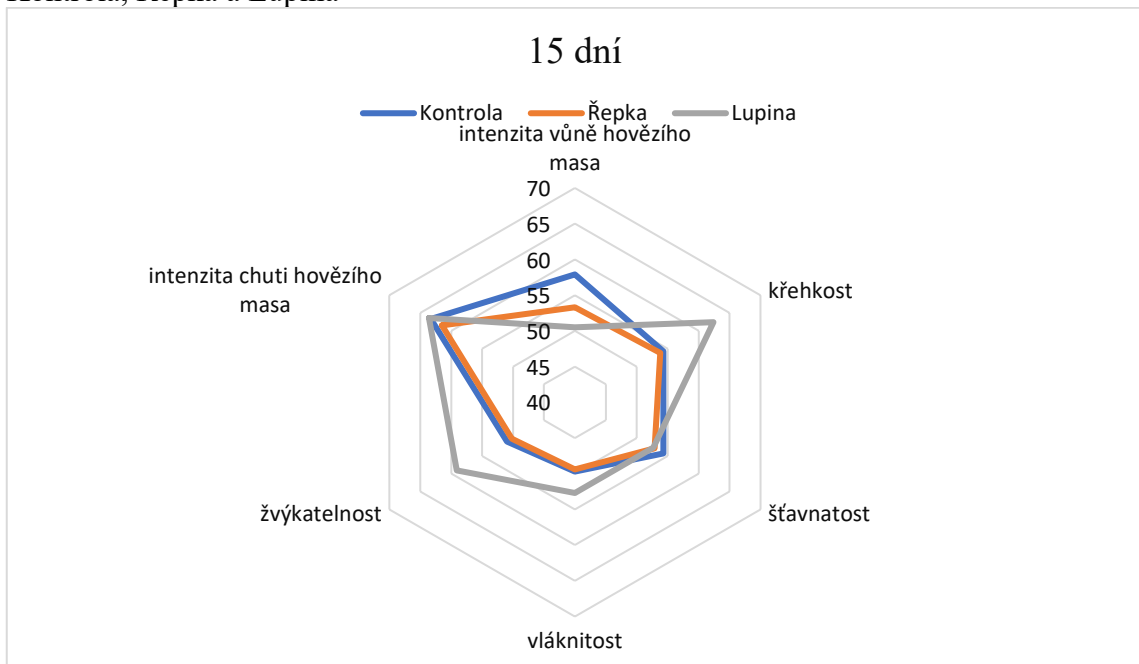
Šťavnatost	54,3	52,9	52,7	2,39	0,590
Vláknitost	49,7	49,4	52,7	3,98	0,058
Žvýkatelnost	51,0	50,2	59,1	6,03	0,063
Intenzita chuti hovězího masa	63,3	61,5	63,6	4,36	0,549
Žluklá chuť	16,8	15,5	16,5	2,74	0,698
Kyselá chuť	28,1	29,9	28,7	4,94	0,707
Játrová chuť	27,8	28,7	32,9	5,19	0,032
Tučná chuť	26,5	26,1	25,3	4,97	0,871

^{A,B,C} Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší ($P < 0.05$)

V tabulce č.8 byly hodnoceny sensorické deskriptory po 15 dnech zrání. Statisticky významné rozdíly (hladina významnosti 5 %) byly zaznamenány u intenzity vůně hovězího masa, intenzity cizí vůně a křehkosti. Nejvyšší hodnota u intenzity vůně hovězího masa vyšla u kontrolní skupiny, zatímco nejvyšší hodnota u intenzity cizí vůně a křehkosti byla u skupiny Lupina. Mimo tyto dva deskriptory nebyly mezi sledovanými LSM skupinami významné rozdíly. Z deskriptorů textury masa vyšla u šťavnatosti nejvyšší hodnota za kontrolní skupinu, naopak nejnižší za skupinu s přídavkem lupiny. Z deskriptorů chuti byla u játrové chuti naměřena nejvyšší hodnota za skupinu s přídavkem lupiny, zatímco nejnižší za kontrolní skupinu.

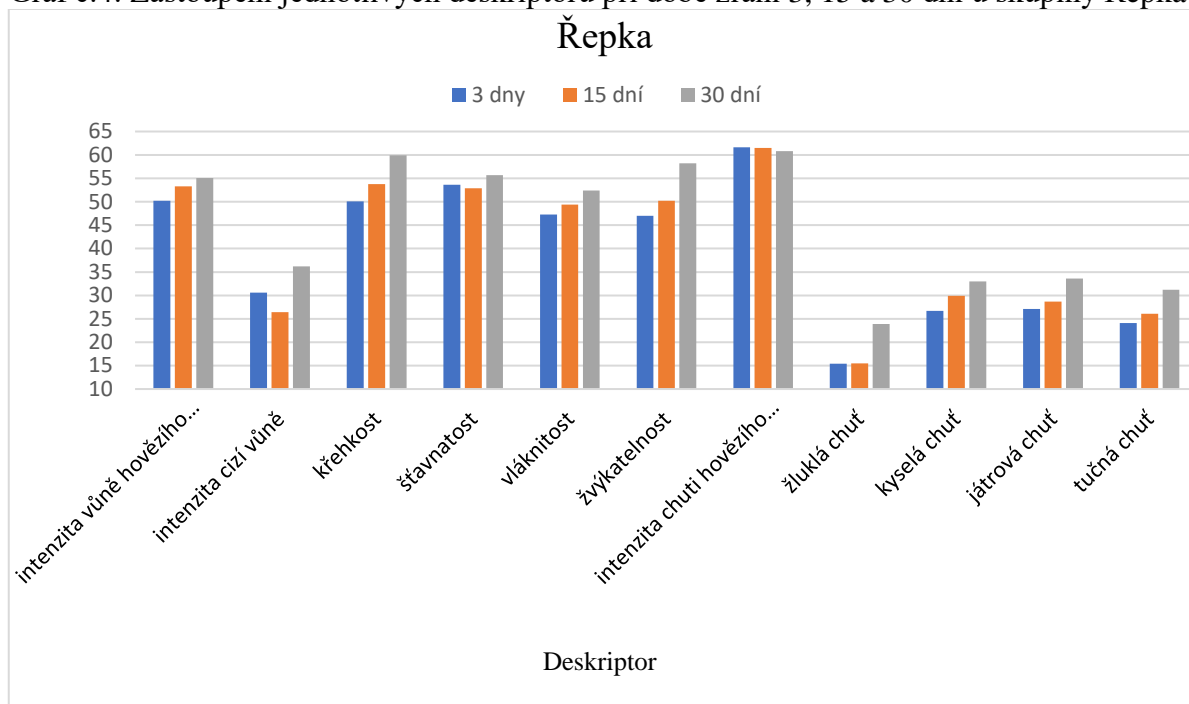
Graf č.3 znázorňuje porovnání vybraných sensorických deskriptorů u všech tří sledovaných skupin při době zrání 15 dní. Jak je z něj patrné, skupina s přídavkem řepky a kontrolní skupina mají až na deskriptor intenzity vůně hovězího masa svá hodnocení navzájem velmi podobná. Skupina s přídavkem lupiny se výrazněji odlišovala.

Graf č.3: Zobrazení sensorických deskriptorů při době zrání 15 dní u sledovaných skupin Kontrola, Řepka a Lupina



Vývoj hodnocení jednotlivých sensorických deskriptorů s rostoucí dobou zrání masa u skupiny s přidavkem řepky je znázorněno v grafu č.4. Zde je zřejmé, že všechny deskriptory s výjimkou intenzity chuti hovězího masa měly nejlepší hodnocení opět u doby zrání 30 dní. 8 deskriptorů mělo nejnižší hodnoty naměřené opět u doby zrání 3 dny.

Graf č.4: Zastoupení jednotlivých deskriptorů při době zrání 3, 15 a 30 dní u skupiny Řepka



Zhodnocení jednotlivých organoleptických deskriptorů pro senzoryckou analýzu při době zrání masa 30 dní je vyznačeno v tabulce č.9.

Tabulka č.9: Organoleptické vlastnosti masa býků českého strakatého skotu s dobou zrání 30 dnů

	Kontrola	Výživa	Lupina	Významnost	
	(n = 12)	Řepka	(n = 12)	SEM	P-value
	LSM	LSM	LSM		
Zrání masa 30 dnů:					
Intenzita vůně hovězího masa	58,4 ^A	55,1 ^{AB}	51,6 ^B	3,03	<0,018
Intenzita cizí vůně	35,8	36,2	35,6	5,12	0,969
Křehkost	60,6	59,9	58,0	4,73	0,630
Šťavnatost	58,1	55,7	52,7	3,97	0,253
Vláknitost	57,5	52,4	58,4	4,29	0,058
Žvýkatelnost	58,4	58,2	58,3	5,17	0,998
Intenzita chuti hovězího masa	61,1	60,8	61,3	3,65	0,302

Žluklá chuť	24,0	23,9	22,8	3,82	0,391
Kyselá chuť	33,9	33,0	29,7	4,32	0,289
Játrová chuť	31,9	33,6	32,4	4,40	0,796
Tučná chuť	30,9	31,2	27,5	5,21	0,202

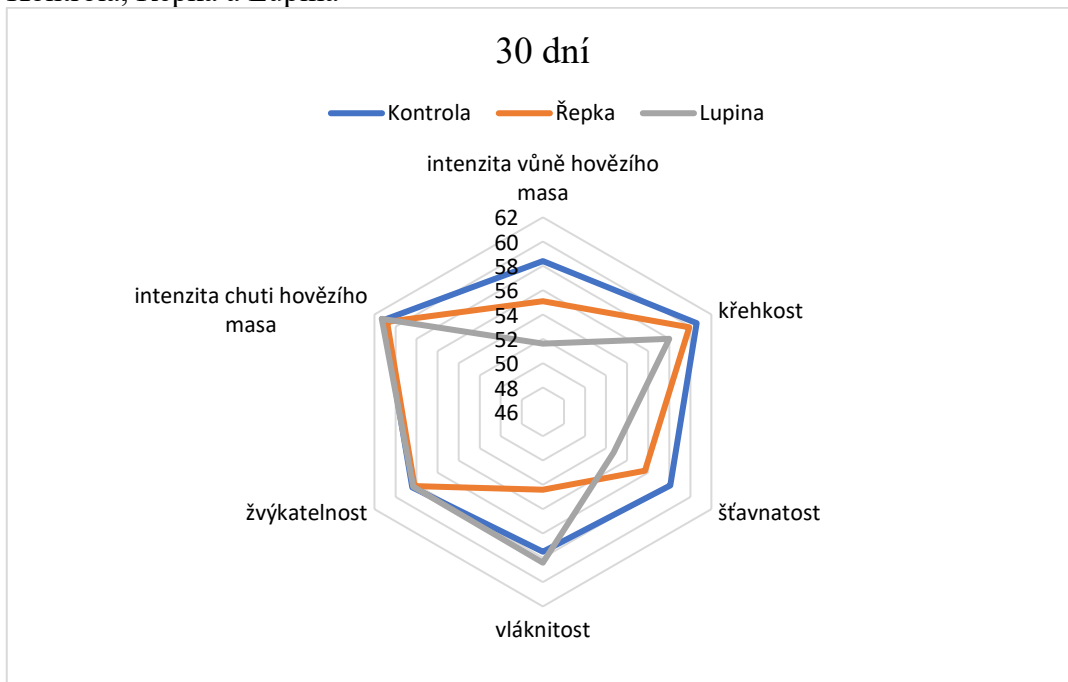
^{A,B,C} Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší ($P < 0.05$)

V tabulce č.9 byly hodnoceny senzorické deskriptory po 30 dnech zrání. Statisticky významné rozdíly (hladina významnosti 5 %) byly zaznamenány u intenzity vůně hovězího masa. Nejvyšší hodnota u intenzity vůně hovězího masa vyšla u kontrolní skupiny, zatímco nejnižší u skupiny Lupina. Mimo tento deskriptor nebyly mezi sledovanými LSM skupinami zaznamenány významné rozdíly. Z deskriptorů textury masa vyšla u vláknitosti nejvyšší hodnota za skupinu s přídavkem lupiny, naopak nejnižší za skupinu s přídavkem řepky. Z deskriptorů chuti byla u tučné chuti naměřena nejvyšší hodnota za skupinu s přídavkem řepky, zatímco nejnižší za skupinu s přídavkem lupiny.

V průběhu postmortálních procesů u zrajícího hovězího masa docházelo ke změnám senzorického profilu masa v závislosti na uplatněné výživě vykrmovaných býků českého strakatého skotu. Když jsme mezi sebou porovnali jednotlivé tabulky s odlišnou dobou zrání, mohli jsme jednoznačně říci, že ve všech třech dobách zrání vyšly signifikantní rozdíly ve vůni (hovězího masa i cizí), co se týká textury (křehkosti), tak ta vyšla průkazně signifikantní u doby zrání 15 dní.

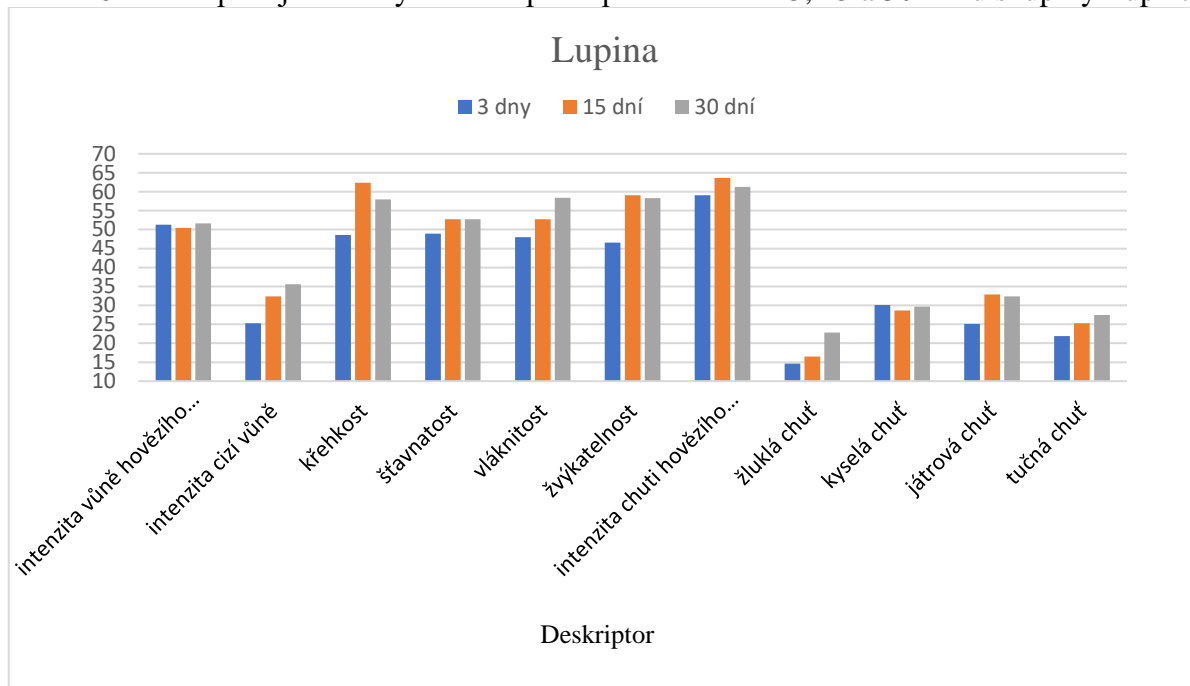
Graf č.5 znázorňuje porovnání vybraných senzorických deskriptorů u všech tří sledovaných skupin při době zrání 30 dní. Jak je z něj patrné, všechny skupiny se od sebe výrazně odlišovaly svými naměřenými hodnotami.

Graf č.5: Zobrazení sensorických deskriptorů při době zrání 30 dní u sledovaných skupin Kontrola, Řepka a Lupina



Vývoj hodnocení jednotlivých sensorických deskriptorů s rostoucí dobou zrání masa u skupiny s přídavkem lupiny je znázorněno v grafu č.6. Zde je zřejmé, že pouze 5 z 11ti deskriptorů má nejvyšší hodnocení u doby zrání 30 dní. 4 deskriptory zaujímalo s nejlepšími hodnotami zrání po dobu 15 dní. U deskriptoru šťavnatosti se dělily o nejvyšší hodnotu doby zrání 15 a 30 dní a deskriptor kyselé chuti měl nejvyšší hodnotu u doby zrání 3 dny.

Graf č.6: Zastoupení jednotlivých deskriptorů při době zrání 3, 15 a 30 dní u skupiny Lupina



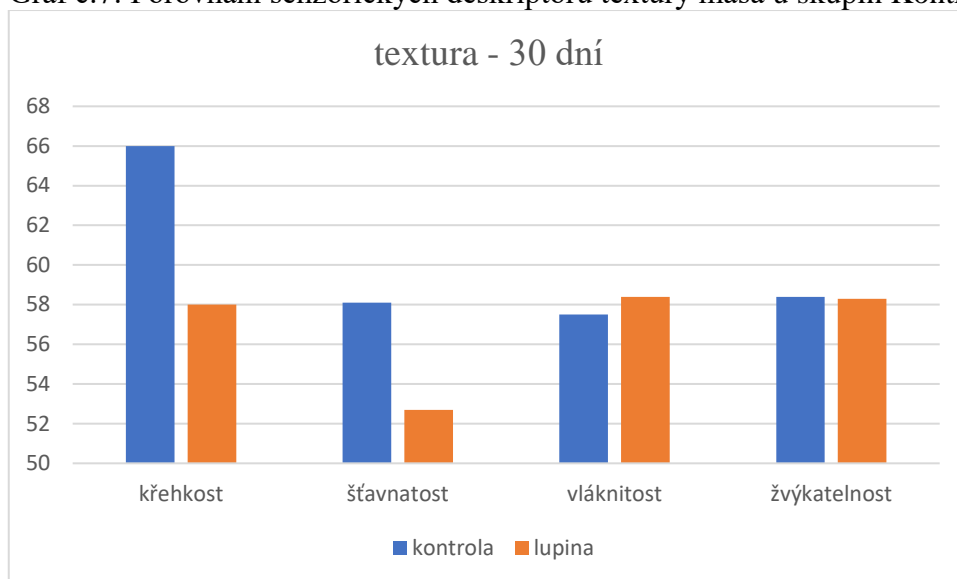
5.3 Porovnání obsahu MK a senzorické analýzy

Cílem práce byla také snaha vyhodnotit, do jaké míry souvisí zastoupení mastných kyselin v hovězím masa se změnami v senzorickém profilu.

V největší míře byly ve vzorcích hovězího masa naměřeny kyseliny palmitová, stearová a olejová. Jejich nejvyšší hodnoty dle porovnání v jednotlivých sledovaných skupinách vycházeli u skupiny s přidavkem lupiny bílé a nejnižší naopak u kontrolní skupiny. Skupina s přidavkem lupiny měla velmi podobné hodnocení senzorických deskriptorů při době zrání 3 dny spolu se skupinou s přidavkem řepky, u doby zrání 15 dní se hodnocení skupiny s lupinou začala odlišovat a při nejdelší době zrání 30 dní se od sebe již navzájem odlišovaly výrazně všechny tři skupiny.

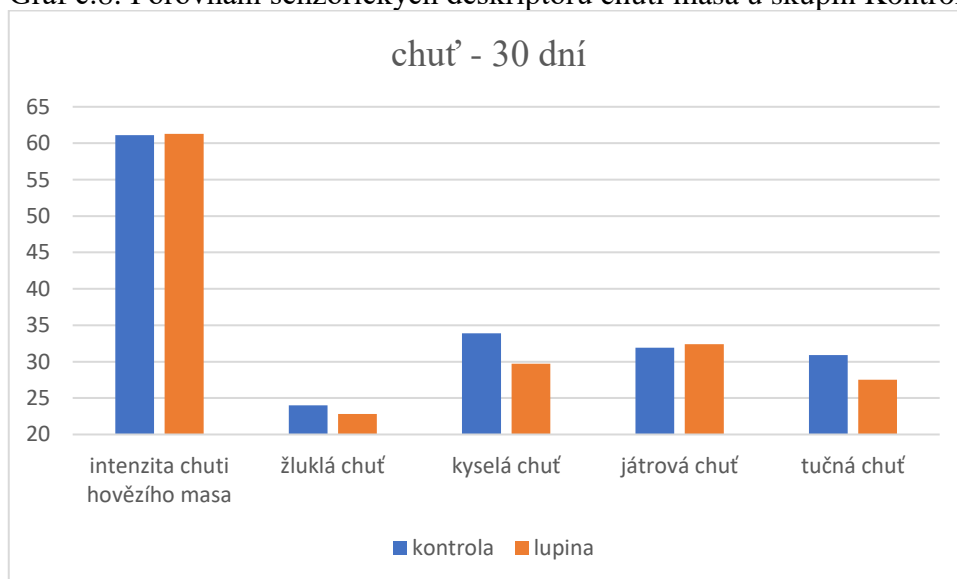
Pro porovnání vlivu zastoupení MK na senzorické vlastnosti masa jsme použili následující grafy č.7 a 8. Oba grafy byly použity pro dobu zrání 30 dní. Pomocí grafu č.7 jsou zobrazeny deskriptory textury masa pro skupinu Kontrola (kde bylo zastoupení zmíněných MK naměřeno nejmenší) a pro skupinu Lupina (kde bylo zastoupení zmíněných MK naměřeno největší). Pomocí grafu č.8 jsou zobrazeny deskriptory chuti masa pro obě skupiny při době zrání 30 dní.

Graf č.7: Porovnání sensorických deskriptorů textury masa u skupin Kontrola a Lupina



Dle grafu č.7 je zřejmé, že skupina Kontrola má vyšší hodnoty u deskriptorů křehkosti, šťavnatosti i žvýkatelnosti. Můžeme tedy říci, že vyšší obsah mastných kyselin nemá prokazatelně vliv na texturní charakteristiky masa.

Graf č.8: Porovnání sensorických deskriptorů chuti masa u skupin Kontrola a Lupina



Dle grafu č.8 je vidět, že skupina Kontrola má vyšší hodnoty u žluklé chuti, kyselé chuti a tučné chuti, naopak u deskriptoru játrové chuti a intenzity chuti má vyšší hodnoty skupina s přidavkem lupiny bílé.

Na základě tohoto porovnání můžeme říci, že vyšší zastoupení vybraných mastných kyselin (palmitová, stearová, olejová) u skupiny s přídavkem lupiny bílé má vliv na sensorické deskriptory masa: vyšší intenzita chuti a játrová chuť.

6 Diskuze

Mimo problematiku kvantity by se především měla řešit také kvalita. Kvalita masa a živočišných produktů obecně je velmi důležitým faktorem, na který by měl být brán zřetel.

V průběhu postmortálních procesů u zrajícího hovězího masa docházelo ke změnám sensorického profilu masa v závislosti na uplatněné výživě vykrmovaných býků českého strakatého skotu, což bylo potvrzeno výsledky sensorické analýzy.

Cílem práce bylo vyhodnotit vliv uplatnění rozdílné krmné dávky u mladých býků českého strakatého skotu na změny v sensorickém profilu masa v průběhu procesu zrání. Zároveň byla snaha vyhodnotit, do jaké míry souvisí zastoupení mastných kyselin v hovězím mase se změnami v sensorickém profilu.

Z našich výsledků je zřejmé, že největší zastoupení nutričně významných mastných kyselin ve vzorcích masa českého strakatého skotu bylo u kyseliny olejové, palmitové a také kyseliny stearové. Se zvýšeným obsahem kyseliny stearové (po biohydrogenaci kyseliny olejové) se potýkala i dřívější studie. Bartoň & Bureš (2009) tvrdí: „Z výsledků zastoupení MK v intramuskulárním tuku vzorků odebraných ze svalu *longissimus lumborum* je patrné, že ve složení nutričně významných MK nebo poměrů MK u experimentální skupiny nenastaly výrazné změny. Příčinou byla pravděpodobně rozsáhlá bachorová biohydrogenace MUFA a PUFA obsažených v krmivu, o čemž svědčí i zvýšený obsah kyseliny stearové jako produktu biohydrogenace kyseliny olejové, která byla v krmivu nejvíce zastoupena u skupiny, které bylo podáváno řepkové semeno.“

V zastoupení jednotlivých mastných kyselin v tukové tkáni existuje mezi jedinci poměrně značná variabilita, která je do značné míry podmíněna i prostředím, a to zejména výživou“ (Bartoň et al. 2005). V našem výkrmovém experimentu jsme došli k závěru, že zastoupení jednotlivých mastných kyselin v syrové svalovině bylo odlišné ve všech třech skupinách měření. Je tedy zřejmé, že rozdílné složení krmných dávek má vliv na zastoupení jednotlivých druhů mastných kyselin ve vzorcích hovězího masa českého strakatého skotu.

Při sledování obsahu tuku u českého strakatého skotu a jiných plemen se na základě výsledků došlo k závěru že u ostatních plemen např. Aberdeen Angus byl jeho obsah až dvojnásobný ve srovnání s českým strakatým skotem. Býci českého strakatého skotu jsou zástupci plemen kontinentální Evropy, kde je preferováno nižší množství tuku v jatečně upraveném těle a výkrm na vyšší porážkovou hmotnost. Byly naměřeny statisticky průkazné

hodnoty korelačních koeficientů mezi obsahem intramuskulárního tuku a senzoryckými charakteristikami (Bureš & Bartoň 2012). Tyto výsledky korelují s dostupnou literaturou.

U českého strakatého skotu byly senzorycky hodnoceny tyto deskriptory: vůně, chuť, textura, šťavnatost. Jejich výsledné hodnocení odpovídalo uvedenému pořadí od nejlepšího po nejhorší. Býci českého strakatého skotu nepřevyšovali organoleptickou kvalitu masa býků jiných plemen (Bureš & Bartoň 2010).

Práce, kterou prováděl Bureš & Bartoň (2014) se zabývala vyhodnocením vlivu kategorie jatečného skotu a délky zrání na senzorycké charakteristiky hovězího masa českého strakatého skotu. Na výsledcích bylo vidět, že pokud bylo hodnoceno maso s krátkou dobou zrání (3 dny), pak rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi nebyly nijak patrné. Při analýze vlivu doby zrání bylo hodnoceno nejpříznivěji maso s nejdelší dobou zrání (28 dní) zejména u texturních charakteristik masa a celkové přijatelnosti, naopak u vnímání intenzity a příjemnosti vůně nebyla zjištěna jednoznačná tendence. V našem experimentu vyšly signifikantní rozdíly ve vůni (hovězího masa i cizí vůně), co se týká textury (křehkosti), tak ta vyšla průkazně signifikantní u doby zrání 15 dní.

Senzorycký panel posoudil vzorky svalu *longissimus lumborum* jako nejvíce křehké ve srovnání s *triceps brachii* a *rectus abdominis* (Bureš et al. 2018). Nejvyšší křehkost vykazoval sval *longissimus lumborum*, maso z tohoto roštěnce bylo i nejjemněji vláknité a nejsnadněji žvýkatelné (Bureš et al. 2018). Vzorky masa českého strakatého skotu získaly druhé nejlepší hodnocení pro křehkost ($P < 0,001$), žvýkatelnost a celkovou přijatelnost. Posuzování vzorků masa u většiny sledovaných charakteristik bylo do značné míry ovlivněno obsahem tuku (Bureš & Bartoň 2012). U našeho výkrmného experimentu nabývala křehkost nejlepších hodnot při nejdelší době zrání 30 dní. Nejhorší křehkost byla vyhodnocena u nedostatečné doby zrání 3 dní.

Z řady prací vyplývá, že senzorycké charakteristiky hovězího masa jsou do značné míry ovlivněny obsahem intramuskulárního tuku, zvláště pokud jsou rozdíly v jeho obsahu mezi posuzovanými vzorky výrazné (Hocquette et al. 2010).

Proces a doba zrání je nejdůležitější faktor pro většinu senzoryckých vlastností masa. Má největší vliv na jeho výslednou kvalitu. Také doba zrání ovlivňuje míru křehkosti. Čím vyšší je doba zrání, tím je zaznamenána i vyšší křehkost (Monson & Sanudo & Sierra 2005).

Textura je nejvíce ovlivňovaný faktor masa během procesu zrání, zejména jeho křehkost. U všech sledovaných skupin byly smyslové hodnoty pro křehkost stále vyšší a vyšší s rostoucí dobou zrání což odpovídalo i předchozím studiím (Huff & Parrish 1993; Miller et al. 1997).

Vláknitost je důležitý faktor textury, stejně tak i křehkost a žvýkatelnost, a úzce souvisí s brzkým *post mortem*. Zdá se, že vláknitost by mohla být charakteristická pro svalové vlákno. Křehkost a žvýkatelnost by mohly definovat vývoj svaloviny v průběhu procesu zrání. Dlouhá doba zrání může vést k více křehkému masu, které je méně vláknité (Campo et al. 1999).

Vývoj chuti je spojován s vývojem chuťových prekurzorů v důsledku *post mortem* zrání, protože velké množství peptidů je tvořeno během této fáze zrání a mohou reagovat s dalšími sloučeninami, které produkují aromatické složky (Campo et al. 1999).

Juárez et al. (2010) došel ve své studii k závěru, že zrání masa a různých typů svalů nevede obecně ke zlepšení křehkosti. Mechanismy křehkosti masa během zrání jsou složitým komplexem reakcí a změn a mohou být spojeny s počátečním obsahem pojivové tkáně a ztrátami vlhkosti.

Rychlost a rozsah zrání má dopady na vlastnosti kvality masa a jsou ovlivňovány různými po-porážkovými faktory (např. během zpracování). Toho by mělo také znamenat, že pozitiva zrání mají dopad na konzumenty atributy kvality masa, které mohou být maximalizovány stanovením specifických strategií *post rigor* zrání (Kim et al. 2018).

Na základě výsledků této diplomové práce jsme došli k závěru, že doba zrání má významný vliv na kvalitu masa a také, že odlišné doby zrání vedou k rozdílným hodnocením deskriptorů sensorické kvality masa.

Existuje mnoho důležitých faktorů, které mají vliv na rozsah a rychlost zrání, a tím i na kvalitu masa. Patří mezi ně např. živočišný druh, typ plemene, výživa a krmné dávky, věk zvířete, pohlaví, genetický výběr a v neposlední řadě i manipulace a životní podmínky zvířete (Kim et al. 2018).

Ve výsledcích studie nejsou rozdíly u celkové přijatelnosti, žvýkatelnosti a vůni mezi různými dobami zrání. U křehkosti vyšly signifikantní rozdíly a nejlépe byla hodnocena křehkost při době zrání 21 dní. Zatímco vůně se líbila hodnotitelům již při krátkých dobách zrání, žvýkatelnost byla lépe hodnocena až při delší době zrání. V současné době je málo známo o účincích zrání masa delší než 35 dní na křehkost, barvu, vůni a celkovou přijatelnost konzumenty (Colle et al. 2016).

7 Závěr

U konzumace hovězího masa byl v poslední době zaznamenán pokles jeho spotřeby, a tak se stále více řeší jeho kvalita. Je více kladen důraz a zájem o kvalitu nežli kvantitu produkce. Je to zapotřebí, vzhledem k tomu, že garance kvality by mohla vést k větší pozornosti a zájmu spotřebitelů. Narůstá zájem o bezpečnost potravin a jejich zdravotní nezávadnost. V této souvislosti je více než žádoucí, abychom se snažili zhodnotit vlivy určitých faktorů na kvalitu masa a jeho složení. Snažíme se o to, aby složení mastných kyselin a sensorické vlastnosti co nejlépe odpovídaly požadavkům spotřebitelů.

Předkládaná diplomová práce přináší informace o vlivu výživy (krmné dávky zvířat) na změnu skladby mastných kyselin a sensorických vlastností v hovězím mase tak, aby bylo lépe posouzeno, kdy je nejvhodnější doba na jeho zpracování a konzumaci. Poznatky byly získány na základě výkrmového experimentu, který byl realizován s použitím plemene českého strakatého skotu, chovaného u nás v ČR a v podmínkách produkce odpovídajících současné výrobní praxi. Přestože dosažené změny v profilu mastných kyselin v hovězím mase nejsou vysoké, je možné modifikace krmných dávek považovat za významný nástroj ovlivňující příjem nutričně významných mastných kyselin v mase.

Zastoupení jednotlivých mastných kyselin v syrové svalovině bylo odlišné ve všech třech skupinách měření. Je tedy zřejmé, že rozdílné složení krmných dávek má vliv na zastoupení jednotlivých druhů mastných kyselin ve vzorcích hovězího masa. Následně jsou ovlivněny i charakteristické vůně masa. Dle výsledků je také patrné, že zvýšený obsah mastných kyselin byl u skupiny s přídavkem lupiny bílé do krmné dávky a stejně tak i její přítomnost zapříčinila nejvyšší podíl. Zastoupení n-3 mastných kyselin bylo také ovlivněno přídavkem lupiny. Poměr n6 / n3 nabýval nejvyšší hodnoty výjimečně u skupiny s řepkovým extrahovaným šrotem. Na základě vyššího zastoupení vybraných mastných kyselin (palmitová, stearová, olejová) u skupiny s přídavkem lupiny bílé a porovnání s jejich zastoupením u kontrolní skupiny můžeme říct, že vyšší obsah MK má následující vliv na sensorické deskriptory masa: vyšší intenzita chuti a játrová chuť masa.

V průběhu postmortálních procesů u zrajícího hovězího masa docházelo ke změnám sensorického profilu masa v závislosti na uplatněné výživě vykrmovaných býků českého strakatého skotu. Jak jsme viděli v experimentu, hodnocení organoleptických vlastností v různých dobách zrání vede k odlišným výsledkům. Po porovnání jednotlivých dob zrání a typů krmné dávky můžeme jednoznačně říci, že ve všech třech dobách zrání vyšly signifikantní rozdíly ve vůni (hovězího masa i cizí), co se týká textury (křehkosti), tak ta vyšla průkazně

signifikantní u doby zrání 15 dní. Vliv krmné dávky a doby zrání se tedy nejvíce projevuje u vůně a textury masa.

8 Seznam literatury

AF Mendelu. 2019. Zpracování masa, postmortální změny masa. Available from <http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4815&typ=html>

Andrýsek J, Večeřa M, Javorová J, Velecká J, Faltá D, Chládek G. (2015). The effect of growth rate on some beef performance characteristics of Czech Fleckvieh heifers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **63**:1095–1100.

AZ Bezpečnost potravin. 2012. Maso. Ministerstvo zemědělství. Available from <<https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76636.aspx>>

Bartoň L, Kudrna V, Bureš D, Zahradková R, Teslík V. 2007. Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais × Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages. *Czech J. Anim. Science* **52**:269-276.

Bartoň L, Bureš D. 2009. Způsoby ovlivnění profilu mastných kyselin v hovězím maso prostřednictvím výživy [Certifikovaná metodika]. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha – Uhřetěves.

Bureš D, Bartoň L. 2010. Využití masných plemen chovaných v ČR pro křížení a produkci jatečného skotu [Certifikovaná metodika]. Mendelova univerzita, Praha.

Bureš D, Bartoň L. 2012. The chemical composition and sensory characteristics of meat from Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Czech Fleckvieh bulls. *Maso International* **2**:125-130.

Bureš D, Bartoň L. 2012. Výkrmnost a jatečná hodnota býků různých plemen. *Náš chov* 31-34.

Bureš D, Bartoň L. 2012. Vliv plemenné příslušnosti býků na chemické složení a sensorické charakteristiky masa. *Maso* 57-60.

Bureš D, Bartoň L. 2014. Organoleptické vlastnosti hovězího masa při odlišné době zrání. *Náš chov* 32-34.

Bureš D, Bartoň L, Lebedová N, Fořtová J. 2018. Výkrmnost, složení jatečného těla a kvalita masa býků a jalovic českého strakatého skotu. *Maso* 32-37.

Bureš D, Bartoň L. 2018. Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Livestock Science* **214**:231-237.

Bouška J, Doležal O, Jílek F, Kudrna V, Kvapilík J, Příbyl J, Rajmon, R, Sedmíková M, Skřivanová V, Šlosárková S, Tyrolová Y, Vacer M, Žižlavský J. 2006. Chov dojeného skotu. Profi Press, Praha.

Bovalino S, Charleson G, Szoeka C. 2016. The impact of red and processed meat consumption on cardiovascular disease risk in women. *Nutrition* **32**:394-354.

Boyle LA, ÓDriscoll K. 11 - Animal welfare: an essential component in food safety and quality. *Food Chain Integrity* 169-186.

Brown MJ. 2013. Chapter 2 - Ethics and Animal Welfare. *Laboratory Animal Welfare American College of Laboratory Animal Medicine* 7-15.

Brown MJ, Winnicker Ch. 2015. Chapter 39 - Animal Welfare. *Laboratory Animal Medicine* **3**:1653-1672.

Campo MM, Sañudo C, Panea B, Alberti P, Santolaria P. 1999. Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Meat Science* **51**:383-390.

Český statistický úřad. 2018. Zemědělství - 2. čtvrtletí 2018. Available from <<https://www.czso.cz/csu/czso/cris/zemedelstvi-2-ctvrtleti-2018>> (accessed July 2018).

Colle MJ, Richard RP, Killinger KM, Bohlscheid JC, Gray AR, Loucks WI, Day RN, Cochran AS, Nasados JA, Doumit ME. 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.

Chemie a potraviny. 2015. Maso ve výživě člověka. Available from <<http://www.chemieapotraviny.cz/2015/06/29/maso-ve-vyzive-cloveka/>> (accessed June 2015).

Christensen M, Ertbjerg P, Failla S, Sañudo C, Richardson RI, Nute GR, Olleta JL, Panea B, Albertí P, Juárez M, Hocquette JF, Williams J. (2011): Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science* **87**:61–65.

Dawkins MS. 2006. A user's guide to animal welfare science. *Trends in Ecology & Evolution* **21**:77-82.

Drdák M, Studnický J, Márová E, Karovičová J. 1996. *Základy potravinářských technologií*. Malé centrum, Bratislava.

Elswyk MEV, McNeil SH. 2014. Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: The U.S. experience. *Meat Science* **96**:535-540.

FAO. 2019. FAOSTAT: Meat Quality. FAO. Available from <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/quality_meat.html> (accessed November 2014).

Font-i-Furnols M, Geurrero L. 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science* **98**:367-371.

Fořtová J. 2017. Porovnání chemického složení a organoleptických vlastností masa z různých partií u jalovic a býků českého strakatého skotu [Diplomová práce]. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Hocquette JF, Gondret F, Baéza E, Médale F, Jurie C, Pethick DW. 2010. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *The Animal Consortium* **4**:2:303-319.

Huff EJ, Parrish Jr.FC. (1993). Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem aging time, animal age and sex. *Journal of Food Science* **58**:713-716.

Huffman KL, Miller MF, Hoover LC, Wu CK, Brittin HC, Ramsey CB. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. *J. Anim. Science* **74**:91-97.

Kim BYH, Ma D, Setyabrata D, Farouk MM, Lonergan SM, Lonergan EH, Hunt MC. 2018. Understanding postmortem biochemical processes and post-harvest aging factors to develop novel smart-aging strategies. *Meat Science* **144**:74-90.

Kameník J, Kašpar L, Putnová I, Holubcová S, Jůza M. 2014. Hovězí maso pro výsek: názvosloví a svalová soustava. 1. část – maso přední čtvrtě. *Maso, Praha*.

Kameník J, Kašpar L, Putnová I, Holubcová S, Jůza M. 2014. Hovězí maso pro výsek: názvosloví a svalová soustava. 2. část – maso zadní čtvrtě. *Maso, Praha*.

Kim YHB, Ma D, Setyabrata D, Farouk MM, Lonergan SM, Huff-Lon E, Hunt MC. 2018. Understanding postmortem biochemical processes and post-harvest aging factors to develop novel smart-aging strategies. *Meat Science* **144**:74-90.

Knoblich HV, Fluharty FL, Loerch SC. 1997. Effects of programmed gain strategies on performance and carcass characteristics of steers. *J. Anim. Science* **75**:3094-3102.

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

Kunová V. 2018. *Maso. Společnost pro výživu. Praha*. Available from <<http://www.vyzivaspol.cz/maso/>> (accessed August 2018).

Markus SB, Aalhus JL, Janz JAM, Larsen IL. 2011. A survey comparing meat quality attributes of beef from credence attribute-based production systems. *Canadian Journal of Animal Science* **91**:283-294.

- McAfee AJ, McSorley EM, Cuskelly GJ, Moss BW, Wallace JJMW, Bonhama MP, Fearon AM. 2010. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science* **84**:1-13.
- McGregor EM, Campbell CP, Miller SP, Purslow PP, Mandell IB. 2011. Effect of nutritional regimen including limit feeding and breed on growth performance, carcass characteristics and meat quality in beef cattle. *Department of Animal and Poultry Science* **14**:327-341.
- McNeill SH. 2014. Inclusion of red meat in healthful dietary patterns. *Meat Science* **98**:452-460.
- Miller RK. 2002. 3 - Factors affecting the quality of raw meat. *Meat Processing* 27-63.
- Miller MF, Kerth CR, Wise JW, Lansdell JL, Stowell JE, Ramsey CB. (1997). Slaughter plant location, USDA quality grade, external fat thickness, and aging time effects on sensory characteristics of beef loin strip steak. *Journal of Animal Science* **75**:662-667.
- Misra R, Balagopal P, Raj S, Patel TG. 2018. Red Meat Consumption (Heme Iron Intake) and Risk for Diabetes and Comorbidities? *Springer Science+Business Media* **18**:2-6.
- 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**:471-479.
- Muir PD, Smith NB, Dobbie PM, Smith DR, Bown MD. 2001. Effects of growth pathway on beef quality in 18-month-old Angus and South DevonAngus pasture-fed steers. *Anim. Science* **72**:297-308.
- Mullen AM. 2002. 19 - New techniques for analysing raw meat quality. *Meat Processing* 394-416.
- Prieto N, Andres S, Giráldez FJ, Mantecón AR, Lavin P. 2008. Ability of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to estimate physical parameters of adult steers (oxen) and young cattle meat samples. *Meat Science* **79**:692-699.

Resconi VC, Bueno M, Escudero A, Magalhaesa D, Ferreira V, Campo MM. 2018. Ageing and retail display time in raw beef odour according to the degree of lipid oxidation. *Food Chemistry* **242**:288-300.

Sainz RD, De la Torre F, Oltjen JW. 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refeed beef steers. *J. Anim. Science* **73**:2971-2979.

Steinhauserová I, Borilová G. 2015. New Trends Towards More Effective Food Safety Control. *Procedia Food Science* **5**:274-277.

Svaz chovatelů českého strakatého skotu. 2008. Plemeno. CESTR - Svaz chovatelů českého strakatého skotu. Available from <<https://www.cestr.cz/plemeno.html>>.

Therkildsen M, Riis B, Karlsson A, Kristensen L, Ertbjerg P, Purslow PP. 2002b. Compensatory growth response in pigs, muscle protein turn-over and meat texture: effects of restriction/realimentation period. *Anim. Science* **75**:367-377.

Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* **66**:21-32.

Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PP, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science* **78**:343 – 358.

Wood JD, Enser M. 2017. Chapter 20 - Manipulating the Fatty Acid Composition of Meat to Improve Nutritional Value and Meat Quality. *Technology and Nutrition* 501-535.

Nariadení 853/2004/ES. 2004. Špecifické hygienické predpisy pro potraviny živočišného původu. ÚNMZ, EU.

9 Seznam zkratk

CVD – kardiovaskulární choroby

CLA – konjugovaná kyselina linolenová

MK – mastné kyseliny

MUFA – mononenasycené mastné kyseliny

SFA – nasycené mastné kyseliny

PUFA – polynenasycené mastné kyseliny

HACCP – systém kritických kontrolních bodů

GMP – správná hygienická praxe

SEUROPO – systém protučnělosti a zmasilosti

EFSA – evropský úřad pro bezpečnost potravin

VÚŽV – výzkumný ústav živočišné výroby

LSM – čtverec nejmenšího průměru

SEM – standartní chyba

WHC – kapacita zadržování vody

WBSF – smyková síla Warner-Bratzler

10 Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Český strakatý skot. Dostupné také z <<http://www.agropress.cz/ceska-strakacestr/>>

Obrázek č. 2 – Hovězí maso – výroba a průměrná cena zemědělských výrobců. Dostupné také z <<https://www.czso.cz/csu/czso/cris/zemedelstvi-2-ctvrtleti-2018>>

Obrázek č. 3 – Odběr masa z nízkého roštěnce (*longissimus lorum*)

Obrázek č. 4 – Odběr masa z nízkého roštěnce (*longissimus lorum*)

Obrázek č. 5 – Grilování masa na oboustranném kontaktním grilu s přiloženým digitálním kontaktním teploměrem