

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv plemenné příslušnosti na utváření a kvalitu jatečných  
těl u mléčného a masného plemene skotu**

**Bakalářská práce**

**Jiří Šmolík**

**Chov hospodářských zvířat**

**doc. Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D.**

© 2024 ČZU v Praze



## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv plemenné příslušnosti na utváření a kvalitu jatečných těl u mléčného a masného plemene skotu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.4.2024

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Jaroslavu Čítkovi, Ph.D. za vedení, cenné rady a vstřícný přístup při zpracování mé bakalářské práce. Děkuji také Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za její pomoc v laboratoři, která byla nezbytná pro můj výzkum.

Nemohu opomenout poděkovat mé rodině za neustálou podporu a vstřícnost během studií a v poslední řadě všem svým kamarádům.

# Vliv plemenné příslušnosti na utváření a kvalitu jatečných těl u mléčného a masného plemene skotu

## Souhrn

V kontextu globálního zemědělství představuje skot významnou složku produkce, rozdělenou dle užitkových směrů mezi mléčné a masné typy, které se liší hlavně svými specifickými produkčními vlastnostmi. Mléčné plemeno, jakým je holštýnský skot, vyniká svou schopností produkovat velké objemy mléka, zatímco masné plemeno, představováno plemenem charolais, je vysoce ceněno za své mimořádné osvalení, které je synonymem pro výrobu kvalitního masa.

V současné době, kdy je hovězí maso součástí jídelníčku mnohých lidí po celém světě, je nezbytné rozumět jeho složení, a především faktorům ovlivňující jeho kvalitu. Tyto faktory lze rozdělit na vnitřní a vnější. Vnitřní faktory, jako jsou pohlaví, věk a plemeno dobytka, mají markantní vliv na vlastnosti masa. Na druhé straně, vnější faktory, mezi které patří výživa, welfare a podmínky ustájení jsou často považovány za méně zásadní, avšak mají na kvalitu stále významný dopad. Cílem bylo prostřednictvím pečlivé rešerše a experimentálního výzkumu vyhodnotit, jak plemenná příslušnost ovlivňuje nejen kvantitativní aspekty produkce, ale zejména složení a sensorické vlastnosti nízkého roštěnce, které jsou esenciální pro spotřebitelský trh.

Výzkum naznačil pouze minimální rozdíly v chemickém složení mezi plemeny s tím, že holštýnské plemeno vykazovalo průkazně vyšší obsah bílkovin v mase než plemeno charolais. Mezi pohlavím stejného plemene nebyly zjištěny žádné statisticky signifikantní rozdíly v chemickém složení masa. Sensorické hodnocení prokázalo, že maso z holštýnských býků bylo hodnoceno jako šťavnatější, křehčí a celkově přijatelnější oproti masu z charolaiských býků a holštýnských jalovic. Maso z holštýnského skotu tak může být díky své dostupnosti a všestrannosti základem pro mnoho masných výrobků.

Výzkum potvrzuje, že plemenná příslušnost ovlivňuje jak složení masa, tak jeho sensorické ukazatele, což má přímý dopad na spotřebitelské preference a tržní hodnotu masa. Tyto rozdíly jsou diskutovány v kontextu chovatelských strategií a výběru plemen pro specifické produkční cíle. Výzkum přináší cenné poznatky pro producenty masa, které mohou využít při rozhodování o chovu s ohledem na kvalitu masa a tržní požadavky. Práce tak otevírá prostor pro další studie v této oblasti, s potenciálem přispět k rozvoji strategií pro zvýšení kvality masných produktů.

**Klíčová slova:** Výkrm skotu, maso, kvalita masa, plemenná příslušnost

# The effect of breed affiliation on the carcass and meat quality in dairy and beef cattle

## Summary

In the context of global agriculture, cattle represent an important component of production, divided according to their utility between dairy and beef types, which mainly differ in their specific production characteristics. The dairy breed, such as Holstein cattle, is distinguished by its ability to produce large volumes of milk, while the beef breed, represented by the Charolais breed, is highly valued for its exceptional muscling, which is synonymous with the production of quality meat.

Nowadays, when beef is part of the diet of many people around the world, it is essential to understand its composition and above all, the factors affecting its quality. These factors can be divided into internal and external. Internal factors such as sex, age and breed of cattle have a significant influence on the characteristics of the meat. On the other hand, external factors such as nutrition, animal welfare and housing conditions are often considered less important but still have a significant impact on quality. The aim was to evaluate through careful research and experimental research, how breed affiliation influences not only the quantitative aspects of production but especially the composition and sensory characteristics of sirloin, which are essential for the consumer market.

The research indicated only minimal differences in chemical composition between breeds, with the Holstein breed showing a higher protein content in the meat than the Charolais breed with a statistical significance of 0.007. However, no statistically significant differences in meat chemical composition of the meat were found between sexes of the same breed. Sensory evaluation showed that meat from Holstein bulls was rated to be juicier, more tender and generally more acceptable compared to meat from Charolais bulls and Holstein heifers. The availability and versatility of Holstein cattle meat can thus provide the basis for many consumer products.

The research confirms that breed affiliation affects both the composition of the meat and its sensory indicators, which has a direct impact on consumer preferences and the market value of the meat. These differences are discussed in the context of breeding strategies and the selection of breeds for specific production goals. The research provides valuable insights for meat producers to use when making breeding decisions with regard to meat quality and market requirements. The work thus opens the way for further studies in this area, with the potential to contribute to the development of strategies to improve the quality of meat products.

**Keywords:** Cattle fattening, meat, meat quality, breed affiliation

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2 Cíl práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Plemena skotu.....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Holštýnský skot.....	11
3.1.2 Charolaiský skot.....	12
<b>3.2 Maso.....</b>	<b>12</b>
3.2.1 Sval.....	12
3.2.2 Svalová tkáň.....	13
3.2.3 Chemické složení .....	13
3.2.3.1 Voda .....	14
3.2.3.2 Bílkoviny .....	14
3.2.3.3 Tuky .....	16
3.2.3.4 Minerální látky.....	18
3.2.3.5 Vitaminy .....	19
3.2.4 Fyzikální vlastnosti masa .....	20
3.2.4.1 Barva .....	20
3.2.4.2 Vaznost.....	21
3.2.4.3 pH.....	21
3.2.4.4 Textura a křehkost.....	22
3.2.5 Organoleptické vlastnosti .....	23
3.2.5.1 Chuť .....	24
<b>3.3 Faktory ovlivňující kvalitu masa .....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Vnitřní faktory .....	24
3.3.1.1 Pohlaví.....	25
3.3.1.2 Věk .....	25
3.3.1.3 Plemeno .....	26
3.3.2 Vnější faktory .....	27
3.3.2.1 Výživa .....	27
3.3.2.2 Welfare a ustájení.....	28
<b>3.4 Ekonomika produkce hovězího masa .....</b>	<b>29</b>
<b>4 Metodika .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Zvířata .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 Metodika chemické a senzorické analýzy .....</b>	<b>32</b>

4.2.1	Chemická analýza .....	32
4.2.1.1	Stanovení celkového dusíku metodou dle Kjeldahla .....	32
4.2.1.2	Stanovení tuku extrakcí podle Soxhleta .....	33
4.2.1.3	Stanovení vody .....	33
4.2.1.4	Stanovení sušiny a popela .....	33
4.2.2	Senzorická analýza .....	33
4.2.2.1	Příprava vzorků a senzorické hodnocení masa .....	33
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>36</b>
<b>5.1</b>	<b>Chemická analýza.....</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>Vyhodnocení senzorické analýzy .....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>43</b>
<b>6.1</b>	<b>Vliv plemene na chemické složení masa .....</b>	<b>43</b>
<b>6.2</b>	<b>Vliv pohlaví na chemické složení masa .....</b>	<b>43</b>
<b>6.3</b>	<b>Senzorická analýza .....</b>	<b>44</b>
<b>6.4</b>	<b>Omezení studie a doporučení pro další výzkum.....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů .....</b>	<b>60</b>



# 1 Úvod

V současné době, kdy se hovězí maso stává neodmyslitelnou součástí stravy mnoha lidí po celém světě, je důležité porozumět faktorům, které ovlivňují jeho kvalitu. Konzumace hovězího masa je kulturně a gastronomicky zakotvená v mnoha společnostech, přičemž jeho popularita je podmíněna řadou aspektů, včetně chuťových vlastností, nutriční hodnoty a textury. V tomto kontextu se plemenná příslušnost skotu jeví jako klíčový faktor, který výrazně ovlivňuje jak složení, tak kvalitu jatečně upraveného těla. Je známo, že různá plemena skotu, od masných po mléčné typy, se výrazně liší v utváření jatečných těl, což má přímý dopad na výslednou kvalitu hovězího masa dostupného spotřebiteli.

Cílem této práce není pouze popsat rozdíly ve fyzických charakteristikách jatečných těl, ale také pochopit, jak tyto rozdíly mohou ovlivňovat kvalitu produkovaného masa a jeho akceptaci spotřebiteli. Snaha této práce je skrze komplexní literární rešerši a experimentální výzkum odhalit, jak plemenná příslušnost skotu přispívá k širokému spektru kvalitativních vlastností masa, ale také nabídnout cenné informace pro zemědělce a producenty hovězího masa, které mohou využít při rozhodování o skladbě stáda pro chov a dále pro spotřebitele při výběru hovězího masa.

Vzhledem k rostoucímu důrazu na udržitelnost a etiku v produkci potravin je důležité, aby byla výroba hovězího masa co nejefektivnější a zároveň zachovávala nejvyšší možnou kvalitu produktu. Prostřednictvím kombinace teoretických a praktických poznatků se tato práce snaží přispět k lepšímu pochopení faktorů ovlivňujících kvalitu masa a podpořit rozvoj strategií pro optimalizaci produkce masa v souladu se současnými trendy a požadavky trhu. Tato práce tak otevírá dveře k dalším výzkumům v oblasti chovu skotu, výživy zvířat a technologií zpracování masa, které mohou mít značný dopad na zlepšení kvality masných produktů a zároveň na ekonomickou efektivitu chovu skotu.

## 2 Cíl práce

Cílem práce je vytvoření literární rešerše popisující rozdíly utváření jatečných těl u vybraných masných a mléčných plemen a faktory, které je ovlivňují. Experimentálním cílem práce bude vyhodnotit rozdíly ve složení a kvalitě nízkého roštěnce u holštýnských a charolaiských býků.

Hypotéza:

Plemenná příslušnost má vliv na složení jatečných těl a kvalitu masných partií.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Plemena skotu

Termín plemeno má historické kořeny sahající několik staletí zpět a označuje skupinu zvířat jednoho druhu, která se odlišuje na základě specifických charakteristik, jako jsou morfologie, chování a užitkovost. Tyto skupiny jsou definovány svým geografickým rozšířením a genetickými vlastnostmi, jež jsou schopny přenášet se na své potomstvo, tvořící základ pro uznání plemene podle legislativy (Sambraus 2006; § 1 zákona č. 154/2000 Sb. plemenářský zákon).

V České republice je chov skotu převážně soustředěn na produkci mléka, přičemž nejvíce zastoupená jsou plemena jako holštýnský a český strakatý skot. Naopak plemena určena na produkci masa, jako charolais a aberdeen-angus tvoří menší část chovaných zvířat. Odvětví chovu skotu se rozděluje v zásadě na plemena mléčná, masná a kombinovaná, odráží rozdílné chovatelské strategie (Sambraus 2006; Bouška 2006). Ke konci června 2022 bylo v ČR registrováno 1 454 714 kusů skotu, z čehož 587 859 tvořily krávy. Z tohoto podílu bylo 358 255 krav dojných, zatímco 229 604 kusů tvořily krávy bez tržní produkce mléka (Hudetzová 2022).

Na celém světě se chová více než 300 plemen skotu. Některé druhy skotu jsou primárně určeny k produkci mléka, zatímco jiné se chovají na produkci masa. Proto dochází k rozdělení do kategorií masných, mléčných a kombinovaných plemen. Tato skutečnost odráží rozsáhlou genetickou diverzitu a schopnost adaptace skotu na různorodé chovné a tržní podmínky (Bouška 2006).

Statistiky z České republiky z roku 2021 ukazují, že celkový počet krav byl téměř stabilní, přičemž dojené krávy tvořily 60,1 % celkového počtu, zatímco krávy bez tržní produkce mléka dosahovaly 39,9 %. To demonstruje významný podíl mléčného dobytka v celkové struktuře chovu skotu v zemi (Ministerstvo zemědělství 2022).

#### 3.1.1 Holštýnský skot

Jak uvádí Bouška (2006), holštýnský skot je nejrozšířenější světové dojené plemeno, které nemá nyní konkurenci v produkci mléka a nahrazuje tím pádem méně výkonná dojná plemena po celém světě. Je chované původně od Fríska, přes Šlevicko-Holštýnsko až po Jutsko a bylo šlechtěno na funkční mléčný užitkový typ většího tělesného rámce a ušlechtilosti.

Holštýnský skot se vyznačuje robustním tělesným rámce a nízkým stupněm osvalení. Krávy by měly dosahovat kohoutkové výšky až 148 cm a dosahovat živé hmotnosti až 700 kg. Býci by pak měli mít výšku kolem 165 cm a živou hmotnost až 1200 kg. Díky větším tělesným rozměrům nalezne holštýnský skot využití i při jatečném opracování (Sambraus 2006).

Masná užitkovost holštýnského skotu, ve srovnání s plemeny zaměřenými na kombinovanou produkci, není tak vysoká. Ačkoliv růstová intenzita mladého skotu tohoto plemene je srovnatelná, podíl kvalitních částí těla vhodných pro jatečné zpracování a celková jatečná výtěžnost jsou nižší (Bouška 2006). Jatečná výtěžnost u holštýnského skotu je

proměnlivá a ovlivněná mnoha faktory, přičemž hodnoty výtěžnosti okolo 50 % nebo mírně vyšší odpovídají běžným očekáváním pro mléčná plemena, jak podotýkají (Carey 2020; Pogorzelska-Przybyłek et al. 2018). Naproti tomu masná plemena hovězího dobytka vykazují průměrnou výtěžnost jatečně opracovaného těla kolem 60 % (Kayar & İnal 2022).

### 3.1.2 Charolaiský skot

Plemeno Charolais má své kořeny v oblasti Centrálního masivu ve Francii, která je známá svými bohatými pastvinami a vápencovým podložím. První intenzivnější šlechtění tohoto plemene začalo na počátku 19. století (Herrmann 2010). Charolais náleží mezi nejvíce rozšířená masná plemena na světě. V současné době se chová v 70 zemích po celém světě, zahrnujících všechny kontinenty. V rámci Evropy je toto plemeno nejpočetněji zastoupeno mezi masnými plemeny vůbec (Zahrádková 2009). V USA a v Kanadě byla vyšlechtěna populace geneticky bezrohých jedinců s poněkud jemnější kostrou. V České republice se chovají obě formy, jak rohatá, tak bezrohá (Herrmann 2010).

Jedná se o plemeno velkého tělesného rámce s mohutnou a silnou kostrou. Dospělý býk obvykle dosahuje výšky kolem 155 cm a váží často více než 1,5 tuny. (Herrmann 2010). Dospělé krávy dosahují hmotnosti až 750 kg nebo i více. Zbarvení je jednotně bílé až smetanové bez jakýchkoli skvrn. Plemeno charolais se obecně vyznačuje vysokou intenzitou růstu do vyšších porážkových hmotností, velmi dobrým osvalením a nízkým podílem tuku v jatečném těle (Zahrádková 2009).

Zvířata tohoto plemene jsou obvykle později jatečně zralá ve srovnání s jinými plemeny a jsou proto vhodná pro výkrm do vyšších hmotností. Jateční výtěžnost výkrmových býků dosahuje 62 % a tato plemena jsou také známá svou znamenitou konverzí krmiva. Problém často nacházíme u prvotetek, které mají sklon k těžkým porodům kvůli tělesným predispozicím (Sambraus 2006).

## 3.2 Maso

Maso obecně označuje všechny části těl živočichů, včetně domácích kopytníků, drůbeže, zajícovců, divoké zvěře, chovné zvěře, malé divoké zvěře a velké divoké zvěře, a to včetně ryb, buď v čerstvém nebo zpracovaném stavu, které jsou vhodné pro lidskou stravu (Ingr 2003; Lautenschlaeger & Upmann 2017). V souladu s touto definicí zahrnuje maso nejen kosterní svalovinu, včetně vmezeřeného tuku, cév, nervů, vazivových a jiných částí, ale též živočišné tuky, krev, droby, kůži a kosti – pokud jsou konzumovány, a dokonce i masné výrobky. Nicméně v užším slova smyslu se termín maso omezuje pouze na kosterní svalovinu (Kadlec et al. 2009). Definice slova maso také zahrnuje kosterní svalovou tkáň zvířat, jež prošla jateční úpravou. Může být vnímána buď jako samotná svalová tkáň, nebo jako svalová tkáň obsahující vmezeřený tuk, cévy, nervy a vazivové části. (Hocquette et al. 2012).

### 3.2.1 Sval

Sval představuje základní jednotku svalstva jak z hlediska tvaru, tak funkce. Jeho primární složkou je kontraktilní, příčně pruhovaná svalová tkáň, doplněná o vazivo, cévy

a nervy. Centrální a masitá část svalu, označovaná také jako svalové břicho, je typicky širší a má charakteristickou červenou barvu. Naopak koncové části svalu bývají obvykle užší a mají světlejší odstín. Masitou část s kostrou spojují svalové šlachy, které umožňují přenos síly a pohyb (Marvan 2007).

Svalové vlákno představuje základní jednotku svalové tkáně (Su 2013). Jeho šířka se obvykle pohybuje v rozmezí od 10 do 100 mikrometrů, zatímco délka je variabilní, sahající od několika mikrometrů až po několik centimetrů (Trojan 2003). Histologicky jsou tato vlákna charakterizována jako velké buňky, někdy označované jako soubuní, která vznikají spojením mnoha menších buněk, nazývaných myoblasty, během embryonálního vývoje (Alberts et al. 2014). Pro postnatální růst svalových vláken je typické zvětšení jejich velikosti s věkem. Jejich povrch obklopuje plazmatická membrána známá jako sarkolema. Vnitřní objem sarkolemy je pak obsazen vláčeky, nazývanými myofibrily, které tvoří hustě uspořádanou síť, známou jako myofilamenty, složené z bílkovin. Tlusté myofilamenty obsahují molekuly myozinu, zatímco tenké myofilamenty se skládají z molekul aktinu, tropomyozinu a tří typů troponinů (T, I a C), které regulují svalovou kontrakci (Listrat et al. 2015).

### **3.2.2 Svalová tkáň**

Svalová tkáň neboli svalovina se dělí na hladkou, příčně pruhovanou (kosterní) a svalovinu srdce (myokard) (Du & McCormick 2009). Pojivová tkáň, která podpírá svaly, se pak dělí na endomysium, epimysium a perimysium. Endomysium obklopuje každé svalové vlákno, perimysium obklopuje svalový snopec a epimysium obklopuje celý sval. Hlavními složkami pojivové tkáně jsou elastin a kolagen (Lawrie & Ledward 2006).

Myofibrily představují vysoce organizované jednotky, jejichž válcovité struktury jsou tvořené opakujícími se jednotkami nazývanými sarkomery. Tvorbu myofibril zajišťuje více než 65 bílkovin, které jsou stěžejní pro proces kontrakce. Struktura sarkomer definuje charakteristický příčně pruhovaný vzhled svalové buňky (Kameník et al. 2014).

Svalová vlákna vytváří v rozmezí 75 až 90 % objemu svalu a jsou obvykle klasifikována podle svých kontraktálních a metabolických vlastností. Zbývající procenta generují tuková a pojivová tkáň (Listrat et al. 2015). U skotu mají vlastnosti svalových vláken významný dopad na kvalitu masa. (Picard et al. 2002).

### **3.2.3 Chemické složení**

Chemické složení masa představuje významnou jakostní charakteristiku, ze které jsou odvozeny mnohé klíčové vlastnosti masa. Tato charakteristika ovlivňuje senzorycké a technologické vlastnosti, nutriční hodnotu, kulinární možnosti, mezi dalšími faktory (Ingr 2003).

Obvykle svalová tkáň obsahuje přibližně 75 % vody, 20 % bílkovin, 3 % tuku a 2 % látek, které nejsou bílkovinné povahy a zároveň jsou rozpustné (Tornberg 2005). Z těchto 2 % rozpustných nebílkovinných látek připadá 3 % na minerály a vitamíny, 45 % na dusíkaté nebílkovinné látky a 34 % na sacharidy a jejich metabolity, neorganické sloučeniny pak tvoří 18 % (Kameník 2014).

Jatečně zpracovaná těla zvířat prokazují velkou variabilitu v obsahu svaloviny, tukových tkání a kostí, která je ovlivněna mnoha proměnnými, jako jsou druh zvířete, plemeno, pohlaví, věk, výživový stav a další. Z tohoto důvodu se nejčastěji hodnotí a uvádí chemické složení libové svaloviny. Obsah sacharidů v mase je poměrně nízký, a proto jsou zařazeny do kategorie bezdusíkatých extraktivních látek (Ingr 2003).

### 3.2.3.1 Voda

Voda v potravinách zastupuje nepostradatelnou roli jako reakční prostředí a výrazně ovlivňuje jejich sensorické vlastnosti. Obsah vody v mase se liší podle anatomického původu, druhu, plemene, stáří, krmení a životních podmínek zvířat, ale typicky se pohybuje mezi 46 až 78 %. V libové svalovině je obsah vody obvykle mezi 72-75 % a to z ní činí nejvíce zastoupenou složku (Den Hertog-Meischke et al. 1997; Kameník et al. 2014).

V mase existují dvě formy výskytu vody. Voda strukturální, známá též jako vázaná voda, je obsažena uvnitř globulárních proteinů a váže se prostřednictvím vodíkových iontů (Tornberg 2013). Tato forma vody, známá také jako voda imobilizovaná, je kvantitativně minimální, téměř nepohyblivá a odolná proti technologickému zpracování. Odhaduje se, že se na 1 g bílkovin váže přibližně 0,5 g vody (Huff-Lonergan 2009).

Největší podíl vody v mase tvoří volná voda udržována pomocí kapilárních sil a je známá jako mobilní, mohoucí se volně pohybovat svalem (Huff-Lonergan 2009; Offer et al. 1989; Tornberg 2013) Technologickým zpracováním lze ovlivnit množství mobilní vody a snaha zpracovatelů je udržet její co největší množství uvnitř masa (Huff-Lonergan 2009).

Většina vody je vázána uvnitř myofibril v prostoru mezi tlustými a tenkými filamenti. Ztráty vody mohou nastat v důsledku smršťování filament během rigor mortis nebo vlivem tepelného zpracování masa (Offer 1983).

Obsah vody má zásadní vliv na formování křehkosti a šťavnatosti masa (Boler & Woerner 2017). Kromě toho, schopnost masa zadržovat vodu a jeho vaznost jsou sledovanými vlastnostmi, které významně ovlivňují jeho kvalitu (Den Hertog-Meischke et al. 1997).

Složení masa telecího, mladých býků, jalovic a volů obvykle vykazuje vyšší podíl vody a nižší obsah tuků ve srovnání s masem zralých zvířat. Zatímco mramorované maso z japonského skotu Wagyu a korejského skotu Hanwoo je charakterizováno výraznějším množstvím intramuskulárního tuku, vykazuje nižší obsah vody ve srovnání s ostatními plemeny. Naopak belgický modrobílý skot je pozorován s vyšším obsahem bílkovin a vody než ostatní plemena (Li 2017).

### 3.2.3.2 Bílkoviny

Bílkoviny, spolu se sacharidy a tuky, jsou nezbytné stavební kameny lidské výživy a zastávají roli všech biologických procesů v buňkách a tkáních. Jsou nejdůležitějšími makroživinami a zdrojem dusíku pro heterotrofní organismy (Zeece 2020; Kohout et al. 2021). Vzhledem k jejich vysokému obsahu jsou bílkoviny nejvýznamnější složkou masa, jak z nutričního, tak technologického hlediska (Steinhauser et al. 1995).

Bílkoviny tvoří základní živiny, obsahující kyslík, vodík, uhlík, dusík a příležitostně i síru a jsou složeny z aminokyselin, které se rozdělují na esenciální a neesenciální (Zeece 2020; Feiner 2006). Plnohodnotné bílkoviny zahrnují všechny esenciální aminokyseliny a jsou nezbytné pro lidský organismus, jelikož si je organismus nedokáže syntetizovat, zatímco neesenciální aminokyseliny jsou produkty vlastní syntézy v lidském těle (Feiner 2006; Li 2017). Zároveň jsou různorodé a záleží na spojení 20 aminokyselin do polypeptidového řetězce, ze kterých vznikne jedna molekula. Volné aminokyseliny se v potravinách vyskytují ve stopovém množství a do jisté míry mohou ovlivňovat sensorickou kvalitu (Zeece 2020). Ve struktuře bílkovin hovězího masa množství esenciálních aminokyselin dosahuje hodnoty 40 % (Cockram 2017).

Maso obsahuje bílkoviny, které jsou snadno stravitelné a poskytují esenciální aminokyseliny, nezbytné pro stavbu tkání, včetně svalové hmoty (Bax et al. 2013). V rámci libového masa, ať už se jedná o maso vepřové, hovězí nebo drůbeží, se typicky nachází přibližně 20 až 23 % bílkovin, i přes drobné variace (Kameník 2014). U hovězího masa je například běžné, že obsah kolísá mezi 20 a 24 g bílkovin na 100 g masa (Markus et al. 2011).

#### 3.2.3.2.1 Dělení dle tvarů, funkcí a vlastností

Bílkoviny se klasifikují podle funkcí, tvarů a fyzikálně-chemických vlastností. Tyto kategorie utváří enzymy a katalytické proteiny, regulační nebo hormonální bílkoviny, funkční bílkoviny, proteiny účastníci se genetických procesů, imunoglobuliny a protilátky, transportní bílkoviny, kontraktilní bílkoviny, proteinové receptory a zásobní proteiny (Zeece 2020).

Bílkoviny se dále kategorizují dle svého tvaru do různých skupin. První skupinou jsou vláknité bílkoviny. Tyto druhy bílkovin se charakterizují svým dlouhým nitkovitým tvarem, často skládaným z výrazných šroubovicových pramenů. Elastin a kolagen jsou příklady vláknitých bílkovin, jež jsou typicky nerozpustné ve vodě. Naproti tomu stojí globulární proteiny mající kulovitý či oválný tvar, a schopné rozpustit se ve vodním roztoku (Steinhauser et al. 1995; Pollock 2007).

Bílkoviny jsou roztrženy i podle svých fyzikálně-chemických vlastností. Některé typy bílkovin jsou označovány jako jednoduché. Součástí této kategorie jsou například globuliny, kolagen nebo histony. Oproti nim zde nalezneme také konjugované varianty bílkovin. Do těchto kategorií spadají mukoproteiny, nukleohistony a lipoproteiny (Pollock 2007).

Organizace aminokyselin v řetězci je důležitá pro formování struktury proteinů a každý typ struktury má zásadní vliv na jejich funkčnost. Rozlišujeme čtveřici základních typů struktury, které zahrnují primární, sekundární, terciární a kvartérní uspořádání (Velíšek 1999).

#### 3.2.3.2.2 Dělení dle rozpustnosti

V masném průmyslu je žádoucí klasifikovat bílkoviny v mase i do skupin dle rozpustnosti ve vodě a solných roztocích, které souvisejí s jejich umístěním v různých strukturách svalů (Steinhauser et al. 1995). Do těchto kategorií spadají sarkoplazmatické, myofibrilární a stromatické bílkoviny (Steinhauser 2000).

### 3.2.3.2.1 Sarkoplazmatické bílkoviny

Proteiny lokalizované v sarkoplazmě se vyznačují schopností rozpouštět se ve vodě a mírně koncentrovaných solných roztocích (Kadlec et al. 2009). Mezi ně patří specificky hemoglobin a myoglobin, které se řadí mezi hemové pigmenty a jsou zásadní pro udělení červené barvy krve a masa (Markus et al. 2011). Z kategorie sarkoplazmatických bílkovin patří mezi nejvýznamnější zástupce hemová barviva, hemoglobin a myoglobin (Kadlec et al. 2009). Myoglobin funguje jako svalové barvivo a je zásobárnou kyslíku ve svalu. Hemoglobin ve svalu obvykle nalezneme v případě nedostatečného nebo špatného vykrvení zvířete (Steinhauser 2000).

### 3.2.3.2.2 Stromatické bílkoviny

Stromatické bílkoviny, přítomné v pojivových tkáních, jsou odolné vůči lehčí kulinární úpravě a nerozpouštějí se ani ve vodě, ani v solných roztocích (Kadlec et al. 2009). Hlavními reprezentanty jsou kolagen, elastin a keratiny. Tyto bílkoviny jsou charakteristické svou pevností, tuhostí, ačkoli jsou mírně pružné, a čistě bílou barvou. Jsou lokalizovány převážně v pojivových tkáních, jako jsou vazy, šlachy a chrupavky (Velíšek 2002; Pipek 1998). Běžně se uvádí, že stromatických bílkovin v masě je typicky mezi 10 % až 15 % (Tornberg 2005).

Kolagen je považován za nejvýznamnějšího zástupce z těchto bílkovin. Jeho specifčnost spočívá v obsahu aminokyselin, který je odlišný od ostatních představitelů (Kadlec et al. 2009). Při zahřívání nad teplotu 60 °C dochází k ohýbání a deformaci vláken masa, vedoucí ke zkrácení jejich délky. Při zahřívání nad 65 °C se kolagen transformuje na želatinu (Pipek 1998).

V hovězím masě se vyskytuje pouze minimální množství elastinu, které obvykle představuje méně než 1 % z celkové sušiny (Lepetit 2008).

### 3.2.3.3 Tuky

Tuky, základní makroživiny v lidské výživě, plní v organismu mnoho funkcí, včetně termomechanické ochrany a skladování energie. Jsou také zásadním rozpouštěcím médiem vitamínů A, D, E, a K, což podtrhuje jejich důležitost pro správnou výživu (Kohout et al. 2021; Wood et al. 2008). Lipidy, které zahrnují tuky, oleje, vosky a další příbuzné sloučeniny, se vyznačují vysokou energetickou hodnotou a obsahem esenciálních mastných kyselin, jako jsou linolová a arachidonová kyselina (Murray 2002).

Variabilita v obsahu tuku v masu je výraznější než u bílkovin. I vizuálně libové maso obsahuje tuk, který přispívá k jeho šťavnatosti, chuti a křehkosti, zejména u hovězího masa. Tato skutečnost ovlivňuje spotřebitelské preference, které se v posledních letech posunuly směrem k libovějšímu masu (Kameník et al. 2014; McNeill et al. 2012).

Chemické složení tuku se liší v závislosti na druhu zvířete a jeho krmivu s přímým dopadem na kvalitu masa. Například skot má nižší obsah kyseliny linolové ve srovnání s prasaty. Dále, vepřové sádlo díky odlišnému metabolickému procesu mastných kyselin vykazuje příznivější poměr nenasycených a nasycených mastných kyselin oproti hovězímu loji,



ovlivňující senzorycké vlastnosti masa, zejména jeho texturu a tuhost v závislosti na bodu tání jednotlivých mastných kyselin ve triacylglycerolech (Wood et al. 2008; Kameník et al. 2014).

Lipidy masa, s dominantním zastoupením triacylglycerolů (téměř 99 %), včetně menšího množství heterolipidů a cholesterolu, představují základní roli v nutričních a senzoryckých hodnotách masa. Obsah cholesterolu, stejně jako v svalovině, tak i v tukové tkáni, je předmětem kritického hodnocení z hlediska zdravotního rizika, s rozdíly mezi druhy masa (Ingr 1996; Pennington 1989).

Genetické faktory, věk, plemenná příslušnost a způsob výživy mají hlavní vliv na kvalitativní parametry a hladinu tuku v organismu. Množství, složení a rozložení tukové tkáně patří k nejvýraznějším rozdílům mezi plemeny, přičemž vyšší hladina intramuskulárního tuku je spojena s dřívějším věkem dospělosti. Obsah nasycených mastných kyselin v mase je obvykle pod 50 %, zatímco obsah nenasycených mastných kyselin může dosahovat až 70 %. Tuk má zásadní význam na nutriční hodnotu masa (Ahmed et al. 2018; Bonny et al. 2016; Sevane et al. 2014; Wood et al. 2008).

#### 3.2.3.3.1 Dělení tuků

Lipidy můžeme rozčlenit do dvou základních kategorií. Na neutrální tuky, zvláště triacylglyceroly, které tělu poskytují energetickou zásobárnu, a na fosfolipidy, nezbytné pro strukturu a integritu buněčných obalů. Triacylglyceroly, typicky se vyskytující v podkožním tuku a tuku chránícím orgány, jsou složeny z glycerolu vázaného s mastnými kyselinami. Fosfolipidy se odlišují tím, že jsou kritické pro tukovou složku ve svalech, která má význam pro aroma masa, a skládají se z glycerolu, dvou mastných kyselin a fosfatové skupiny, která může být kombinována s různými dalšími molekulami, jako je například serin nebo cholin, přičemž každá z těchto složek přispívá k unikátním vlastnostem fosfolipidů (L. Nelson & M. Cox 2004; Wood et al. 2004). Tyto skupiny doplňují prekursory a odvozené lipidy, včetně mastných kyselin, steroidů a vitamínů rozpustných v tucích. Cholesterol, ačkoliv je minoritní složkou, je významný z hlediska rizika kardiovaskulárních onemocnění (Murray 2002; Wood et al. 2004).

Mastné kyseliny v hovězím mase, zejména kyselina olejová, palmitová a stearová, jsou důležité pro jeho nutriční hodnotu. Rozlišujeme nasycené mastné kyseliny, které neobsahují dvojně vazby, a nenasycené, s jednou nebo více dvojnými vazbami, přičemž nenasycené kyseliny, jako je kyselina palmitová, tvořící důležitou roli v lidském zdraví. Fosfolipidy, obsahující mastné kyseliny s dlouhými řetězci, mají vyšší náchylnost k oxidaci, která může negativně ovlivňovat kvalitu masa (Wood et al. 2004).

#### 3.2.3.3.2 Typy tuků

Tuk v těle se ukládá na různých místech, přičemž podkožní tuk představuje přibližně 60 až 70 % celkového množství tělesného tuku, mezsvalový tuk zaujímá 20 až 35 %, a perirenální tuk představuje kolem 5 % (Monziols et al. 2005). Rozložení tuku však není rovnoměrné, malá část se nachází přímo uvnitř svalů jako intramuskulární tuk, který je klíčový pro chuť a křehkost masa. Tento tuk, zejména jeho intercelulární část uložená mezi svalovými vlákny ve formě

žilek, vytváří tzv. mramorování masa a přispívá k jeho organoleptické kvalitě (Steinhauser 2000).

#### 3.2.3.3.2.1 Intramuskulární tuk

Množství intramuskulárního tuku se liší u různých druhů zvířat, plemen i svalch. Jeho množství je zároveň ovlivněno faktory, jakými jsou pohlaví, věk zvířete a krmení. Množství intramuskulárního tuku se s věkem zvířete zvyšuje, zejména po dokončení hlavních fází růstu svalů. Toto zjištění naznačuje, že věk má vedoucí postavení v ovlivňování mramorování a celkovou kvalitu masa (Hocquette et al. 2010; Joo et al. 2013). Zvířata s dominantním svalstvem obvykle projevují snížený obsah intramuskulárního tuku, odhalující plemenně specifické rozdíly v množství a struktuře tohoto tuku (Hocquette et al. 2010).

Maso s vyvinutým mramorováním je ceněno pro svou křehkost a výraznou chuť, přičemž mramorování je zvláště důležité u kvalitního hovězího masa, neboť lipidy v mase obsahují cenné nenasycené mastné kyseliny (Kadlec 2002). Intramuskulární tuk uložený mezi svalovými vlákny se skládá z tukových buněk zvaných adipocyty, které se shlukují, zvětšují a jejich počet se zvyšuje. Tento proces mramorování masa zvyšuje jeho šťavnatost a křehkost, přičemž spotřebitelé často považují mramorování za znak vyšší kvality masa (Troy et al. 2016).

System hodnocení kvality masa se v současné době zaměřuje především na obsah intramuskulárního tuku a mramorování, přičemž mramorování je vizuálně hodnoceno jako skóre a intramuskulární tuk je chemicky měřený obsah tuku, včetně membránových lipidů (Warner et al. 2010). Mramorování, výraz používaný hlavně v produkci hovězího masa, zahrnuje viditelné bílé skvrny nebo pruhy tuku mezi svazky svalových vláken. Mikroskopické pozorování odhaluje tukové buňky zakotvené v pojivové tkáni, které se shlukují do větších útvarů, čímž ovlivňují chuť a mají fyziologickou úlohu u hovězího dobytka (Harper & Pethick 2004; Blumer 1963).

#### 3.2.3.4 Minerální látky

Rozmanitost minerálního složení v mase se liší napříč různými druhy. To je dáno řadou faktorů včetně plemene, věku, pohlaví, diety, managementu hospodářství a environmentálních podmínek, stejně jako typem svaloviny a metodou přípravy pokrmu (Ramos et al. 2012; Schönfeldt et al. 2015; Czerwonka & Szterk 2015).

Steinhauser et al. (1995) uvádějí, že minerální složky sestávají přibližně 1 % celkové hmotnosti masa, přičemž termín minerální látky obecně zahrnuje všechny elementy, jež zůstávají jako reziduum po spálení masa do popela. Analýza popela z čerstvého libového hovězího masa odhaluje přítomnost klíčových minerálů jako jsou draslík, sodík, fosfor, hořčík, zinek, vápník a železo (přibližně 3 mg na 100 g), spolu s dalšími mikroelementy (Young et al. 2013). Ačkoliv terminologie minerální látky a popel není identická, oba pojmy lze interpretovat jako vzájemně související (Steinhauser et al. 1995). Maso se vyznačuje vyšší biologickou dostupností minerálů v porovnání s potravinami rostlinného původu, přičemž konkrétní minerální profil masa je ovlivněn řadou proměnných, včetně věku a pohlaví zvířete, specifické části masa a metod jeho zpracování. Fosfor a draslík jsou identifikovány jako dominantní

makroelementy ve svalové tkáni, zatímco zinek, železo, měď, mangan a selen představují zásadní mikroelementy (Ortega-Barrales & Fernández-de Córdova 2015).

Maso je stěžejním zdrojem některých esenciálních mikronutrientů, zejména zinku a železa, přičemž poskytuje významné množství mědi (Lombardi-Boccia et al. 2005). Neexistuje žádná jiná potravinová skupina, která by nabízela srovnatelnou úroveň vstřebatelnosti železa, jako je tomu u masa, ačkoliv tepelná úprava masa může redukovat absorpci železa (Worthington-Roberts et al. 1988). Hovězí maso je rovněž významným zdrojem selenu

s vysokou biologickou dostupností (Steinhauser et al. 1995).

Podle Pipka a Jirotkové (2001) minerální látky plní specifické funkce jak v metabolických procesech, tak v kontextu technologického zpracování. Hořčík jako esenciální minerál hraje významnou roli v aktivaci ATPasy a různých enzymů sacharidového metabolismu, přičemž je ústřední pro funkci svalů a nervů, imunitní systém a zdraví kostí (Orchard et al. 2014). Vápník a hořčík, stejně jako jiné polyvalentní kationty, jsou zásadní pro strukturní integritu masa a masných produktů, i když maso není primárním zdrojem vápníku, významně přispívá k jeho celkovému příjmu (Kadlec et al. 2009).

### 3.2.3.5 Vitaminy

Vitamíny představují základ pro zdraví a prevenci chorob, jelikož hrají mnoho rozličných a důležitých rolí v těle (Semba 2012).

#### 3.2.3.5.1 Vitaminy skupiny B

Hovězí maso představuje významný zdroj několika vitaminů skupiny B, včetně vitamínu B1 (thiaminu), B2 (riboflavinu), niacinu (včetně niacinamidu) a B6 (pyridoxinu) (Gregory & Feldstein 1985). Kromě toho maso pokrývá téměř jednu čtvrtinu celkového příjmu thiaminu a riboflavinu, přibližně 44 % niacinu (kyseliny nikotinové a nikotinamidu), více než 40 % vitamínu B a zhruba 70 % vitamínu B<sub>12</sub> (Windham et al. 1990). Je důležité podotknout, že vitamin B<sub>12</sub> (kobalamin) se nachází výhradně v živočišných potravinách (Steinhauser et al. 1995).

Při tepelné úpravě masa dochází k úbytku některých cenných vitaminů. Mezi vitaminy skupiny B je pravděpodobně nejstabilnější niacin, který je relativně odolný při vaření, sterilaci konzerv a sušení. Riboflavin je též poměrně stabilní během těchto procesů, avšak při vaření masa se část riboflavinu přenáší do vody (Kameník et al. 2014).

Hodnoty nejvyšších hladin vitamínu B<sub>2</sub> se pohybují kolem 0,3 mg/100 g. Například, ve 100 g hovězího masa je obsaženo přibližně 0,2 mg B<sub>2</sub>. Obsah vitamínu B<sub>12</sub> se pohybuje kolem 1,4 mg/100 g a u vitamínu B<sub>1</sub> je to přibližně 0,1 mg/100 g (Miciński et al. 2012).

#### 3.2.3.5.2 Lipofilní vitaminy

V tukové tkáni a játrech jsou lokalizovány lipofilní vitaminy jako je A, D a E. Vitamin C se v těchto tkáních vyskytuje v zanedbatelných množstvích, přičemž vyšší obsah tohoto vitamínu nalezneme pouze v játrech a čerstvé krvi. Vnitřní orgány obsahují podstatně vyšší

množství vitaminů ve srovnání se svalovinou. Tyto rozdíly se projevují i mezi různými druhy zvířat, zejména mezi přežvýkavci a monogastrickými zvířaty (Steinhauser et al. 1995).

Vitamin E, známý též jako tokoferol, efektivně rozpouští lipidy, předchází jejich oxidaci a chrání buněčné membrány před poškozením v důsledku oxidace. Tento antioxidant rovněž potlačuje tvorbu volných radikálů (Morrissey et al. 1994). Přidávání tokoferolu do krmiva pro skot vedoucí ke zvýšenému množství v masu se v současnosti stává standardním postupem. Vitamin E má totiž zásadní význam pro zachování barvy syrového masa (Young et al. 2012).

### 3.2.4 Fyzikální vlastnosti masa

Fyzikální vlastnosti masa zahrnují různé kvalitativní znaky, které se měří a hodnotí pomocí fyzikálních metod. Tyto vlastnosti jsou do jisté míry závislé na chemickém složení masa a zároveň významně ovlivňují jeho smyslové, technologické a výživové charakteristiky (Ingr 1996).

U hovězího masa, a i jiných druhů masa existují výrazné variace v barvě, křehkosti a schopnosti udržet vodu. Tato kvalitativní kritéria mají zásadní význam, protože ovlivňují vizuální atraktivitu a sensorickou přijatelnost masa. Z ekonomické perspektivy představují tyto charakteristiky rovněž základ, neboť nežádoucí změny v barvě a ztráty hmotnosti produktu mohou způsobit ekonomické ztráty v tomto odvětví (Hughes et al. 2014).

#### 3.2.4.1 Barva

Barva masa a masných výrobků je komplexním tématem, zahrnujícím plemeno zvířat, předporážkové a porážkové podmínky, a mnoho faktorů souvisejících se zpracováním masa, balením, distribucí, skladováním a konečnou přípravou ke konzumaci (Mancini & Hunt 2005). Barva je zásadním faktorem, protože je prvním dojmem, který působí na spotřebitele, a často funguje jako rozhodující kritérium pro koupě produktu (Guerrero-Legarreta 2010).

Barva masa odráží věk zvířete, jeho výživu, podmínky, ve kterých bylo chováno, a jak probíhalo zrání masa. S přibývajícím věkem se barva masa mění z červené na tmavě červenou (Kończak 2008). Zbarvení masa vzniká oxidací železa obsaženého v myoglobinu, které je společným prvkem pro obě formy masa – červené i bílé (Livingston & Brown 1982). Rozdíl mezi bílým a červeným masem spočívá především v koncentraci železa, vázaného v molekulách myoglobinu. Čím více železa obsahuje konkrétní svalovina, tím výrazněji je červeně zbarvena (Keeton & Dikeman 2017). Typ svalového vlákna je klíčovým faktorem ovlivňujícím rychlost zbarvení hovězího masa při expozici kyslíku tvořící významnou část odchylek ve stabilitě barvy (Hood 1980).

Rozdíly v obsahu myoglobinu ve svalových vláknech typu I a IIA jsou spojeny s variacemi v barvě masa. Oxidace myoglobinu během skladování může vést k tmavnutí masa a oxidace s vysokým podílem vláken typu I může zhoršit stabilitu červené barvy, vytvářející nahnědlý odstín (Listrat et al. 2015). Plemeno belgické modrobílé se vyznačuje výrazně vyšším zastoupením svalových vláken typu IIB a přesně to je důvodem pro nejsvětější barvu masa ve srovnání s ostatními plemeny (Wegner et al. 2000).

Spotřeba kyslíku je nepřímou úměrnou rychlosti změny barvy. Hovězí maso, s nejnižší spotřebou kyslíku, vykazuje nejlepší barevnou stabilitu mezi různými druhy masa (Atkinson & Folett 1973). Faktory ovlivňující rychlost změny barvy a akumulaci metmyoglobinu u hovězího masa zahrnují rychlost difúze a spotřeby kyslíku, autooxidaci pigmentu v přítomnosti kyslíku a rychlost redukční aktivity methemoglobinu. Vyšší podíl svalových vláken typu I koreluje s vyšší koncentrací mitochondrií a mohou ovlivnit hloubku jasně červené vrstvy oxy-myoglobinu po vystavení působení kyslíku (Klont et al. 1998).

#### 3.2.4.2 Vaznost

Vodní kapacita (WHC) hraje klíčovou roli v kvalitě masa nejen z hlediska vizuální a sensorické přijatelnosti, ale také ekonomické efektivity. Tato schopnost ovlivňuje nejen strukturu svaloviny, ale i sensorické vlastnosti masa (Hughes et al. 2014).

Definice vodní kapacity neboli WHC, spočívá v schopnosti čerstvého masa udržet vodu při různých manipulacích, od porcování po vaření (Pearce et al. 2011). Různé ztráty vody, jako odkapávání, či exsudát, mají významný vliv na výslednou sensorickou kvalitu masa a mohou ovlivnit výnos produktu (Suman 2012). Tepelná úprava například způsobí ztráty hmotnosti masa z hřbetního svalu při vaření z holštýnského skotu až o 38 % a ztráta u svalu kýty je až 40 % (Szałkowska & Modzelewska-Kapituła 2017).

Vaznost masa má značný dopad na ekonomiku výroby, ztráty vody při zpracování a tepelném opracování. Různé faktory, jako složení masa, stupeň rozmělnění, teplota, pH a obsah solí, mohou ovlivnit tuto vlastnost (Pipek a Jirotková 2001). Kapacita zadržování vody je předním faktorem ovlivňujícím jakost masných výrobků. Sůl hraje roli ve zvyšování této schopnosti extrakcí bílkovin rozpustných ve slanečném prostředí (Huffman et al. 1981).

Voda ve svalovině je vázána různými způsoby, přičemž hydratační voda je spojena s bílkovinnými skupinami na základě elektrostatických sil (Kadlec 2002). Ztráty vody mohou být také ovlivněny různými extravitálními faktory, jako je plemeno, výživa a stres zvířat před porážkou (Taylor et al. 2008). Významným aspektem vaznosti masa je také rychlost a míra poklesu pH po smrti zvířete. Svalová vlákna typu IIB mají významný vliv na barvu a vaznost masa, a rychlý pokles pH po smrti může vést k denaturaci proteinů a snížení schopnosti masa vázat vodu (Listrat et al. 2015).

Vaznost masa je také ovlivněna různými po porážkovými faktory, jako je ošetření masa, skladovací podmínky, zrání a tepelná úprava (ElMasry et al. 2011). Některé přísady používané v masné výrobě, jako jsou bílkovinné nebo škrobnaté látky, mohou také ovlivnit schopnost masa vázat vodu (Corbin et al. 2015). Celkově lze konstatovat, že vaznost masa je multifaktoriálním jevem, ovlivněným různými extravitálními a intravitálními faktory, které mohou být modifikovány pro dosažení požadované kvality masa (ElMasry et al. 2011).

#### 3.2.4.3 pH

Úroveň konečného pH a tempo jeho úbytku jsou kritické faktory, které ovlivňují kvalitu masa díky biochemickým procesům odehrávajícím se před i po porážce. Tyto jevy jsou nezbytné pro posouzení jakostních vlastností jak čerstvého, tak i zpracovaného masa.

Významně se přitom uplatňuje vliv rychlosti snižování pH na změny struktury bílkovin, změnu uspořádání myofibril a zmenšení objemu svalových buněk (Warner et al. 2010).

pH je ukazatel založený na přítomnosti vodíkových iontů, sloužící k určení úrovně kyselosti nebo alkalinity v prostředí. Normálové hodnoty se u masa obvykle pohybují rozsahu od 4 do 7. Rozmezí pH je značně ovlivněno jak posmrtnými změnami, tak technologickými operacemi (Kadlec 2002; Pipek 1995).

Různé faktory během života zvířat, jakými jsou výživa, stres před porážkou a zpracování po porážce, se podílejí na rozdílech v pH masa, s přímým dopadem na jeho kvalitu. Tyto faktory jsou spojeny s rozdíly v jakostních znacích, kde plemeno a výživa mohou ovlivnit hodnotu pH skrze vrstvu podkožního tuku, pohybovou aktivitu a věk při porážce. pH následně ovlivňuje křehkost masa a jeho celkovou přijatelnost (Page et al. 2001; Mojto et al. 2009; Plessis & Hoffman 2007). Výsledky studie Kudrnáčové et al. (2019) ale naznačují, že samotná dieta nevede ke změnám pH v mase. Nicméně maso ze zvířat krmených na pastvě bývá tmavší s vyšším obsahem intramuskulárního tuku ve srovnání s masem od zvířat krmených objemnými krmivými. Dlouhodobé vystavování zvířete stresu před porážkou má zásadní význam, neboť se zvyšuje pH masa vyčerpáváním hladin glykogenu, brání jeho rozkladu na kyselinu mléčnou a ovlivňuje činnost proteáz, zásadní pro zvyšování křehkosti masa (Beltrán et al. 1997). Dále pH masa ovlivňuje mnoho vlastností včetně barvy, šťavnatosti, textury a trvanlivosti, kde normální hodnoty krátce po porážce se pohybují mezi 5,5 a 5,7 a významně vyšší nebo nižší hodnoty mohou negativně ovlivnit kvalitu masa (Crichton et al. 2017; Ribeiro et al. 2020).

pH nad 6 může mít pozitivní vliv na snížení ztrát odkapem a varem, zvýšení vaznosti a snížení křehkosti masa. Tyto skutečnosti poukazují na komplexní vztah mezi pH a kvalitativními charakteristikami masa (Holdstock et al. 2014). Hodnota pH masa je také spojena s výskytem vad, jako jsou PSE a DFD, které jsou významné z hlediska jakostního i ekonomického pro průmysl a spotřebitele (Karabasil et al. 2019).

Rozdíly v pH mezi různými plemeny a druhy zvířat, způsobené genetickými faktory, dietou a úrovní stresu před porážkou, mají přímý dopad na kvalitu, chuť a trvanlivost masa naznačující význam správného řízení těchto faktorů pro optimalizaci pH a zlepšení kvality masa (Gomez et al. 2020; Liu et al. 2013; Silva et al. 1999). Správné řízení před porážkou a vhodné zpracování masa, včetně správných krmných strategií a minimalizace stresu, mohou optimalizovat pH a tím zlepšit kvalitu masa (Watanabe et al. 1996; Wu et al. 2014).

#### 3.2.4.4 Textura a křehkost

Textura a křehkost masa jsou základními faktory ovlivňující senzorickou kvalitu a spotřebitelskou přijatelnost masa (Sasaki et al. 2010). Tyto vlastnosti jsou ovlivněny plemennou příslušností, věkem zvířete, ale i jeho výživou a podmínkami chovu, dále stresem, strukturou myofibril a svalových tkání (Gagaoua et al. 2021; Marino et al. 2013). Při objektivním hodnocení textury a křehkosti masa se používají různé metody, jako jsou měření síly potřebné k proříznutí, délka sarkomer, množství kolagenu, rozpustnost myofibrilárních a sarkoplazmatických proteinů a analýza velikosti částic. Tyto studie odhalily, že délka sarkomer, síla stříhu a velikost částic mají významný vliv na hodnocení měkkosti masa, zatímco množství kolagenu a rozpustnost proteinů s měkkostí přímo nesouvisí (Holman et al. 2020).

Mezi svaly existují rozdíly ve složení a typu kolagenu, avšak tyto rozdíly neovlivňují křehkost masa. Celkový obsah kolagenu nemusí být tedy jediným určujícím faktorem měkkosti masa (Szałkowska & Modzelewska-Kapituła 2017). Obsah kolagenu a rozpustnost bílkovin nejsou pro určení měkkosti masa tedy tak zásadní (Holman et al. 2020). Tuhost masa závisí na celkovém množství nerozpustného kolagenu, úrovni příčných vazeb a typu svalových vláken, přičemž vztah mezi mramorováním a křehkostí byl zřejmý pouze tehdy, když se analýza prováděla bez zapojení ostatních faktorů (Listrat et al. 2020). Dále bylo hlášeno, že mezi jednotlivými svalovými partiemi existuje obrovská variabilita v křehkosti a textuře (Listrat et al. 2020). Zastoupení mastných kyselin v tukové tkáni ovlivňuje texturu, a to díky rozdílným bodům tání jednotlivých mastných kyselin (Wood 1984).

Významným zjištěním je, že proces zrání masa má zásadní vliv na křehkost a texturu masa, lišící se mezi plemeny (Marino et al. 2013). Proces zrání masa, během něhož enzymy rozkládají kolagen a další bílkoviny, přispívá k zvýšení jeho křehkosti. Pro maso z mléčných plemen je doporučena minimální doba zrání více než pět dní, aby se optimalizovala jeho měkkost (Szałkowska & Modzelewska-Kapituła 2017). Naproti tomu plemena masná mají dobu zrání obvykle delší (Sun et al. 2012). Zrání masa při zvýšených teplotách, 10 nebo 15 °C, po dobu 5 dní dosahuje stejné měkkosti jako při teplotě 4 °C po dobu 10 dní, ukazující na to, že vyšší teploty zrání efektivně urychlují změkčení masa a současně přinášejí úspory nákladů pro zpracovatele masa bez negativního dopadu na jeho celkovou kvalitu. S prodlouženou dobou a vyšší teplotou zrání se významně snižuje síla potřebná k průrazu, signalizující zlepšení křehkosti masa (Long et al. 2017). Avšak vyšší teplotní režimy zrání, jako je urychlený mikrobiální růst a změna barvy masa, mohou negativně ovlivnit celkovou kvalitu a trvanlivost masa (Yu et al. 2022).

Přidáním doplňků výživy skotu na bázi aktivních suchých kvasnic má také pozitivní dopad na kvalitu hovězího masa ve smyslu zlepšení křehkosti, mramorování a obsahu intramuskulárního tuku (Geng et al. 2022).

### **3.2.5 Organoleptické vlastnosti**

Organoleptické vlastnosti, jako jsou chuť, vůně a konzistence, jsou kritické pro lidské vnímání kvality potravin a mají zásadní vliv na výběr spotřebitelem, zejména u masných výrobků (Berry et al. 2021; Conanec et al. 2019). U hovězího masa jsou za klíčové organoleptické vlastnosti považovány chuť, vůně, šťavnatost a textura, které společně definují jeho kulinářskou kvalitu (Mezgebo et al. 2017).

Variabilita organoleptických vlastností hovězího masa nabízí možnost jejich zlepšení prostřednictvím genetické selekce (Berry et al. 2021). Tyto studie rovněž poukazují na možnosti selekce založené na více vlastnostech díky genetickým korelacím, jako je spojení mezi texturou a šťavnatostí masa, ale zdůrazňují potřebu kompromisu v případě negativních korelací mezi některými vlastnostmi (Berry et al. 2021). Mezi nutričními a organoleptickými vlastnostmi masa neexistuje výrazný antagonismus, což naznačuje, že zvýšení jedné kvality nemusí nutně vést ke snížení druhé (Conanec et al. 2019).

Zpracování masa, zejména zrání a tepelná úprava hraje klíčovou roli v dosahování požadovaných organoleptických vlastností. Zrání masa je nezbytnou fází, během které maso

vyvíjí svou správnou chuť, aroma a stává se měkčím (Álvarez et al. 2021), zatímco správná doba skladování a například sous vide příprava maximalizují senzorycké vlastnosti (Gil et al. 2022).

Konečná kvalita masa je ovlivněna řadou faktorů, včetně plemena, výrobního systému a způsobu zpracování. Spotřebitelé stále více vyžadují vysoce kvalitní maso s výraznou a konzistentní chutí, vůní a texturou (Álvarez et al. 2021). Význam plemene pro senzorycké vlastnosti masa ukazuje na důležitost genetické selekce a řízení věku při porážce jako klíčové faktory pro zlepšení kvality hovězího masa (Sinclair et al. 2001).

#### 3.2.5.1 Chuť

Chuť je komplexním výsledkem interakce mezi gustatorními a olfaktorickými smysly určující senzorycký vjem potravy. Kerth a Miller (2015) dále zdůrazňují, že jednotlivé složky masa generují specifické sloučeniny s dobře definovaným a zdokumentovaným aroma, což poukazuje na složitost senzoryckých vlastností masa. Kromě toho Khan et al. (2015) upozorňují, že plemeno, pohlaví a složení krmiva, stejně jako metody a podmínky tepelné úpravy, hrají významnou roli v procesu vývoje chuti masa. To znamená, že chuť hovězího masa je výsledkem mnoha faktorů, včetně chemických reakcí během vaření, jako je Maillardova reakce, oxidace lipidů a degradace vitaminů, které společně přispívají k její jedinečnosti.

Proces zrání hovězího masa je prezentován jako nezbytný krok pro produkci měkkého a chuťově bohatého masa. Delší doba zrání pozitivně ovlivňuje kvalitu masa z hlediska chutnosti a křehkosti díky složitým metabolickým i biochemickým dějům a procesům (Álvarez et al. 2021; Gil et al. 2022).

### 3.3 Faktory ovlivňující kvalitu masa

Kvalita masa je široký a komplexní pojem a lze ho definovat jako vlastnosti masa, které uspokojují spotřebitele a občany. Kvalita masa se mění v závislosti na lidské kultuře a s obecným trendem zvyšujícího se nároku na zdravotní nezávadnost, bezpečnost a v neposlední řadě cenu (Hocquette et al. 2012).

Kvalita masa se definuje na základě řady různorodých kritérií a standardů. Mezi tyto aspekty patří hodnoty pH, množství intramuskulárního tuku, barva masa, vaznost nebo také textura. Tyto charakteristiky jsou úzce propojené a ovlivňují se navzájem, přičemž důležitost jednotlivých faktorů se může lišit v závislosti na typu masa a preferencích spotřebitelů. Pro hovězí maso je často klíčová textura, u vepřového masa může být prioritou jeho schopnost udržet vodu (Su 2013; Baik et al. 2023).

#### 3.3.1 Vnitřní faktory

Vnitřní faktory, jako jsou pohlaví, věk a plemeno, tvoří podstatnou roli v ovlivňování kvality masa. Rozdíly v kvalitě masa nelze plně vysvětlit pouze na základě tělesných charakteristik, ale musí se zohlednit i genetické a biologické faktory (Bonny et al. 2016). Pečlivý výběr plemene, adekvátní systém krmení a optimální věk zvířat při porážce jsou naprosto nezbytné pro dosažení nejlepší možné kvality hovězího masa. Tyto faktory přímo



ovlivňují složení masa a mají tak významný dopad na jeho finální kvalitu (Sakowski et al. 2022).

#### 3.3.1.1 Pohlaví

Pohlaví zvířat má podstatný vliv na kvalitu masa. Pohlaví ovlivňuje nejen obsah intramuskulárního tuku v těle, ale i hormonální status nebo barvu masa (Pogorzelska-Przybyłek et al. 2021).

Maso z jalovic je hodnoceno jako kvalitnější ve srovnání s masem z býků, krav a volů, přičemž toto tvrzení je připisováno lepším organoleptickým vlastnostem a pro naše tělo výhodnějšímu poměrovému profilu mastných kyselin. Tento rozdíl je vysvětlen variacemi v hormonálním statusu zvířat, které ovlivňují rozložení tuku a bílkovin ve svalech, a přímo se projevuje na kvalitě hovězího masa (Venkata Reddy et al. 2015). Navíc výzkum ukazuje, že zatímco býci mají vyšší podíl nejcennějších částí trupu, jalovice a voli přinášejí lepší sensorické vlastnosti masa díky vyššímu obsahu intramuskulárního tuku, který zlepšuje chuť a šťavnatost (Pogorzelska-Przybyłek et al. 2021). Maso z jalovic a volů, které pochází z polointenzivních produkčních systémů, navíc vykazuje lepší sensorický profil ve srovnání s masem z býků. Toto zjištění zdůrazňuje výhody polointenzivního chovu pro kvalitu hovězího masa (Pogorzelska-Przybyłek et al. 2021).

Zjištění naznačují, že maso býků je v porovnání s masem z jalovic a volů méně chutné. Je však důležité podotknout, že tento rozdíl v chutnosti se nedá plně vysvětlit jen rozdíly v obsahu intramuskulárního tuku. Analýza zaměřující se na míru mramorování masa poukazuje na to, že kvalitativní rozdíly v mase mezi jednotlivými pohlavími mohou vyplývat ze složitějších faktorů, jako jsou rozdíly ve velikosti svalových vláken nebo v obsahu kolagenu (Bonny et al. 2016). Tyto poznatky upozorňují na složitější vztah mezi mramorováním, pohlavím a spotřebitelskou kvalitou masa, naznačujíc, že na rozdíly v chutnosti může mít vliv i jiné proměnné, jako je velikost vláken nebo obsah kolagenu (Chriki et al., 2013).

#### 3.3.1.2 Věk

Věk zvířete představuje stěžejní faktor ovlivňující základní chemické složení a barvu masa. Vliv stáří se promítne na obsahu a složení tuku v těle, který má přímý dopad na kvalitu a chuťové vlastnosti masa, přičemž věk ovlivňuje kvalitu masa na úrovni plemene (Sevane et al. 2014). Věk zvířat má vliv na chuť jejich masa, protože ta je ovlivněna hladinou samčích hormonů, přičemž maso ze starších býků vykazuje intenzivnější chuťové vlastnosti. Naproti tomu u masa z volů je tato specifická chuť méně výrazná (Oliveira et al. 2017). Telata krmená zrnem od mladého věku a poražená ve věku 12 až 14 měsíců produkují maso s dobrou mramorovatostí a jemností, zdůrazňujíc význam adekvátního krmení pro sensorickou kvalitu masa (Felix & Harper 2017).

Z výzkumů vyplývá, že s narůstajícím věkem mimo jiné dochází ke změnám v obsahu vody, tuku, kolagenu a také v barvě masa, které jsou dále ovlivněny tučností jatečně upraveného těla, hodnotou pH a obsahem intramuskulárního tuku. Například maso od mladších býků má nižší obsah vody a vyšší obsah tuku a kolagenu, ukazující na významný vliv věku na chemické složení a vlastnosti masa (Guzek et al. 2013). Další studie potvrzují, že věk zvířete při porážce

má značný vliv na tuhost masa. Stáří je spojeno s vyšším obsahem kolagenu ve svalech a vede k tužší konzistenci masa (Bruce & Roy 2019; Ijaz et al. 2020). Kromě toho, skóre osifikace, které funguje jako indikátor změn souvisejících se zralostí, se ukázalo být lepším ukazatelem chuťové kvality masa než samotný věk zvířete, ačkoli ve specifických případech, jako jsou těla s vyšší zralostí, se věk zvířete jeví jako lepší ukazatel (Bonny et al. 2016).

### 3.3.1.3 Plemeno

Plemenná příslušnost skotu představuje zásadní faktor, který má významný vliv na kvalitativní charakteristiky hovězího masa, jako je tuhost, schopnost zadržování vody, barvu a složky související s chutí a aromatem masa. Tento vliv se projevuje především ve zvyšujícím se trendu využívání produkce hovězího masa z mléčných stád, kde dochází ke křížení s pečlivě selektovanými masnými býky. Cílem je vylepšit masné vlastnosti prostřednictvím genetického přístupu (Berry et al. 2021; Hoa et al. 2023). Zajímavým aspektem je rovněž vliv plemene na profil mastných kyselin v hovězím mase, který má přímý dopad na jeho zdravotní benefity pro člověka, protože plemeno a krmení ovlivňuje nejenom složení mastných kyselin, ale i celkový lipidový metabolismus v tkáních hovězího masa a jeho mramorování. To má za následek zásadní dopady na nutriční vlastnosti produktu a podtrhuje komplexní vztah mezi plemenem, managementem krmení a kvalitou masa (Mordenti et al. 2019; Sakowski et al. 2022).

Genotyp zvířat ovlivňuje kvalitu masa lišící se v závislosti na jeho fyzikálně-chemických vlastnostech, obsahu živin a senzorických parametrech. Maso z masných plemen je obecně vnímáno jako vhodnější pro přímé kulinářské využití ve srovnání s produkty z dojných plemen a nabízí lepší chuťové vlastnosti. Křížení masných a mléčných plemen vede k lepším kulinářským kvalitám masa (Groth 1999; Sakowski et al. 2022). Coleman et al. (2023) zdůrazňují, že křížení masných plemen s mléčnými vykazuje minimální dopad na jatečné charakteristiky a na kvalitu masa. To naznačuje potenciál genetických zdrojů z mléčného sektoru pro produkci vysoce kvalitního hovězího masa. Dále bylo zjištěno, že maso z jalovic a volů je chutnější než maso z býků (Bonny et al. 2016). Maso z kříženců holštýnsko-fríských krav a býků plemene charolais, které je vysoce hodnoceno z hlediska organoleptických vlastností, může být ještě zlepšeno kastrací, jež pozitivně ovlivňuje texturu masa (Sadowska 2017). Mezi masem z jalovic dojných plemen a masem z tradičních masných plemen nejsou velké rozdíly v parametrech charakterizující kvalitu masa, pokud jsou obě skupiny zvířat chovány v identických podmínkách a poraženy ve srovnatelném věku. Tato zjištění vyvracejí běžné mýty o nižší kvalitě masa z dojnic (Bown et al. 2016).

Genetické studie odhalily specifické markery a oblasti genomu, které jsou spojeny s produkčními vlastnostmi masa u různých plemen skotu. Selektce na produkční vlastnosti má tedy přímý vliv na texturu a křehkost masa (Bomba et al. 2015). Rozdíly v textuře a křehkosti jsou výsledkem dlouhodobé selektce na specifické produkční cíle. Mléčná plemena, která byla primárně selektována pro produkci mléka, mají tendenci produkovat maso s odlišnými vlastnostmi textury a křehkosti ve srovnání s masnými plemenami, která byla selektována přímo na kvalitu a výnosnost masa (Hayes et al. 2009). Doba zrání je zásadní v optimalizaci jemnosti a senzorických vlastností masa, přičemž její prodloužení může zmírnit rozdíly mezi plemenami a nabízí cesty ke zlepšení kvality masa v různých genetických skupinách (Monsón et al. 2005).

Výzkum také ukazuje, že různé metody hodnocení a analýzy, včetně genetických a biochemických přístupů, které mohou odhalit klíčové faktory ovlivňují tyto vlastnosti masa (Christensen et al. 2011).

Analýza plemen charolais a holštýnského skotu odhaluje, že zatímco charolais býci mají přednosti v hmotnosti jatečně upraveného těla a celkové výtěžnosti, holštýnské plemeno se vyznačuje lepším mramorováním, tmavší barvou a vyšší schopností vázat vodu. Tyto rozdíly reflektují adaptace specifických plemen na jejich tradiční využití, kde holštýnské plemeno jako typický zástupce mléčné produkce ukazuje tendenci k akumulaci tuku, zatímco Charolais představuje predispozici k efektivnějšímu ukládání bílkovin (Pfuhl et al. 2007). Zjištění ukazují, že v některých svalových partiích dosahují mléčná plemena dokonce vyšších sensorických skóre než plemena masná. Tyto rozdíly v kvalitě však nelze plně vysvětlit pouze pomocí míry mramorování nebo specifík tělesné konstrukce. Je třeba zohlednit i další faktory, jako je obsah kolagenu a typ svalových vláken, které hrají roli v rozdílech v kvalitě masa mezi plemeny (Bonny et al. 2016).

Genetické faktory, jako je plemeno, mají dokonce vliv na koncentraci hořčíku, fosforu a draslíku v masových výrobcích, přičemž variabilita těchto minerálů je patrná mezi čistokrevnými masnými plemeny i kříženci (Patel et al. 2019). Posilující genetické korelace mezi těmito minerály naznačují jejich vzájemnou spojitost v rámci genetického výběru (Mateescu et al. 2013).

Existují ale rozdíly v růstových rychlostech, efektivitě krmení a kvalitě masa mezi masnými a mléčnými plemeny, které se promítají do výrobních strategií producentů hovězího masa. Masná plemena mají tendenci vykazovat lepší sensorické vlastnosti díky vyššímu obsahu intramuskulárního tuku, jež je faktor ovlivňující přijatelnost masa spotřebiteli (Bureš & Bartoň 2018).

### **3.3.2 Vnější faktory**

Metody chovu a krmení zvířat mají nemalý dopad na sensorické i fyzikálně-chemické vlastnosti masa, včetně jeho výživové hodnoty a zpracovatelských kvalit. Je důležité zdůraznit, že pro dosažení nejvyšší možné kvality masa je nutné věnovat pozornost nejen vnitřním faktorům souvisejícími přímo se zvířetem, ale i vnějším vlivům, které hrají rovněž rozhodující roli (Clinquart et al. 2022).

#### **3.3.2.1 Výživa**

Druh a složení diety mají prvořadý vliv na složení mastných kyselin v mase, přičemž cílem výživy dobytka by mělo být snížení obsahu nasycených mastných kyselin a zvýšení úrovně poly- a mono- nenasyčených mastných kyselin. Pastva nebo doplňování diety zdroji bohatými na omega-3 mastné kyseliny může zlepšit nutriční hodnotu hovězího masa (Sakowski et al. 2022). Doplňování stopových prvků má významný vliv na zdraví a výkonnost pastevního skotu (Arthington & Ranches 2021).

Zjištění ukazují, že volba plemene a typu diety významně ovlivňuje nutriční kvalitu hovězího masa, zejména s ohledem na obsah a složení mastných kyselin (Warren et al. 2008).

Krmení senem obvykle vede k produkci libovějšího masa s vyšším množstvím omega-3 mastných kyselin a konjugované linolové kyseliny, představující významný rozdíl s potenciálně pozitivním dopadem na lidské zdraví (Van Elswyk 2014). Výzkum naznačuje, že volba diety má zásadní význam pro kvalitu hovězího masa, s lepšími výsledky při krmení siláží ve srovnání s koncentrovaným krmivem (Warren et al. 2008).

Krmení čerstvou pastvou má významně pozitivní vliv na nutriční hodnotu mléčných a masných produktů, zvyšuje koncentraci karotenoidů, vitamínů rozpustných v tucích, n-3 mastných kyselin a současně snižuje koncentraci nasycených mastných kyselin (Cabiddu et al. 2022). Zvířata krmená do tří měsíců věku náhražkou mléka bohatou na proteiny a tuky, a poté koncentráty od čtvrtého do desátého měsíce, dosáhla vyšší tělesné hmotnosti a lepších vlastností jatečně upraveného těla (Khounsaknalath et al. 2021). Dobytek pasoucí se na pastvinách s nízkou kvalitou pastevního porostu zažívá úbytek živé hmotnosti. To ovlivňuje kvalitu produkovaného masa, zatímco dobytek na kvalitních pastvinách a následně krmený dietami s vysokým obsahem energie produkuje maso lepší v chuti, textuře a šťavnatosti masa (Mwangi et al. 2019).

Prostřednictvím změn ve výživě lze u hospodářských zvířat přispět ke zlepšení nutričních vlastností masa a jeho výrobků (Scollan et al. 2017). Změny v dietě zvířat, jako je přidání olejů bohatých na specifické mastné kyseliny, mohou vylepšit nutriční hodnotu masa zvyšováním podílu žádoucích mastných kyselin (Wood et al. 2008).

Barvu tuku ovlivňují lipochromy, jako jsou karoteny a xantofyly, jejichž obsah a rozložení závisí na složení krmiva a způsobují, že některé tuky, jako je vepřové sádlo, mohou být na rozdíl od jiných bílé, pokud karoteny neukládají (Steinhauser 2000).

Způsob krmení má významný vliv na organoleptické vlastnosti hovězího masa, přičemž pastva může nepříznivě ovlivnit texturu, chuť a oblíbenost masa u spotřebitelů ve srovnání s krmením koncentrovaným krmivem (Mezgebo et al. 2017). Toto zjištění podtrhuje význam výběru krmné strategie pro dosažení optimálních sensorických vlastností masa. Genomově založené přesné krmení a pokroky v nutrigenomice mají značný potenciál pro zvýšení kvality masa, naznačující důležitost těchto přístupů pro budoucí produkci, a to umožňuje maximalizovat genetický potenciál zvířat a zlepšit kvalitu hovězího masa (Baik et al. 2023; Andersen et al. 2005).

### 3.3.2.2 Welfare a ustájení

Welfare zvířat, zahrnující principy svobody od hladu, bolesti, nepohodlí a stresu a podporující vyjadřování přirozeného chování, má také podstatný vliv na kvalitu masa. Efektivní zlepšení welfare vyžaduje dlouhodobý závazek, podporu a motivaci prostřednictvím vnějších stimulů, jako jsou finanční pobídky nebo zlepšení tržního postavení (Kirchner et al. 2014). Stres dobytka před porážkou má zásadní vliv na kvalitu hovězího masa. Ovlivněn je celým produkčním řetězcem a je nezbytné jej minimalizovat prostřednictvím efektivního managementu a šetrného zacházení během chovu, přepravy a manipulaci na jatkách. Toto šetrné zacházení je přímo spojeno s nižším pH masa a lepšími sensorickými vlastnostmi jako barva, šťavnatost a trvanlivost, představující klíčový faktor pro zajištění vysoké kvality masa (Njisane & Muchenje 2017).

Teplotní stres, manipulace před porážkou a oxidativní stres významně ovlivňují pohodu zvířat a mají dopad na kvalitní aspekty masa, jako je jeho barva, křehkost a textura (Xing et al. 2019). Stínění je stěžejní pro snížení tepelného zatížení a podporu pohody dobytka, omezující tepelný stres a jeho negativní dopady na fyziologii zvířat. Efektivně stíněný dobytek vykazuje nižší míry dýchání, teplotu těla a skóre funění, a to přispívá k lepšímu dennímu přírůstku, účinnějšímu výkrmu, vyšší hmotnosti jatečně upraveného těla a vyšší výtěžnosti ve srovnání s dobytkem, který nemá adekvátní stínění (Edwards-Callaway et al. 2021).

Výběr správného typu podlahy v chovu je nezbytný pro zajištění dobrých životních podmínek skotu. Býci chovaní na hluboké podestýlce vykazují kratší doby lehání a nižší prevalenci holých míst, což naznačuje lepší pohodlí v porovnání s býky na roštových podlahách, kde bylo zaznamenáno vyšší výskyt bursitidy, holých míst a lézí (Brscic et al. 2015). Rozšíření prostoru nad 3,0 m<sup>2</sup> na kus na betonové podlaze nezlepšuje přírůstky ani jatečnou hmotnost zvířat, avšak přispívá k jejich lepší čistotě. Naopak, zvířata chovaná na podestýlce vykázala lepší průměrný denní přírůstek ve srovnání se zvířaty na betonové podlaze. Příjem krmiva však není ovlivněn ani prostorem ani typem podlahy a toto naznačuje, že welfare a fyzické prostředí mají přímý dopad na kvalitu a zdravotní stav dobytka (Keane et al. 2017).

Vědecké zkoumání vlivu systémů ustájení dobytka na kvalitu jejich masa a welfare zdůrazňuje důležitost ekonomických faktorů a specifických podmínek chovu. Klíčové aspekty welfare, jako jsou dostatečný prostor pro každé zvíře, kvalitní podlahové podmínky, dostupnost stínu a environmentální obohacování, jsou zásadní pro podporu přirozeného chování a zdraví dobytka s pozitivním dopadem na kvalitu masa (Park et al. 2020).

### **3.4 Ekonomika produkce hovězího masa**

Rozdíly v přírůstcích hmotnosti, využitelnosti krmiva a kvalitě jatečně upraveného těla mají pro chovatele skotu a masný průmysl velký ekonomický význam (Pesonen & Huuskonen 2015). Aby byl výkrm skotu ziskovou a ekonomickou činností, existují určité technické a ekonomické požadavky, z nichž jedním z nejdůležitějších je optimální doba výkrmu a výběr vhodného plemene na výkrm (Sakarya & Gunlu 1996).

Přestože počet masného skotu roste, produkce a spotřeba hovězího masa klesají. Zisk chovatele závisí na rozdílu mezi příjmy a náklady na stádo (Aby et al. 2012). Vysoká plodnost masných krav, zásadní pro produkci telat k prodeji, je klíčem k zisku (Kvapilík & Zahrádková 2007). Cena telat a kolísání cen vstupů, které farmáři nemohou ovlivnit, přinášejí ekonomická rizika (Belasco et al. 2010).

Výzkumy potvrdily, že masná plemena, se ukázala jako ekonomicky efektivnější volba pro produkci masa, přinášející vyšší čistý zisk (Şahin et al. 2009). Růstový potenciál a složení jatečně upraveného těla u mléčných plemen jsou obecně považovány za nižší ve srovnání s kombinovanými a masnými plemeny (Albertí et al. 2008; Clarke et al. 2009). Příjmy z masa mléčných plemen jsou tak nižší ve srovnání s masnými plemeny kvůli nižšímu množství masa a složitějšímu zpracování vzhledem k nevyrovnanosti dodávek, což vede k vyšším poplatkům pro zpracovatelské podniky. Přesto američtí zpracovatelé hovězího masa vykazují zájem o dobytek z mléčných plemen. Tento zájem přináší výhody pro provozy a mlékárny, které

mohou využívat existující zařízení a obilné krmivo z vlastní produkce. Využívání vlastních zdrojů představuje úsporu oproti použití dražších náhražek mléka (Felix & Harper 2017).

Studie Galiç & Karslioğlu Kara (2023) ukazují, že charolais má v průměru vyšší věk při porážce (619,1 dní), tělesnou hmotnost po jatečné úpravě (398,3 kg) a denní přírůstek hmotnosti ve srovnání s holsteinem, který má průměrný věk při porážce 599,4 dní a hmotnost po jatečné úpravě 316,3 kg. Zatímco charolais vykazuje lepší celkovou výkonnost a růstové schopnosti s větší variabilitou v těchto ukazatelích, holstein se vyznačuje větší konzistentností. Tyto rozdíly zdůrazňují význam vhodného výběru plemene a správného managementu pro optimalizaci výsledků v chovu dobytka.

Bylo zjištěno, že optimální doba výkrmu do malých hmotností nastavená na 5 měsíců má významný vliv na zvýšení zisku ve srovnání s obdobími výkrmu kratšími nebo delšími, přičemž mezi jednotlivými plemeny nebyly zaznamenány významné rozdíly v příjmu krmiva (Şahin et al. 2009). Studie Hollo et al. (2012) se věnovala porovnávání výkrmnosti různých plemen skotu, jako angus, charolais, holštýn a simentál. Tato plemena byla vykrmována od věku 9 do 10 měsíců, poražena mezi 585 a 641 dny a hmotnost jatečně upravených těl se pohybovala mezi 328 a 363 kilogramy. Podle zjištění studie nebyly mezi výkrmnostmi zkoumaných plemen zaznamenány statisticky významné rozdíly. Rozdíly v ekonomické efektivitě tedy mají svůj původ spíše v plemenných charakteristikách a metodách správy chovu, nežli v rozdílech ve výživě (Şahin et al. 2009).

Přestože jsou mléčná plemena selektována především pro optimalizaci mléčné produkce, nacházejí si rovněž své uplatnění na trhu s hovězím masem (Felix & Harper 2017). Značný podíl konzumovaného hovězího masa pochází z dojných plemen. Dostupné důkazy ukazují, že vhodné načasování vyřazení dojnice přispívá k lepší pohodě krav a zvyšuje jejich hodnotu (Moreira et al. 2021). Ve většině evropských zemí pochází hlavní část hovězího masa z intenzivně vykrmovaných býků masných, či mléčných plemen nebo jejich kříženců, tvořících přibližně 50 % celkové produkce hovězího masa v Evropě i v České republice (Syrůček et al. 2017). Produkce hovězího dobytka je silně závislá na geografické poloze a specifických podmínkách, které ovlivňují výsledky chovu.

Chov skotu na maso v České republice v současné době zaznamenává jen minimální ziskovost a zdůrazňuje důležitost podpůrných plateb pro udržitelnost. Hlavní příjmy pocházejí z prodeje telat a vyřazených krav, což ale nezajišťuje dlouhodobou ziskovost. Zvětšení stáda snižuje pevné náklady (Syrůček et al. 2017). Podniky s více než 200 vykrmovanými býky měly o 7,5 % nižší denní náklady na krmivo než ty s méně než 100 býky. S rostoucí velikostí stáda se také snižují finanční náklady, hlavní složka fixních nákladů (Střeleček a Kollar 2002). Zisk je závislý na zlepšení reprodukce a také na zvýšení počtu úspěšně prodaných telat (Syrůček et al. 2017).

Trh s živým skotem se v průběhu posledního století výrazně proměnil. Zpočátku převažoval prodej zvířat na aukcích s dražbami a komisionářské obchodování, postupem času se však vyvinuly přímější metody, jako je nákup zvířat přímo od dodavatelů a jejich přeprava přímo na jatka. Ceny živého dobytka se nyní stanovují dohodou, bez pevných pravidel (Brester et al. 2021). Celkové roční náklady na býka činily 21 888 CZK v roce 2014. Náklady na 1 kg přírůstku živé hmotnosti činilo v roce 2014 54,2 CZK (Syrůček et al. 2017).

Celkové náklady určené pro vykrmené býky masných plemen v ČR se v letech 2008 až 2010 pohybovaly od 51 do 65 CZK za 1 kg živé hmotnosti a od 24 000 do 27 000 CZK na zvíře (Boudný & Janotová, 2012). Celkové náklady na den krmení byly 60,9 a 60,0 CZK v letech 2013 a 2014 (ÚZEI, 2015). Průměrné celkové náklady na výkrm po odečtení vedlejších výkonů činily v roce 2013 24 038 Kč a v roce 2014 23 703 Kč na jednoho býka. Celkové tržby z prodeje býků nepokryly součet počátečních nákladů na býka a celkových nákladů na výkrm po jejich odečtení (Syrůček et al. 2017).

Ze všech nákladových položek byla nejvyšší směrodatná odchylka zjištěna u nákladů na krmiva, což ukazuje na vysokou variabilitu a možnost optimalizace a snížení těchto nákladů. Většina předchozích studií dospěla k závěru, že náklady na krmiva představují hlavní složku celkových nákladů (Blanco et al. 2011). Náklady na krmivo představují přibližně 65 % variabilních nákladů.

Je zřejmé, že vyšší prodejní cena a vyšší přírůstky živé hmotnosti jsou spojeny s vyšší rentabilitou (Syrůček et al. 2017). Přesto celkové příjmy z výkrmu býků závisí především na hmotnosti jatečně upraveného těla a ceně za 1 kg jatečně upraveného těla na základě systému klasifikace jatečně upravených těl (Syrůček et al. 2017). Na začátku roku 2024 byla průměrná cena za mladé býky jatečné třídy SEU v České republice 106,13 Kč/kg a za krávy jatečné třídy ROP 90,86 Kč/kg (Syrůček 2024).

## **4 Metodika**

### **4.1 Zvířata**

V rámci této bakalářské práce bylo pro experiment získáno 18 vzorků skotu, rozdělených na 10 vzorků z holštýnského plemene a 8 vzorků z plemene charolais. Výběr zahrnoval materiál pro laboratorní testy i senzorické hodnocení, přičemž zdrojem byly 4 jalovice a 4 býci holštýnského plemene a 8 jedinců plemene charolais. To umožnilo komparaci mezi mléčnými a masnými charakteristikami plemen, u mléčného plemene i komparaci mezi pohlavími. Na dvou vzorcích z holštýnského plemene byl proveden zkušební pokus a vzorky nebyly dále využity.

V rámci studie byl věk dobytka v době porážky jednotně stanoven na průměrných 20 měsících, z důvodu konzistence ve věku zvířat. Zvířata byla porážena ve shodných podmínkách na stejných jatkách. Po porážce prošlo maso zráním po dobu 7 dní. Z nízkého roštěnce, byly vyříznuty plátky s váhou přibližně 200-300 gramů. Tyto plátky byly poté zamrazeny a skladovány při teplotě -19 °C v mrazicím boxu. Vzorky masa byly transportovány do laboratoře v termoboxu, následně byly rozděleny na dvě části. První část byla okamžitě použita pro laboratorní analýzu, zatímco druhá část byla uložena v mrazicím zařízení pro pozdější senzorické hodnocení.

### **4.2 Metodika chemické a senzorické analýzy**

V rámci chemické analýzy byly stanoveny ukazatele, jako obsah celkového dusíku, tuku, vody a sušiny včetně popela v 1 g na 100 g vzorku. Součástí praktické části této bakalářské práce byla také senzorická analýza, při které bylo hodnoceno 6 deskriptorů.

#### **4.2.1 Chemická analýza**

Chemická analýza spočívala ve sledování obsahu celkového dusíku, tuku, vody a sušiny včetně popela v předem připravených vzorcích. Kvantitativní stanovení těchto složek bylo provedeno pomocí standardizovaných laboratorních metod. Vzorky byly homogenizovány a následně byly uschovány v Petriho miskách v lednici k zajištění jejich stability a prevenci degradace před dalším analytickým zpracováním.

##### **4.2.1.1 Stanovení celkového dusíku metodou dle Kjeldahla**

Pro stanovení celkového dusíku v roštěnci byla použita Kjeldahlova metoda. Princip této metody spočívá v převedení dusíkatých látek vzorku na amonné ionty pomocí katalyzátoru (síran měďnatý) a vaření v kyselině sírové. Amonné ionty se po alkalizaci uvolní jako amoniak, který se destilací s vodní párou zachytí do předlohy s přebytkem kyseliny borité, čímž vzniká síran amonný. Množství nezreagované kyseliny borité se stanoví titračně, z čehož se následně vypočítá obsah dusíku. Pomocí přepočítávacího koeficientu se z obsahu dusíku vypočítá obsah bílkovin (Thompson et al. 2002; Marcó et al. 2002). Analytické měření bylo provedeno s použitím KjelFlex K-360 od společnosti Büchi, Flavil, Switzerland, zajišťující přesné a důvěryhodné výsledky.



#### 4.2.1.2 Stanovení tuku extrakcí podle Soxhleta

Intramuskulární tuk byl stanoven pomocí Soxhletovy extrakce. Vzorek smíchaný s mořským pískem byl sušen, následně extrahován diethyletherem, a po vysušení tuku do konstantní hmotnosti bylo procentuální zastoupení tuku vypočítáno z původní hmotnosti vzorku (De Castro & Priego-Capote 2010; Pérez-Palacios et al. 2008).

Gravimetrické určení tuku bylo provedeno s využitím petroletheru v rozpouštědlovém extraktoru SER 148 od VELP Scientifica, Usmate, Italy.

#### 4.2.1.3 Stanovení vody

Obsah vody ve vzorcích byl stanoven gravimetrickou metodou s použitím mořského písku, což umožnilo rychlejší a efektivnější vysušení vzorků díky zvětšení jejich povrchu. Vzorky se sušily v sušárně při teplotě +105 °C do dosažení konstantní hmotnosti. Po vysušení byly vzorky zchlazeny v exsikátoru, aby se zabránilo opětovnému nasávání vlhkosti (Straka & Molota 2006).

#### 4.2.1.4 Stanovení sušiny a popela

Stanovení sušiny vychází z obsahu vody ve vzorku, kde sušina představuje zbytek po odstranění vody. Popel byl stanoven spálením vzorků v peci při 550 °C, dokud nedošlo k úplnému spálení organických látek (Thiex et al. 2012). Obsah popela odpovídá rozdílu hmotnosti vzorků před spálením a po něm, použita byla pec Ht40AL od LAC, Rajhrad, Czech Republic.

### 4.2.2 Senzorická analýza

Senzorická analýza zahrnovala hodnocení vůně a chuti vzorků. Vyhodnocení se opíralo o posouzení čtyř hodnotitelů, kteří zkoumali charakteristiky těchto senzorických vlastností.

#### 4.2.2.1 Příprava vzorků a senzorické hodnocení masa

Vzorky byly přeneseny z mrazáku do lednice den předem a 5 hodin před grilováním ponechány při pokojové teplotě. Po omytí bylo maso grilováno na sklokeramickém grilu značky Fiamma, dokud teplotní sonda neindikovala teplotu jádra 68 °C. Následně byly vzorky nakrájeny na čtvrtiny, byly zbaveny opečených okrajů. Takto upravené maso bylo následně obaleno alobalem a uchováno v konvektomatu při 50 °C, přičemž senzorické hodnocení proběhlo po ugrilování všech 16 kousků.

protokol senzoričkého hodnocení "BP JŠ"	
kód hodnotitele / assessor: 1-4	dne: 5.3.2024
<b>Intenzita vůně hovězího m. (beef aroma intensity)</b>	
velmi nízká	velmi vysoká
<b>Křehkost (tenderness)</b>	
velmi nízká	velmi vysoká
<b>Šťavnatost (juiciness)</b>	
velmi nízká	velmi vysoká
<b>Žvýkatelnost (Chewability)</b>	
velmi nízká	velmi vysoká
<b>Intenzita chuti hovězího m (beef flavour intensity)</b>	
velmi nízká	velmi vysoká
<b>Celková přijatelnost (overall acceptance)</b>	
velmi nízká	velmi vysoká

Obr. č. 1: Protokol senzoričkého hodnocení

V rámci této práce byl implementován senzoričké hodnotičí protokol s názvem BP JŠ, obrázek č. 1, pro systematické posuzování kvality hovězího masa. Tento protokol byl navržen

tak, aby se detailně zaměřil na sensorické atributy masa, které jsou klíčové pro spotřebitelskou přijatelnost a vnímání kvality.

Hodnotící kritéria zahrnutá v protokolu jsou následující:

- Intenzita vůně hovězího masa: Toto kritérium zohledňuje sílu a charakteristiku vůně masa, což je důležitý indikátor čerstvosti a kvality.
- Křehkost: Tato kategorie hodnotí měkkost masa, jeho snadnost žvýkání, jak dobře se maso rozpadá na jednotlivá vlákna.
- Šťavnatost: Reflektuje, jak dobře maso udržuje svou vnitřní šťávu během konzumace.
- Žvýkatelnost: Posuzuje, jaké úsilí je potřeba pro žvýkání masa a jak dlouho je třeba žvýkat, než je maso připraveno k polykání.
- Intenzita chuti hovězího masa: Hodnocení příjemnosti chuti masa a výraznost chuti.
- Celková přijatelnost: Souhrnné hodnocení, které zahrnuje všechny výše uvedené atributy a vypovídá o obecné přijatelnosti masa konzumenty.

Hodnotitelé používají škálu od 'velmi nízké' do 'velmi vysoké' pro každý sensorický deskriptor. Tento přístup umožňuje snadné rozlišení mezi různými úrovněmi kvality a poskytuje strukturovaný způsob záznamu individuálních preferencí. Hodnotitelé zaznamenají symbolem na škále sílu vjemu, která je posléze změřena pravítkem a vyhodnocena.

K dosažení objektivity a konzistence ve výsledcích byli hodnotitelé předem vyškoleni, aby rozpoznali a kvantifikovali sensorické charakteristiky hovězího masa.

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny programem SAS 9.4. V tabulkách jsou uvedeny průměry a směrodatné odchylky sledovaných ukazatelů v závislosti na hodnoceném faktoru (plemeno, pohlaví).

## 5 Výsledky

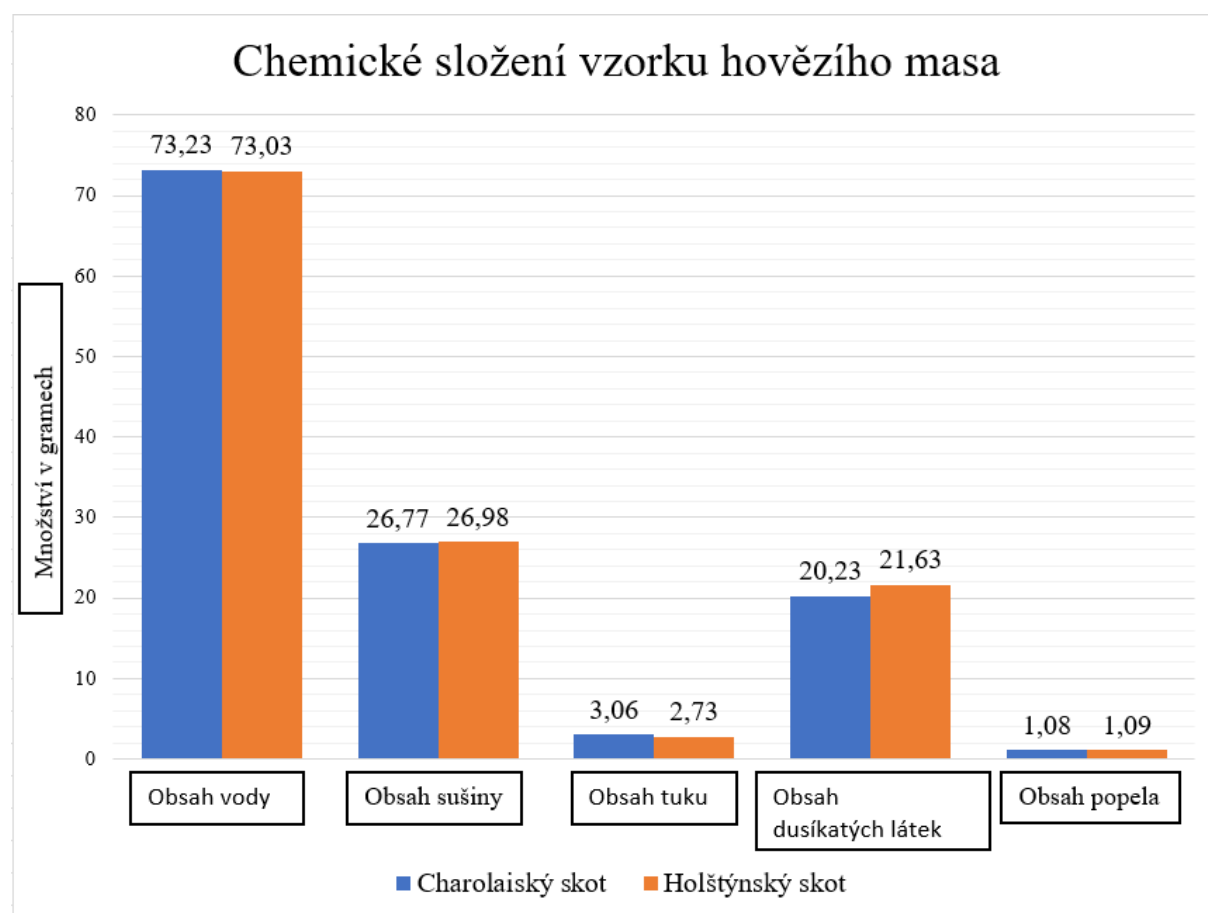
### 5.1 Chemická analýza

Sloupcový graf číslo 1 ilustruje chemické složení 18 vzorků hovězího masa dvou plemen skotu, a to osm vzorků charolaiského a deseti vzorků holštýnského plemene. Analýza zahrnuje pět ukazatelů: obsah vody, sušiny, tuku, dusíkatých látek a popela.

Vertikální osa grafu (y) vyjadřuje množství látek v gramech na 100 gramů vzorku, zatímco horizontální osa (x) rozlišuje dvě plemena skotu. Charolaiské plemeno je zastoupeno modrými sloupci a holštýnské oranžovými.

Data ukazují, že charolaiské plemeno má mírně vyšší obsah vody (73,23 g/100 g) ve srovnání s holštýnským plemenem (73,03 g/100 g). Obsah sušiny je téměř shodný, s hodnotami 26,77 g/100 g pro charolaiské a 26,98 g/100 g pro holštýnské plemeno. Významný rozdíl je zaznamenán v obsahu dusíkatých látek, kde holštýnské plemeno vykazuje vyšší průměrnou hodnotu (21,633 g/100 g) oproti charolaiskému (20,225 g/100 g). Obsah tuku je nižší u charolaiského plemene (3,06 g/100 g) ve srovnání s holštýnským (2,73 g/100 g). Obsah popela je prakticky totožný u obou plemen, s hodnotami 1,08 g/100 g pro charolaiské a 1,09 g/100 g pro holštýnské plemeno.

Z analýzy vyplývá, že rozdíly v chemickém složení mezi charolaiským a holštýnským plemenem jsou minimální, což naznačuje srovnatelnou nutriční hodnotu jejich hovězího masa.



Graf č. 1: Porovnání chemického složení hovězího masa charolaiského a holštýnského skotu.

Na základě tabulky č. 1 porovnávající plemena charolais a holštýn lze konstatovat, že obsah vody, sušiny, tuku a popela v mase se mezi těmito plemeny neliší statisticky významně, což je doloženo *P*-hodnotami vyššími než 0,05. Jediným parametrem, kde byl zaznamenán statisticky významný rozdíl, jsou dusíkaté látky (N-látky), s *P*-hodnotou 0,007. Zároveň ukazující na větší množství těchto látek v mase plemene holštýn oproti plemenu charolais.

Tabulka č. 1: Chemické složení charolaiského a holštýnského skotu

<b>Plemeno</b>	<b>Charolais</b>	<b>Holštýn</b>	<b>Diff</b>	<b><i>P</i>-value</b>	<b>Průkazné</b>
<b>Voda</b>	73,23	73,03	0,20	0,7524	np
<b>Sušina</b>	26,77	26,97	-0,20	0,7524	np
<b>Tuk</b>	3,06	2,73	0,33	0,5906	np
<b>N-látky</b>	20,22	21,63	-1,41	<b>0,007</b>	ano
<b>Popel</b>	1,08	1,08	0,00	0,8291	np

Poznámka: diff = rozdíl mezi hodnotami; *P*-value = průkaznost; np = neprůkazné.

V tabulce č. 2, kde jsou data pro obě pohlaví jak charolaiského, tak holštýnského skotu, nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi býky a jalovicemi v žádném z testovaných parametrů. To naznačuje, že pohlaví nemá průkazný vliv na tyto charakteristiky masa.

Tabulka č. 2: Chemické složení charolaiských a holštýnských býků a jalovic

<b>Pohlaví vše</b>	<b>Býk</b>	<b>Jalovice</b>	<b>Diff</b>	<b><i>P</i>-value</b>	<b>Průkazné</b>
<b>Voda</b>	73,42	72,52	0,90	0,1699	np
<b>Sušina</b>	26,58	27,48	-0,90	0,1699	np
<b>Tuk</b>	2,74	3,14	-0,39	0,5391	np
<b>N-látky</b>	20,67	21,69	-1,02	0,0827	np
<b>Popel</b>	1,09	1,08	0,01	0,6878	np

Poznámka: diff = rozdíl mezi hodnotami; *P*-value = průkaznost; np = neprůkazné.

V tabulce č. 3, která se zaměřuje na pohlaví jen holštýnského skotu jsou rozdíly mezi býky a jalovicemi holštýnského plemene na hranici statistické významnosti u obsahu vody a sušiny s hodnotami průkaznosti těsně nad 0,05.

Tabulka č. 3: Chemické složení holštýnských býků a jalovic

<b>Pohlaví jen holštýn</b>	<b>Býk</b>	<b>Jalovice</b>	<b>Diff</b>	<b>P-value</b>	<b>Průkazné</b>
<b>Voda</b>	73,79	72,52	1,27	0,0674	np
<b>Sušina</b>	26,21	27,48	-1,27	0,0674	np
<b>Tuk</b>	2,12	3,14	-1,02	0,1218	np
<b>N-látky</b>	21,55	21,69	-0,13	0,8582	np
<b>Popel</b>	1,10	1,08	0,02	0,2547	np

Poznámka: diff = rozdíl mezi hodnotami; P-value = průkaznost; np = neprůkazné.

Tabulka č. 4 přináší pohled na plemeno i pohlaví, kde byl jediný statisticky významný rozdíl zjištěn u dusíkatých látek, s hodnotou nižší než 0,05, což naznačuje statisticky významný rozdíl mezi plemeny charolais a holštýn a pohlavím zároveň.

Tabulka č. 4: Chemické složení charolaiského a holštýnského skotu v závislosti na plemeni i pohlaví

<b>Plemeno i pohlaví</b>	<b>Charolais</b>	<b>Holštýn</b>	<b>Diff</b>	<b>P-value</b>	<b>Průkazné</b>
<b>Voda</b>	73,23	73,03	0,20	0,141	np
<b>Sušina</b>	26,77	26,97	-0,20	0,141	np
<b>Tuk</b>	3,06	2,73	0,33	0,2196	np
<b>N-látky</b>	20,22	21,63	-1,41	<b>0,0447</b>	ano
<b>Popel</b>	1,08	1,08	0,00	0,4983	np

Poznámka: diff = rozdíl mezi hodnotami; P-value = průkaznost; np = neprůkazné.

Tento výzkum naznačuje, že pohlaví nemá významný vliv na chemické složení masa, kromě specifických případů holštýnského plemene. Plemenné rozdíly jsou výrazné především v obsahu dusíkatých látek.

## 5.2 Vyhodnocení sensorické analýzy

V rámci sensorické analýzy byly vyhodnoceny vlastnosti masa z protokolů čtyřmi hodnotiteli. Graf číslo 2 zobrazuje srovnání sensorických atributů vzorků hovězího masa dvou plemen, kde je charolaiské plemeno znázorněno modrou linkou a holštýnské plemeno linkou oranžovou. Graf číslo 3 demonstruje sensorické charakteristiky hovězího masa v závislosti na pohlaví holštýnského skotu. Zde modrá křivka náleží masu z býků a oranžová vzorkům z masa jalovic.

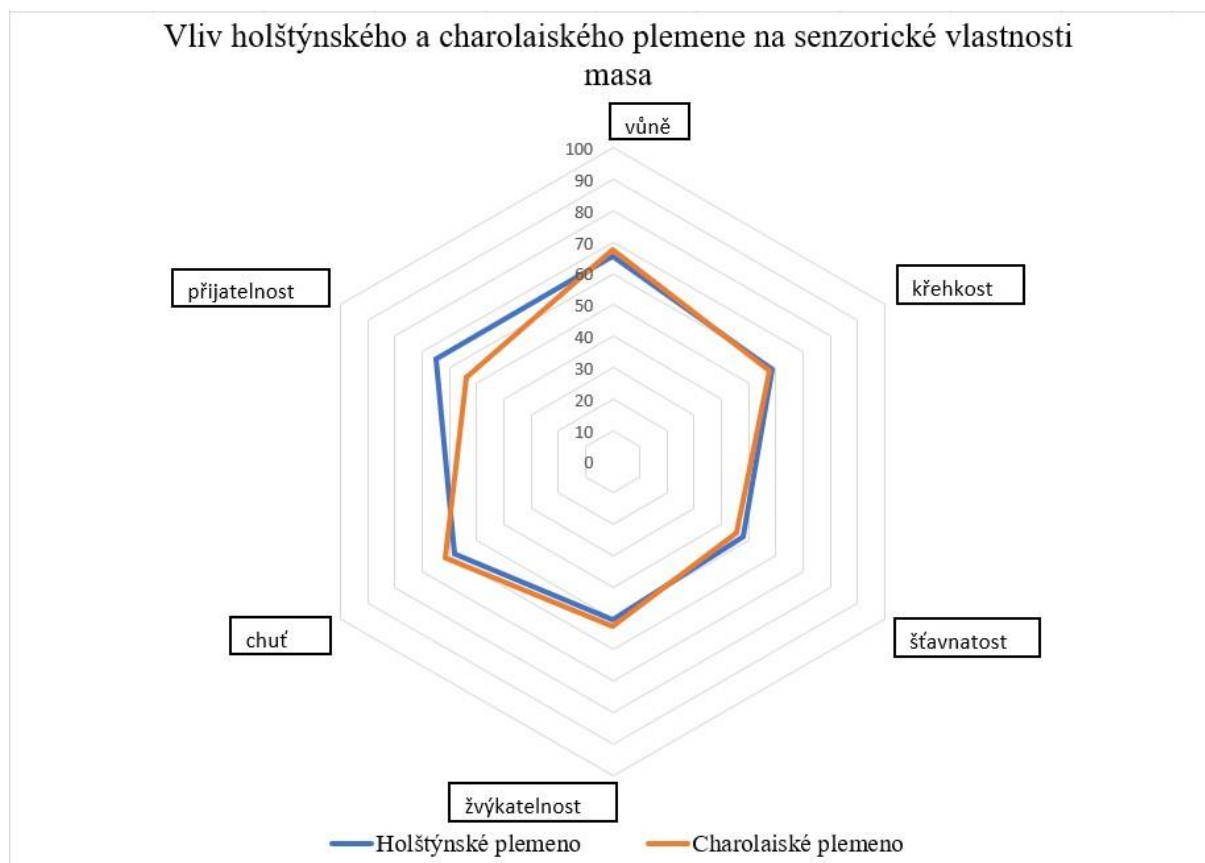
V rámci prezentovaných výsledků sensorické analýzy bylo hodnoceno šest klíčových charakteristik: intenzita vůně, křehkost, šťavnatost, žvýkatelnost, intenzita chuti a celková přijatelnost. Hodnotící škála se pohybovala od 0 do 100, přičemž 0 reprezentuje nejnižší a 100 nejvyšší možné hodnocení.

Graf číslo 1 znázorňuje, že maso holštýnského plemene bylo ve srovnání s charolaiským plemenem preferováno ve třech z šesti hodnocených kategorií. To naznačuje, že sensorické vlastnosti masa obou plemen jsou vyrovnané, s určitými rozdíly v preferencích hodnotitelů. Maso holštýnského plemene bylo hodnoceno jako přijatelnější, dále se u něj objevily mírně vyšší hodnoty v křehkosti a šťavnatosti. Naopak, charolaiské plemeno vykazovalo lehce vyšší skóre v intenzitě vůně a chuti, jakožto i ve žvýkatelnosti.

Výsledky poukázaly na to, že obě plemena nabízí podobné sensorické kvality v několika stěžejních oblastech, jako jsou vůně, křehkost a šťavnatost, zdůrazňující jejich silné stránky v sensorickém profilu. Tyto zjištění naznačují, že přestože mezi oběma plemeny existují určité rozdíly v preferencích hodnotitelů, obě plemena mají významné sensorické kvality, které je činí atraktivními pro spotřebitele.

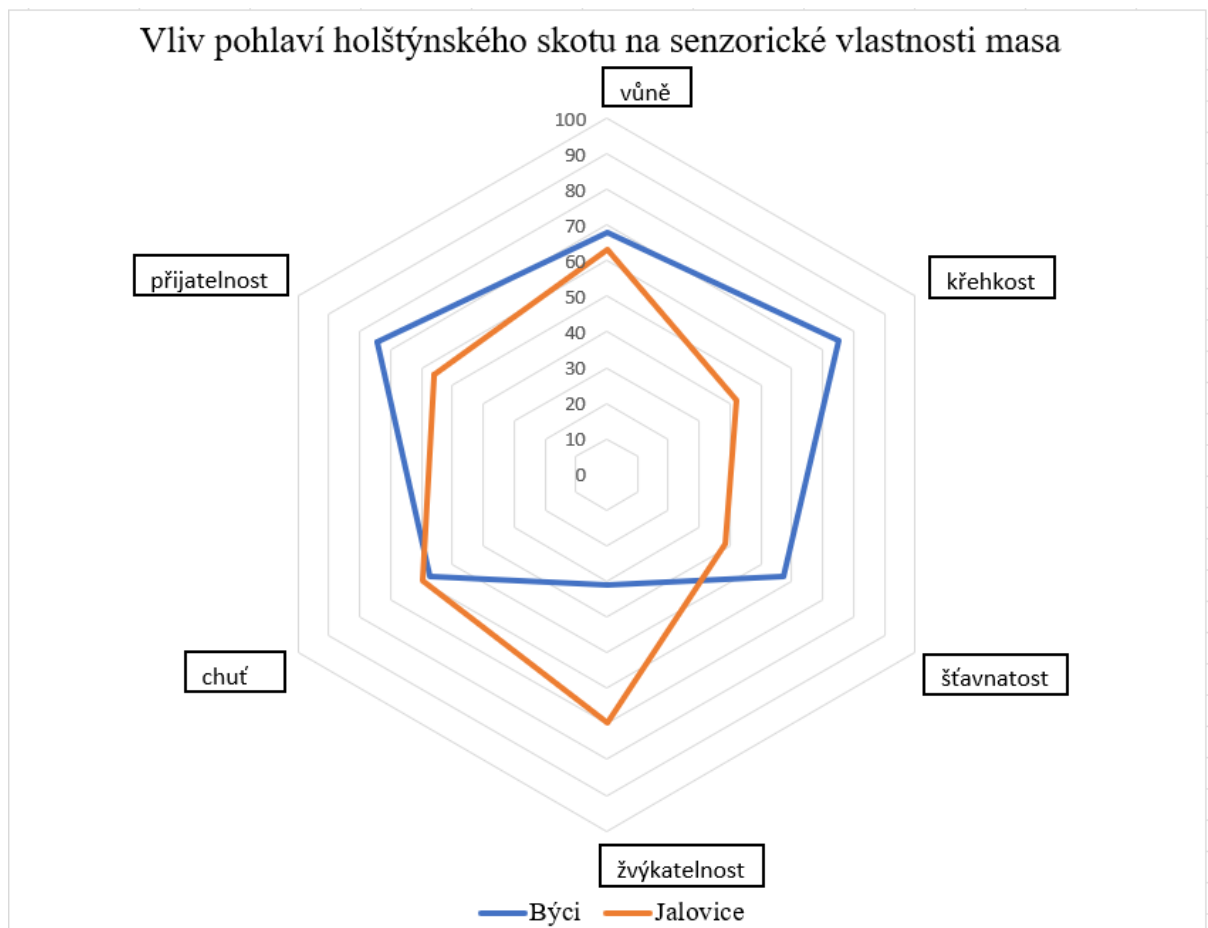
Z analýzy grafu číslo 2 vyplývá, že maso pocházející od holštýnských býků bylo posuzováno jako křehčí a šťavnatější, získalo vyšší hodnocení v celkové přijatelnosti a vynikalo silnější intenzitou vůně ve srovnání s masem od holštýnských jalovic. Na druhou stranu, maso od jalovic bylo preferováno za jeho lepší žvýkací vlastnosti a chuť. Tato zjištění poukazují na to, že maso od býků bylo hodnotícími upřednostňováno kvůli jeho křehkosti a šťavnatosti, zatímco maso od jalovic bylo oceněno pro snadnější žvýkání a jemnější aroma.

Tyto poznatky nabízejí cenné informace pro výrobce a zpracovatele masa, které mohou využít pro optimalizaci svých produktů a mohou posloužit jako důležitá data pro další rozvoj jejich procesů.



Graf č. 2: Senzorické hodnocení vzorku nízkého roštěnce mezi charolaiským a holštýnským skotem





Graf č. 3: Sensorické hodnocení vzorku nízkého roštěnce mezi holštýnskými býky a holštýnskými jalovicemi.

V rámci sensorického hodnocení byly porovnány v tabulce č. 5 atributy jako vůně, křehkost, šťavnatost, žvýkatelnost, chuť a přijatelnost mezi holštýnským a charolaiským plemenem. Statistická analýza neprokázala žádné významné rozdíly mezi oběma plemeny pro žádný z testovaných atributů, jak je patrné z p-hodnot, které všechny přesahují hranici průkaznosti 0,05. Tyto výsledky naznačují, že sensorické charakteristiky obou plemen jsou si podobné a neexistují mezi nimi statisticky významné rozdíly z hlediska hodnocených vlastností na úrovni plemena. Tento závěr potvrzuje homogenitu sensorické kvality mezi porovnávanými plemeny v rámci tohoto testování.

Tabulka č. 5: Porovnání vybraných organoleptických vlastností mezi holštýnským a charolaiským skotem

<b>Plemeno</b>	<b>Holštýn</b>	<b>Charolais</b>	<b>P-value</b>	<b>Průkazné</b>
<b>Vůně</b>	65,50	67,59	0,5345	np
<b>Křehkost</b>	58,66	57,88	0,914	np
<b>Šťavnatost</b>	47,75	45,64	0,6691	np
<b>Žvýkatelnost</b>	50,38	52,66	0,7643	np
<b>Chuť</b>	58,41	61,41	0,4622	np
<b>Přijatelnost</b>	65,16	54,03	0,0681	np

Poznámka: P-value = průkaznost; np = neprůkazné.

Senzorické charakteristiky masa z býků a jalovic byly podrobeny srovnání v tabulce č. 6, přičemž výsledky odhalily statisticky významné rozdíly v křehkosti, šťavnatosti, žvýkavosti a přijatelnosti, což je podpořeno P-hodnotami nižšími než 0,05. Zatímco vůně a chuť mezi býky a jalovicemi nevykázaly statisticky významné rozdíly. Tyto zjištění naznačují, že sensorické kvality masa se liší více na základě pohlaví zvířat nežli na úrovni plemene.

Tabulka č. 6: Porovnání vybraných organoleptických vlastností mezi holštýnskými býky a holštýnskými jalovicemi

<b>Pohlaví</b>	<b>Býk</b>	<b>Jalovice</b>	<b>P-value</b>	<b>Průkazné</b>
<b>Vůně</b>	67,75	63,25	0,3385	np
<b>Křehkost</b>	75,31	42,00	0,0006	ano
<b>Šťavnatost</b>	57,06	38,44	0,011	ano
<b>Žvýkatelnost</b>	31,13	69,63	0,0001	ano
<b>Chuť</b>	57,25	59,56	0,684	np
<b>Přijatelnost</b>	74,50	55,81	0,0053	ano

Poznámka: P-value = průkaznost; np = neprůkazné.

## 6 Diskuze

Hlavním cílem provedeného experimentu bylo vyhodnotit rozdíly ve složení a kvalitě nízkého roštěnce u holštýnských a charolaiských jalovic a býčků. Pro posouzení byl zvolen sval nízký roštěnec (*Musculus longissimus lumborum et thoracis*) odebraný z jatečně zpracovaných těl dvacetiměsíčních zvířat. Důvodem výběru tohoto svalu byla jeho významná velikost v rámci jatečného těla a jeho vysoká hodnota. Pro své homogenní složení je často využíván jako vzorový sval.

### 6.1 Vliv plemene na chemické složení masa

Analýza chemického složení vzorků nízkého roštěnce ukázala minimální rozdíly mezi charolaiským a holštýnským plemenem, což naznačuje srovnatelnou nutriční hodnotu hovězího masa obou plemen. Tento závěr je v souladu s předchozími studii, které také pozorovaly malé rozdíly v chemickém složení masa různých plemen skotu (Bureš et al. 2006; Pogorzelska-Przybyłek et al. 2021). Rozdíl v chemickém složení byl zaznamenán pouze u obsahu dusíkatých látek, se statisticky významnou průkazností ( $P > 0,0007$ ). To podporuje hypotézu, že plemenná příslušnost má přeci jen vliv na složení jatečných těl a kvalitu masných partií a ukazuje, že plemenná příslušnost včetně pohlaví hraje určitou roli v nutričním profilu masa. Obsah tuku byl naměřen vyšší u masného plemene. Tuto hypotézu potvrzuje i výzkumy Warren et al. (2008). Studie je v rozporu s výsledky od Irshad et al. (2013) a dále od Bureš et al. (2012a), kde více tuku bylo naměřeno mléčnému plemeni. Rozdíl ve výsledcích může být vysvětlen malým množstvím zkoumaných vzorků.

Významné rozdíly v této studii byly zaznamenány jen v obsahu dusíkatých látek mezi holštýnským a charolaiským plemenem a naznačují, že holštýnské plemeno může poskytovat maso s potenciálně vyšším obsahem bílkovin, než plemeno masné což může ovlivnit jeho kulinářské využití a nutriční hodnotu. Tento výsledek koresponduje se studií Bureš et al. (2012), kde byl zaznamenán taktéž vyšší podíl bílkovin u mléčného plemene než plemene masného. Na druhou stranu, malé nebo neexistující rozdíly v obsahu vody, sušiny, tuku a popela mezi oběma plemeny naznačují, že obecné nutriční profily hovězího masa těchto plemen jsou si velmi podobné. Tyto zjištění přispívají k diskusi o výběru zvířat pro masnou produkci, kde z nutričního hlediska na výběru zvláště nezáleží ať už z hlediska pohlaví či plemene. Dle této studie lze konstatovat, že na nutriční složení masa se více podílí pohlaví nežli samotné plemeno, což ale není v souladu se studií Rotta et al. (2009), kde se na nutričním složení podílí více samotné plemeno. Rozdíl ve výsledcích může být opět vysvětlen malým množstvím zkoumaných vzorků.

### 6.2 Vliv pohlaví na chemické složení masa

Výzkum neprokázal žádný statisticky významný vliv pohlaví na chemické složení masa, což je v kontrastu s některými dřívějšími studii, které uvádějí rozdíly mezi pohlavími, zejména v obsahu tuku a sušiny (Pogorzelska-Przybyłek et al. 2021). Možným vysvětlením této rozdílnosti může být variabilita ve výživě, věku při porážce nebo plemenné diverzitě vzorků použitých v různých studiích. Toto zjištění naznačuje, že pohlaví nemusí být primárním

faktorem ovlivňujícím chemické složení hovězího masa, alespoň v rámci plemen zkoumaných v této práci.

### 6.3 Senzorická analýza

Senzorické vlastnosti masa hrají zásadní roli ve spotřebitelských preferencích, přičemž v této studii byla zaznamenána mírná preference pro maso z holštýnského plemene oproti charolaiskému, kdy maso holštýnského plemene bylo hodnoceno jako celkově přijatelnější. Ve studii Bureš & Bartoň (2012a) se také umístil holštýnský skot na předních příčkách v celkové přijatelnosti masa mezi plemeny. To může odrážet preferenci holštýnského skotu mezi degustátory. Rozdíl ve vůni, křehkosti, šťavnatosti a chuti mezi plemeny v této studii není významný, což naznačuje, že obě plemena poskytují podobné sensorické kvality. To je v souladu se studií Bureš et al. (2006), kde mezi jednotlivými plemeny byly zjištěny významné, ale obecně malé rozdíly v sensorických vlastnostech.

Zajímavým zjištěním bylo hodnocení intenzity vůně, křehkosti a šťavnatosti, kde všechny tyto tři parametry byly naměřeny vyšší u mléčného plemene než u masného. To je ale v rozporu se studií Bureš et al. (2018), kde byly tyto údaje naměřeny vyšší u mléčného plemene. Intenzita chuti u masného plemene byla výraznější v obou studiích.

Kromě plemenné příslušnosti byl zjištěn výrazný vliv pohlaví na sensorické vlastnosti masa u holštýnského skotu, s výraznějšími rozdíly než mezi plemeny. Maso z jalovic mělo výrazně lepší hodnocení žvýkatelnosti než maso z býků, což je v souladu se studií prováděné na křížencích holštýnského a limousinského skotu Pogorzelska-Przybyłek et al. (2021). Zvláště zajímavé je zjištění, že maso od holštýnských býků bylo hodnoceno jako křehčí, šťavnatější a přijatelnější ve srovnání s masem od jalovic křehkost a šťavnatost, což se se studií Pogorzelska-Przybyłek et al. (2021) neslučuje, stejně jako se studií Bureš & Bartoň (2012b). Naopak vyšší celkovou přijatelnost holštýnských býků odhalila stejně jako tato studie i studie Choat et al. (2006). Studie Lebedová (2022) prokázala u plemene Fleckvieh také vyšší křehkost a šťavnatost u jalovic než býčků. To je opět v rozporu s touto studií, kde býci měli vyšší míru křehkosti a šťavnatosti. Vyšší žvýkatelnost byla ale zaznamenána v obou studiích u jalovic. Vyšší procento intramuskulárního tuku bylo ale naměřeno u jalovic, proto tento trend nelze objasnit jen na základě známých proměnných. Tento fakt ale poukazuje na rozdíly v sensorických vlastnostech masa závislé na pohlaví uvnitř jednoho plemene zdůrazňující důležitost pohlaví jako determinanty kvality masa.

### 6.4 Omezení studie a doporučení pro další výzkum

Omezení studie bylo dáno malým množstvím analyzovaných vzorků a malým panelem. Pro budoucí výzkum se doporučuje provádět rozsáhlejší studie, které by se věnovaly zkoumání dalších aspektů ovlivňujících kvalitu masa, jako je výživa zvířat a podmínky jejich chovu, a to při zahrnutí většího množství vzorků.

## 7 Závěr

V této bakalářské práci byl ověřován vliv plemenné příslušnosti na utváření a kvalitu jatečných těl u mléčného a masného plemene skotu, konkrétně holštýnského a charolaiského. Cílem práce bylo nejen popsat vybraná plemena skotu, charakterizovat maso a faktory ovlivňující jeho kvalitu a ekonomiku produkce, ale také prostřednictvím experimentálního výzkumu vyhodnotit rozdíly v chemickém složení a sensorické kvalitě nízkého roštěnce mezi těmito plemeny.

Experimentální část práce prokázala, že faktory jako jsou pohlaví a plemenná příslušnost mohou ovlivnit kvalitu masa a zůstávají jedním z nejdůležitějších determinantů. Kvalita masa je důležitým aspektem pro spotřebitele, a proto by chovatelé a producenti měli věnovat zvýšenou pozornost selekci plemen s ohledem na požadované tržní vlastnosti masa.

Zjištění naznačují, že plemenná příslušnost nemá vliv chemické složení masa, s výjimkou dusíkatých látek, ale má podstatný vliv na sensorické vlastnosti a organoleptické hodnocení. V rámci porovnání pohlaví stejného plemene výzkum neprokázal statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými složkami. V rámci sensorického hodnocení bylo maso holštýnských býků neočekávaně hodnoceno jako chutnější, šťavnatější i křehčí oproti masu charolaiských býků, ale i holštýnských jalovic. To poukazuje na významný vliv pohlaví na organoleptické vlastnosti masa a zdůrazňuje význam plemenné selekce pro zlepšení kvality hovězího masa.

Práce tak přispívá k hlubšímu porozumění vlivu genetických faktorů na kvalitu hovězího masa a poskytuje důležité informace pro odvětví zemědělství a potravinářství. Výsledky této práce mohou sloužit jako podklad pro další výzkum a pro praxi, kde mohou pomoci při rozhodování o plemenné skladbě stád s ohledem na požadavky trhu a preferencí spotřebitelů na kvalitu masa.

## 8 Literatura

- Aby BA, Aass L, Sehested E, Vangen O. 2012. A bioeconomic model for calculating economic values of traits for intensive and extensive beef cattle breeds. *Livestock Science* **143**(2-3):259-269.
- Ahmed A, Arshad MS, Imran A, Ali SW. 2018. Introductory Chapter: Meat Science and Human Nutrition. InTech, 86 s., ISBN 9781838816339
- Albertí P, Panea B, Sañudo C, et al. 2008. Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livestock Science* **114**(1):19-30.
- Alberts B, Bray D, Hopkin K, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. 2014. Essential cell biology. 4th ed. New York: Garland Science. 864 s., ISBN 9780815344544.
- Álvarez S, Mullen AM, Hamill R, O'Neill E, Álvarez C. 2021. Dry-aging of beef as a tool to improve meat quality. Impact of processing conditions on the technical and organoleptic meat properties. *Advances in Food and Nutrition Research* **95**:97-130.
- Andersen HJ, Oksbjerg N, Young JF, Therkildsen M. 2005. Feeding and meat quality – a future approach. *Meat Science* **70**(3):543-554.
- Arthington JD, Ranches J. 2021. Trace Mineral Nutrition of Grazing Beef Cattle. *Animals*. **11**(10):2764.
- Atkinson JJ, Folett MJ. 1973. Biochemical studies on the discolouration of fresh meat. *Journal of Food Technology* **8**(5):51-58
- Baik M, Lee J, Kim SY, Namal Ranaweera KKTN. 2023. Factors affecting beef quality and nutrigenomics of intramuscular adipose tissue deposition. *Animal Bioscience* **36**(2):350-363.
- Bax ML, Sayd T, Aubry L, Ferreira D, Viala D, Chambon C, Rémond D, Santé-Lhoutellier V. 2013. Muscle composition slightly affects in vitro digestion of aged and cooked meat: Identification of associated proteomic markers. *Food Chemistry* **136**(3-4):1249-1262.
- Belasco EJ, Schroeder TC, Goodwin BK. 2010. Quality risk and profitability in cattle production: A multivariate approach. *Journal of Agricultural and Resource Economics* **35**(3):385-405.
- Beltrán JA, Jaime I, Santolaria P, Sañudo C, Albertí P, Roncalés P. 1997. Effect of Stress-induced High Post-mortem pH on Protease Activity and Tenderness of Beef. *Meat Science* **45**(2):201-207.
- Berry DP, Conroy S, Hegarty PJ, Evans RD, Pabiou T, Judge MM. 2021. Inter-animal genetic variability exist in organoleptic properties of prime beef meat. *Meat Science* 173 (e108401) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108401.
- Blanco M, Joy M, Ripoll G, Sauerwein H, Casasus I. 2011. Grazing lucerne as fattening management for young bulls: technical and economic performance and diet authentication. *Animal* **5**(1):113-122.

- Blumer TN. 1963. Relationship of Marbling to the Palatability of Beef. *Journal of Animal Science* **22**(3):771-778.
- Boler DD, Woerner DR, 2017. What is meat? A perspective from the American Meat Science Association. *Animal Frontiers* **7**(4):8-11.
- Bomba L, Nicolazzi EL, Milanesi M, et al. 2015. Relative extended haplotype homozygosity signals across breeds reveal dairy and beef specific signatures of selection. *Genetics Selection Evolution* **47**(1):25.
- Bonny SPF, Hocquette J.-F, Pethick DW, et al. 2016. The variation in the eating quality of beef from different sexes and breed classes cannot be completely explained by carcass measurements. *Animal* **10**(6):987-995.
- Bonny SPF, Pethick DW, Legrand, I, Wierzbicki, J, Allen P, Farmer LJ, Polkinghorne RJ, Hocquette, J-F, Gardner GE. 2016. European conformation and fat scores have no relationship with eating quality. *Animal* **10**(6):996-1006.
- Boudný J, Janotová B. 2012. Economics of rearing beef cattle during 2008-2010. *Náš chov* **72**(5):36-39.
- Bouška J. 2006. *Chov dojeného skotu*. Praha: Profi Press. 186 s., ISBN 8086726169.
- Bown MD, Muir PD, Thomson BC. 2016. Dairy and beef breed effects on beef yield, beef quality and profitability. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **59**(2):174-184.
- Brester GW, Swanser K, Crosby B. 2022. The Thinning Cash Cattle Market: Evaluating Sample Size, Policy Prescriptions, and Pricing Proxies. *Journal of Agricultural and Applied Economics* **54**(3):531-547.
- Brcsic M, Gottardo F, Tessitore E, Guzzo L, Ricci R, Cozzi G. 2015. Assessment of welfare of finishing beef cattle kept on different types of floor after short – or long-term housing. *Animal* **9**(6):1053-1058.
- Bruce HL, Roy BC. 2019. Production factors affecting the contribution of collagen to beef toughness. *Journal of Animal Science* **97**(5):2270-2278.
- Bureš D, Bartoň L, Zahrádková R, Teslík V, Krejčová M. 2006. Chemical composition, sensory characteristics, and fatty acid profile of muscle from Aberdeen Angus, Charolais, Simmental, and Hereford bulls. *Czech Journal of Animal Science* **51**(7):279-284.
- Bureš D, Bartoň L. 2012a. The chemical composition and sensory characteristics of meat from Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Czech Fleckvieh bulls. *Maso International* **2**(2):125-130.
- Bureš D, Bartoň L. 2012b. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech Journal of Animal Science* **57**(1):34-43.
- Bureš D, Bartoň L. 2018. Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Livestock Science* **214**(1):231-237.

- Cabiddu A, Peratoner G, Valenti B, Monteils V, Martin B, Coppa M. 2022. A quantitative review of on-farm feeding practices to enhance the quality of grassland-based ruminant dairy and meat products. *Animal: an international journal of animal bioscience*. 16 Suppl 1 (e100375) DOI: 10.1016/j.animal.2021.100375.
- Carey M. 2020. Reviewing slaughter performance of Holstein Friesian steers. *Agiland*. Available from: <https://www.agiland.ie/farming-news/reviewing-slaughter-performance-of-holstein-friesian-steers> (accessed February 2024).
- Clarke AM, Drennan MJ, McGee M, Kenny DA, Evans RD, Berry DP. 2009. Intake, live animal scores/measurements and carcass composition and value of late-maturing beef and dairy breeds. *Livestock Science* **126**(1-3):57-68.
- Clinquart, A, Ellies-Oury MP, Hocquette J-F, Guillier L, Santé-Lhoutellier V, Prache S. 2022. On-farm and processing factors affecting bovine carcass and meat quality. *Animal*. 16 Suppl 1 (e100426) DOI: 10.1016/j.animal.2021.100426.
- Cockram MS. 2017. Understanding the effects of handling, transportation, lairage and slaughter on cattle welfare and beef quality. Ensuring safety and quality in the production of beef Volume 2. *Burleigh Dodds Science Publishing* **46**(2):135-180.
- Coleman LW, Schreurs NM, Kenyon PR, Morris ST, Hickson RE. 2023. Growth, carcass and meat quality characteristics of Charolais-sired steers and heifers born to Angus-cross-dairy and Angus breeding cows. *Meat Science* 201 (e109178) DOI: 10.1016/j.meatsci.2023.109178.
- Conanec A, Picard B, Durand D, Cantalapiedra-Hijar, G, Chavent M, Denoyelle C, Gruffat D, Normand J, Saracco J, Ellies-Oury MP. 2019. New Approach Studying Interactions Regarding Trade-Off between Beef Performances and Meat Qualities. *Foods (Basel, Switzerland)* **8**(6):197.
- Corbin CH, Quinn TGO, Garmyn AJ, Legako JF, Hunt MR, Dinh TTN, Rathmann RJ, Brooks JC, Miller MF. 2015. Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. *Meat Science* **100**(2):24-31.
- Crichton SOJ, Kirchner SM, Porley V, Retz, S, von Gersdorff G, Hensel O, Weygandt M, Sturm B. 2017. Classification of organic beef freshness using VNIR hyperspectral imaging. *Meat Science* **129**:20-27.
- Czerwonka M, Szterk A. 2015. The effect of meat cuts and thermal processing on selected mineral concentration in beef from Holstein–Friesian bulls. *Meat Science* **105**:75-80.
- Česko. § 1 zákona č. 154/2000 Sb., o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů (plemenářský zákon) - znění od 1. 11. 2023. In: *Zákony pro lidi.cz*. © AION CS 2010–2024. Available from: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-154#p1> (accessed February 2024).
- De Castro MDL, Priego-Capote F. 2010. Soxhlet extraction: Past and present panacea. *Journal of chromatography* **1217**(16):2383-2389.



- Den Hertog-Meischke MJA, van Laack RJLM, Smulders FJM. 1997. The water-holding capacity of fresh meat. *The Veterinary Quarterly* **19**(4):175-181.
- Du M, McCormick RJ. 2009. *Applied Muscle Biology and Meat Science*. CRC Press.
- Edwards-Callaway LN, Cramer MC, Cadaret CN, Bigler EJ, Engle TE, Wagner JJ, Clark DL. 2021. Impacts of shade on cattle well-being in the beef supply chain. *Journal of Animal Science* **99**(2):375.
- Elmasry G, Sun D-W, Allen P. 2011. Non-destructive determination of water-holding capacity in fresh beef by using NIR hyperspectral imaging. *Food Research International*. **44**(9):2624-2633.
- Feiner G. 2006. Meat products handbook. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. England, CRC Press, 648 s., ISBN 9781855739550.
- Felix TL, Harper JK. 2017. Dairy-Beef Production. *PennState Extension*. [cit. 2024-03-26]. Available from: <https://extension.psu.edu/dairy-beef-production> (accessed February 2024).
- Gagaoua M, Terlouw EMC, Mullen AM. et al. 2021. Molecular signatures of beef tenderness: Underlying mechanisms based on integromics of protein biomarkers from multi-platform proteomics studies. *Meat Science* 172 (e108311) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108311.
- Galiç A, Karslıoğlu Kara N. 2023. Comparison of basic fattening performance of cattle breeds used. *Meat Production in Antalya, Türkiye* **10**(4):944-951.
- Geng CY, Feng X, Luan JM, Ji S, Jin YH, Zhang M. 2022. Improved tenderness of beef from bulls supplemented with active dry yeast is related to matrix metalloproteinases and reduced oxidative stress. *Animal: an international journal of animal bioscience* 16(5) (e100517) DOI: 10.1016/j.animal.2022.100517.
- Gil M, Rudy M, Stanisławczyk R, Duma-Kocan P. 2022. Effect of Traditional Cooking and Sous Vide Heat Treatment, Cold Storage Time and Muscle on Physicochemical and Sensory Properties of Beef Meat. *Molecules* 27(21) (e7307) DOI: 10.3390/molecules27217307.
- Gómez E, Muñoz M, Gatien J, Carrocera S, Martín-González D, Salvetti P. 2020. Metabolomic identification of pregnancy-specific biomarkers in blood plasma of BOS TAURUS beef cattle after transfer of in vitro produced embryos. *Journal of Proteomics* 225 (e103883) DOI: 10.1016/j.jprot.2020.103883.
- Gregory JF, Feldstein D. 1985. Determination of vitamin B-6 in foods and other biological materials by paired-ion high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **33**(3):359-363.
- Groth I, Kijak Z, Wielgosz-Groth Z, Pogorzelska J, Wroński M. 1999. Comparison of meat quality in young Black-and-White breed bulls and their hybrids with beef breeds. *Journal of Animal and Feed Sciences* **8**(2):145-156.
- Guerrero-Legarreta I. 2010. *Handbook of poultry science and technology*. Volume 1, Primary processing. Hoboken, John Wiley. ISBN 9780470185520.

- Guzek D, Głaška D, Pogorzelski G, et al. 2013. Variation of Meat Quality Parameters Due to Conformation and Fat Class in Limousin Bulls Slaughtered at 25 to 27 Months of Age. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **26**(5):716-722.
- Harper GS, Pethick DW. 2004. How might marbling begin? *Australian Journal of Experimental Agriculture* **44**(7):653-662.
- Hayes, BJ, Chamberlain AJ, Maceachern S, Savin K, Mcpartlan H, Macleod I, Sethuraman L, Goddard ME. 2009. A genome map of divergent artificial selection between bos taurus dairy cattle and bos taurus beef cattle. *Animal Genetics* **40**(2):176-184.
- Herrmann H. 2010. Chov masného skotu pro odborníky jiných profesí aneb i pasení krav má své zákonitosti. *ČSCHMS*. Praha. **6**:22-27.
- Hoa V-B, Song D-H, Seol K-H, Kang S-M, Kim H-W, Bae I-S, Kim E-S, Park Y-S, Cho S-H. 2023. A Comparative Study on the Meat Quality, Taste and Aroma Related Compounds between Korean Hanwoo and Chikso Cattle. *Foods* **12**(4):805.
- Hocquette J-F, Botreau R, Picard B, Jacquet A, Pethick DW, Scollan ND. 2012. Opportunities for predicting and manipulating beef quality. *Meat science* **92**(3):197-209.
- Hocquette J-F, Gondret F, Baéza E, Medale F, Jurie C, Pethick DW. 2010. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal: an international journal of animal bioscience* **4**(2):303-319.
- Holdstock J, Aalhus JL, Uttaro BA, López-campos Ó, Larsen IL, Bruce HL. 2014. The impact of ultimate pH on muscle characteristics and sensory attributes of the longissimus thoracis within the dark cutting (Canada B4) beef carcass grade. *Meat Science* **98**(4):842-849.
- Hollo G, Nuernberg K, Somogyi T, Anton I, Hollo I. 2012. Comparison of fattening performance and slaughter value of local Hungarian cattle breeds to international breeds. *Archives Animal Breeding* **55**(1):1-12.
- Holman BWB, Collins D, Kilgannon AK, Hopkins DL. (2020). Using shear force, sarcomere length, particle size, collagen content, and protein solubility metrics to predict consumer acceptance of aged beef tenderness. *Journal of texture studies* **51**(4):559-566.
- Hood DE. 1980. Factors affecting the rate of metmyoglobin accumulation in pre-packaged beef. *Meat Science* **4**(4):247-265.
- Hudetzová Kateřina. 2022. *Situační a výhledová zpráva skot – hovězí maso*. 75 [cit. 2024-03-09]. Available from: <https://eagri.cz/public/portal/-q382557---aDntbuAO/situacni-a-vyhledova-zprava-skot-hovezi> (accessed March 2024).
- Huff-Lonergan E. 2009. Fresh meat water-holding capacity. *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat* **4669**:147-160.
- Huffman DL, Cross HR, Campbell KJ, Cordray JC. 1981. Effect of salt and tripolyphosphate on acceptability of flaked and formed hamburger patties. *Journal Food Science* **46**(1):34-6.

- Hughes JM, Kearney G, Warner RD. 2014. Improving beef meat colour scores at carcass grading. *Animal Production Science* **54**(4):422-429.
- Hughes JM, Oiseth SK, Purslow PP, Warner RD. 2014. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. *Meat science* **98**(3):520-532.
- Choat WT, Paterson JA, Rainey BM, King MC, Smith GC, Belk KE, Lipsey RJ. 2006. The effects of cattle sex on carcass characteristics and longissimus muscle palatability. *Journal of Animal Science* **84**(7):1820-1826.
- Chriki S, Renand G, Picard B, Micol D, Journaux L, Hocquette J-F. 2013. Meta-analysis of the relationships between beef tenderness and muscle characteristics. *Livestock Science* **155**(2-3):424-434.
- Christensen M, Ertbjerg P, Failla S, et al. 2011. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science* **87**(1):61-65.
- Ijaz M, Jaspal MH, Hayat Z, Yar MK, Badar IH, Ullah S, Hussain Z, Ali S, Farid MU, Farooq MZ, Sardar A. 2020. Effect of animal age, postmortem chilling rate, and aging time on meat quality attributes of water buffalo and humped cattle bulls. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho* 91(1) (e13354) DOI: 10.1111/asj.13354.
- Ingr I. 1996. Technologie masa. Vydání 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 273 s., ISBN 80-7157-193-8.
- Ingr I. 2003. Produkce a zpracování masa 1. vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 202 s., ISBN 8071577197.
- Irshad A, Kandeepan G, Kumar S, Kumar Ashish A, Vishnuraj RM, Shukla V. 2013. Factors influencing carcass composition of livestock. *Journal Animal Production Advance* **3**(5):177-186.
- Joo ST, Kim GD, Hwang YH, Ryu YC. 2013. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. *Meat science* **95**(4):828-836.
- Kadlec P, Melzoch K, Voldřich M. 2009. Co byste měli vědět o výrobě potravin? technologie potravin. Monografie. Ostrava, Key Publishing. 536 s., ISBN 978-80-7418-051-4.
- Kadlec P. 2002. Technologie potravin I. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická [Praha]. 300 s., ISBN 8070805099.
- Kameník J, Janštová B, Saláková A. 2014. Technologie a hygiena potravin živočišného původu. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno. 199 s., ISBN: 9788073057237.
- Kameník J. 2014. Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. 327 s., ISBN 9788073056735.
- Karabasil N, Boskovic T, Vicic I, Cobanović N, Dimitrijevic M, Teodorovic V. 2019. Meat quality: Impact of various pre-slaughter conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 333 (e012033) DOI: 10.1088/1755-1315/333/1/012033.

- Kayar T, İnal Ş. 2022. Comparison of slaughter and carcass characteristics of Limousin, Charolais, Angus, and Hereford beef cattle in Turkey. *Tropical Animal Health and Production* **54**(6):355.
- Keane MP, McGee M, O'Riordan EG, Kelly AK, Earley B. 2017. Effect of space allowance and floor type on performance, welfare and physiological measurements of finishing beef heifers. *Animal: an international journal of animal bioscience* **11**(12):2285-2294.
- Keeton JT, Dikeman ME. 2017. Red and white meats—terms that lead to confusion. *Reference Module in Food Science* **7**(4):29-33.
- Kerth CR, Miller RK. 2015. Beef flavor: a review from chemistry to consumer. *Journal of the science of food and agriculture* **95**(14):2783-2798.
- Khan MI, Jo C, Tariq MR. 2015. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors – A systematic review. *Meat science* **110**(3):278-284.
- Khounsaknalath S, Etoh K, Sakuma K, Saito K, Saito A, Abe T, Ebara F, Sugiyama T, Kobayashi E, Gotoh T. 2021. Effects of early high nutrition related to metabolic imprinting events on growth, carcass characteristics, and meat quality of grass-fed Wagyu (Japanese Black cattle). *Journal of animal science* **99**(6):skab123.
- Kirchner MK, Schulze Westerath H, Knierim U, Tessitore E, Cozzi G, Pfeiffer C, Winckler C. 2014. Application of the Welfare Quality® assessment system on European beef bull farms. *Animal: an international journal of animal bioscience* **8**(5):827-835.
- Klont, RE, Brocks L, Eikelenboom G. 1998. Muscle fibre type and meat quality. *Meat Science* **49**(1):219-229.
- Kohout P, Havel E, Matějovič M, Šenkyřík M, Tuček Š, Tomiška M. 2021. *Klinická výživa. Gálen, Praha. 944 s., ISBN 9788074925559*
- Kończak T. 2008. Beef Quality. *Żywność: nauka – technologia – jakość* **56**(15):5-22.
- Kudrnáčová E, Bureš D, Bartoň L, Kotrba R, Ceacero F, Hoffman LC, Kouřimská L. 2019. The Effect of Barley and Lysine Supplementation of Pasture-Based Diet on Growth, Carcass Composition and Physical Quality Attributes of Meat from Farmed Fallow Deer (*Dama dama*). *Animals: an open access journal from MDPI* **9**(2):33.
- Kvapilík J, Zahrádková R. 2007. Vybrané ukazatele chovu krav bez tržní produkce mléka. *Náš chov* **67**(Masný skot speciál):23-27.
- L. Nelson D, M. Cox M. 2004. *Lehninger Principles of Biochemistry. 4th Edition. Wisconsin–Madison: W. H. Freeman. 1130 s., ISBN 9780716743392.*
- Lautenschlaeger R, Upmann M. 2017. How meat is defined in the European Union and in Germany. *Animal Frontiers* **7**(4):57-59.
- Lawrie RA, Ledward DA. 2006. *Lawrie's meat science, 7th Edition. Woodhead Publishing, Cambridge. 464 s., ISBN 9781845691615.*

- Lebedová N, Bureš D, Needham T, Fořtová J, Řehák D, Bartoň L. 2022. Histological composition, physiochemical parameters, and organoleptic properties of three muscles from Fleckvieh bulls and heifers. *Meat science* 188 (e108807) DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108807
- Lepetit J. 2008. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. *Meat Science* **80**(4):960-967.
- Li Ch. 2017. The role of beef in human nutrition and health. Ensuring safety and quality in the production of beef Volume 2. Burleigh Dodds Science Publishing Limited, Cambridge UK. 419 s., ISBN 9781786760609.
- Listrat A, Gagaoua M, Normand J, Gruffat D, Andueza D, Mairesse G, Mourot BP, Chesneau G, Gobert C, Picard B. 2020. Contribution of connective tissue components, muscle fibres and marbling to beef tenderness variability in longissimus thoracis, rectus abdominis, semimembranosus and semitendinosus muscles. *Journal of the science of food and agriculture* **100**(6):2502-2511.
- Listrat, A, Lebret B, Louveau I, Astruc T, Bonnet M, Lefaucheur L, Picard B, Bugeon, J. 2015. How muscle structure and composition determine meat quality. *The Scientific World Journal* **28**(2):125-136.
- Liu T, Lei ZM, Wu JP, Brown MA. 2015. Fatty acid composition differences between adipose depot sites in dairy and beef steer breeds. *Journal of food science and technology* **52**(3):1656-1662.
- Livingston DJ, Brown WD. 1982. The chemistry of myoglobin and its reactions. *Food Technology* **35**(5):244-252.
- Lombardi-Boccia G, Lanzi S, Aguzzi A. 2005. Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. *Journal of Food Composition and Analysis* **18**(1):39-46.
- Long Y, Tang X, Wang W, Peng Y, Dong X, Kang X, Li Y. 2017. A unique method for detecting beef tenderness based on viscoelasticity principle. *Journal of texture studies* **48**(5):433-438.
- Mancini RA, Hunt MC. 2005. Current research in meat color. *Meat science* **71**(1):100-121.
- Marcó A, Rubio R, Compañó R., Casals I. 2002. Comparison of the Kjeldahl method and a combustion method for total nitrogen determination in animal feed. *Talanta* **57**(5):1019-1026.
- Marino R, Albenzio M, Della Malva A, Santillo A, Loizzo P, Sevi A. 2013. Proteolytic pattern of myofibrillar protein and meat tenderness as affected by breed and aging time. *Meat science* **95**(2):281-287.
- Markus SB, Aalhus JL, Janz JAM, and Larsen IL. 2011. A survey comparing meat quality attributes of beef from credence attribute-based production systems. *Canadian Journal of Animal Science* **91**(2):283-294.

- Marvan F, a kol. 2007. Morfologie hospodářských zvířat. ČZU v Praze. Nakladatelství Brázda s.r.o. 303 s., ISBN 9788021316584.
- Mateescu RG, Garmyn AJ, Tait RG, et al. 2013. Genetic parameters for concentrations of minerals in longissimus muscle and their associations with palatability traits in Angus cattle. *Journal of animal science* **91**(3):1067-1075.
- McNeill SH, Harris KB, Field TG, Van Elswyk ME. 2012. The evolution of lean beef: identifying lean beef in today's U.S. marketplace. *Meat science* **90**(1):1-8.
- Mezgebo GB, Moloney AP, O'Riordan EG, McGee M, Richardson RI, Monahan FJ. 2017. Comparison of organoleptic quality and composition of beef from suckler bulls from different production systems. *Animal: an international journal of animal bioscience* **11**(3):538-546.
- Miciński J, Kowalski I, Szarek J, Zwierzchowski G, Wojtkiewicz J. 2012. Health-supporting properties of beef. *Journal of Elemntology* **17**(1):149-157.
- Ministerstvo zemědělství. Situační a výhledová zpráva skot – hovězí maso. Available from: [https://eagri.cz/public/web/file/716758/Skot\\_2022\\_Web.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/716758/Skot_2022_Web.pdf) (accessed March 2024).
- Mojto J, Zaujec K, Gondeková M. 2009. Effect of age at slaughter on quality of carcass and meat in cows. *Slovak Journal of Animal Science* **42**(1):34-37.
- Monsón F, Sañudo C, Sierra I. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat science* **71**(3):471-479.
- Monziols M, Bonneau M, Davenel A, Kouba M. 2005. Tissue distribution in pig carcasses exhibiting large differences in their degree of leanness, with special emphasis on intermuscular fat. *Livestock Production Science* **97**(2-3):267-274.
- Mordenti AL, Brogna N, Canestrari G, Bonfante E, Eusebi S, Mammi LME, Giaretta E, Formigoni A. 2019. Effects of breed and different lipid dietary supplements on beef quality. *Animal Science Journal* **90**(5):619-627.
- Moreira LC, Rosa GJM, Schaefer DM. 2021. Beef production from cull dairy cows: a review from culling to consumption. *Journal of animal science* **99**(7):skab192.
- Morrissey PA, Buckley DJ, Sheehy PJA, Monahan FJ. 1994. Vitamin E and meat quality. *Proceedings of the Nutrition Society* **53**(2):289-295.
- Murray RK. 2002. Harperova Biochemie. 23. vyd., (4. české vyd.), H & H 3. Jinočany: H & H. Lange medical book. 872 s., ISBN 8073190133.
- Mwangi FW, Charmley E, Gardiner CP, Malau-Aduli BS, Kinobe RT, Malau-Aduli AEO. 2019. Diet and Genetics Influence Beef Cattle Performance and Meat Quality Characteristics. *Foods (Basel, Switzerland)* **8**(12): 648.
- Njisane YZ, Muchenje V. 2017. Farm to abattoir conditions, animal factors and their subsequent effects on cattle behavioural responses and beef quality – A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences* **30**(6):755-764.

- Offer G, Knight P, Jeacocke R, Almond R, Cousins T, Elsey J, Parsons N, Sharp A, Starr R, Purslow P. 1989. The Structural Basis of the Water-Holding, Appearance and Toughness of Meat and Meat Products. *Food Structure* **8**(1):17.
- Offer G, Trinick J. 1983. On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils. *Meat science* **8**(4):245-281.
- Oliveira FC, Ferreira CER, Haas, et al. 2017. Chemical castration in cattle with intratesticular injection of sodium chloride: Effects on stress and inflammatory markers. *Theriogenology* **90**(1):114-119.
- Orchard TS, Larson JC, Alghothani N, Bout-Tabaku S, Cauley JA, Chen Z, LaCroix AZ, Wactawski-Wende J, Jackson RD. 2014. Magnesium intake, bone mineral density, and fractures: results from the Women's Health Initiative Observational Study. *The American journal of clinical nutrition* **99**(4):926-933.
- Ortega-Barrales P, Fernández-de Córdoba ML. 2015. Meat. Handbook of mineral elements in food. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK. 621-643. 803 s., ISBN 978-1-118-65436-1.
- Page J, Wulf D, Schwotzer T. 2001. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science* **79**(3):678-687.
- Park RM, Foster M, Daigle CL. 2020. A Scoping Review: The Impact of Housing Systems and Environmental Features on Beef Cattle Welfare. *Animals: an open access journal from MDPI* **10**(4):565.
- Patel N, Bergamaschi M, Magro L, Petrini A, Bittante G. 2019. Relationships of a Detailed Mineral Profile of Meat with Animal Performance and Beef Quality. *Animals: an open access journal from MDPI* **9**(12):1073.
- Pearce KL, Rosenvold K, Andersen HJ, Hopkins DL. 2011. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes. *Meat science* **89**(2):111-124.
- Pennington JAT. 1989. Bowes and Church's Food Values of Portions Commonly Used, Harper and Row, New York, 512 s., ISBN 0781744296.
- Pérez-Palacios T, Ruiz J, Martín D, Muriel E, Antequera T. 2008. Comparison of different methods for total lipid quantification in meat and meat products. *Food chemistry* **110**(4):1025-1029.
- Pesonen M, Huuskonen AK. 2015. Production, carcass characteristics and valuable cuts of beef breed bulls and heifers in Finnish beef cattle population. *Agricultural and Food Science* **24**(3):164-172.
- Pfuhl R, Bellmann O, Kühn C, Teuscher F, Ender K, Wegner J. 2007. Beef versus dairy cattle: a comparison of feed conversion, carcass composition, and meat quality. *Archives Animal Breeding* **50**(1):59-70.
- Picard B, Lefaucheur L, Berri C, Duclos MJ. 2002. Muscle fibre ontogenesis in farm animal species. *Reproduction, nutrition, development* **42**(5):415-431.

- Pipek P, Jirotková D. 2001. Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů. České Budějovice: Jihočeská univerzita. 136 s., ISBN 8070404906.
- Pipek P. 1995. Technologie masa I. 4.přepr. vydání, Kostelecké uzeniny. Praha, 334 s., ISBN 890-7080.
- Pipek P. 1998. Technologie masa II. Kostelní Vydří, 360 s., ISBN 80-7192-283-8.
- Plessis I, Hoffman LC. 2007. Effect of slaughter age and breed on the carcass traits and meat quality of beef steers finished on natural pastures in the arid subtropics of South Africa. *South African Journal of Animal Science* **37**(3):143-153.
- Pogorzelska-Przybyłek P, Nogalski Z, Sobczuk-Szul M, Momot M. 2021. The effect of gender status on the growth performance, carcass and meat quality traits of young crossbred Holstein-Friesian×Limousin cattle. *Animal bioscience* **34**(5):914-921.
- Pogorzelska-Przybyłek P, Nogalski Z, Sobczuk-Szul M, Purwin C, Kubiak D. 2018. Carcass characteristics and meat quality of Holstein-Friesian × Hereford cattle of different sex categories and slaughter ages. *Archives Animal Breeding* **61**(2):253-261.
- Pollock V. 2007. Proteins. The Comprehensive Pharmacology Reference, Elsevier. 11 s., ISBN 9780080552323.
- Ramos A, Cabrera MC, Saadoun A. 2012. Bioaccessibility of Se, Cu, Zn, Mn and Fe, and heme iron content in unaged and aged meat of Hereford and Braford steers fed pasture. *Meat Science* **91**(2):116-124.
- Ribeiro FA, Lau SK, Furbeck RA, Herrera NJ, Henriott ML, Bland NA, Fernando SC, Subbiah J, Sullivan GA, Calkins CR. 2021. Ultimate pH effects on dry-aged beef quality. *Meat science* 172 (e108365) DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108365.
- Rotta PP, Prado RM, Prado IN, Valero MV, Visentainer JV, Silva RR. 2009. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences* **22**(12):1718-1734.
- Sadowska A. 2017. The quality of steer and bull meat obtained by crossing holstein-friesian cows with charolais bulls. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* **54**(0-4):899-905.
- Sahin, A, Miran B, Yıldırım İ, Önenç A, Alçiçek A. 2009. Fattening costs of beef breeds reared under controlled conditions and the determination of optimum fattening period. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* **33**(6):1-9.
- Sakarya E, Gunlu A. 1996. A Study on Determination of Optimal Fattening Period of Limousine X Jersey Cross-Breeds and Holstein Bulls. *Ankara Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* **43**:112-120.
- Sakowski T, Grodkowski G, Gołbiewski M, Słószar J, Kostusiak P, Solarczyk P, Puppel K. 2022. Genetic and Environmental Determinants of Beef Quality. *Frontiers in Veterinary Science* 9 (e819605) DOI: 10.3389/fvets.2022.819605.



- Sambras HH. 2006. Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata: 250 plemen. Praha: Brázda. 295 s., ISBN 8020903445.
- Sasaki K, Motoyama M, Yasuda J, Yamamoto T, Oe M, Narita T, Imanari M, Fujimura S, Mitsumoto M. 2010. Beef texture characterization using internationally established texture vocabularies in ISO5492:1992: differences among four different end-point temperatures in three muscles of Holstein steers. *Meat science* **86**(2):422-429.
- Scollan ND, Price EM, Morgan SA, Huws SA, Shingfield KJ. 2017. Can we improve the nutritional quality of meat? *The Proceedings of the Nutrition Society* **76**(4):603-618.
- Semba RD. 2012. The Discovery of the Vitamins. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* **82**(5):310-315.
- Sevane N, Nute G, Sanudo C, Cortes O, Canon J, Williams JL, Dunner S. 2014. Muscle lipid composition in bulls from 15 European breeds. *Livestock Science* **160**(1):1-11.
- Schönfeldt HC, Hall N. 2015. Nutrient content of South African red meat and the effect of age and production system. *South African Journal of Animal Science* **45**(3):313-324.
- Silva JA, Patarata L, Martins C. 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat science* **52**(4):453-459.
- Sinclair, KD, Lobley GE, Horgan, GW, Kyle DJ, Porter AD, Matthews KR, Maltin CA. 2001. Factors influencing beef eating quality 1. Effects of nutritional regimen and genotype on organoleptic properties and instrumental texture. *Animal Science* **72**(2):269-277.
- Steinhauser L. 2000. Produkce masa. Brno. 464 s., ISBN 8090026079.
- Steinhauser L. a kol. 1995. Hygiena a technologie masa. LAST, Tišnov, 643 s., ISBN 8090026044.
- Straka I, Malota L. 2006. Chemické vyšetření masa: (klasické laboratorní metody). Tábor: OSSIS. 94 s., ISBN 8086659097
- Střeleček F, Kollar P. 2002. Searching the proportional level of operating costs – specification of the minimum volume of production. *Agricultural Economics – Czech* **48**(3):106-16.
- Su L, Li H, Xin X, Duan Y, Hua XQ, Jin Y. 2013. Muscle Fiber Types, Characteristics and Meat Quality. *Advanced Materials Research* **634-638**(1):1263-1267.
- Suman SP. 2012. Application of proteomics to understand meat quality. Handbook of meat and meat processing. CRC Press. 1000 s., ISBN 9780429151460
- Sun X, Chen KJ, Maddock-Carlin KR, Anderson VL, Lepper AN, Schwartz CA, Berg EP. 2012. Predicting beef tenderness using color and multispectral image texture features. *Meat Science* **92**(4):386-393.
- Syrůček J, Kvapilík J, Bartoň L, Vacek M, Stádník L. 2017. Economic efficiency of bull fattening operations in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **65**(2):527-536.
- Syrůček J, Kvapilík J, Bartoň L, Vacek M, Stádník L. 2017. Economic efficiency of suckler cow herds in the Czech Republic. *Zemědělská ekonomika* **63**(1):34-43.

- Syrůček J. 2024. Výzkumný ústav živočišné výroby, V.V.I. VÚŽV. *Výzkumný ústav živočišné výroby*. Available from: <https://vuzv.cz/vyvoj-cen-zivocisnych-komodit> (Accessed 2024 March).
- Szałkowska A, Modzelewska-Kapituła M. 2017. Collagen profile and tenderness of strip loin and silverside originated from polish Holstein-Friesian bulls of the black and white variety. *Acta Alimentaria* **46**(3):378-383.
- Taylor P, Cheng Q, Sun D. 2008. Factors Affecting the Water Holding Capacity of Red Meat Products: A Review of Recent Research Advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **48**:137-159.
- Thiex N, Novotny L, Crawford A. 2012. Determination of ash in animal feed: AOAC official method 942.05 revisited. *Journal of AOAC International* **95**(5):1392-1397.
- Thompson M, Owen L, Wilkinson K, Wood R, Damant A. 2002. A comparison of the Kjeldahl and Dumas methods for the determination of protein in foods, using data from a proficiency testing scheme. *The Analyst* **127**(12):1666-1668.
- Tornberg E. 2005. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science* **70**(3):493-508.
- Tornberg E. 2013. Engineering processes in meat products and how they influence their biophysical properties. *Meat Science* **95**(4):871-878.
- Trojan S. 2003. *Lékařská fyziologie*. Vyd. 4., přeprac. a dopl. Praha: Grada. 772 s., ISBN 80-247-0512-5.
- Troy DJ, Tiwari BK, Joo ST. 2016. Health Implications of Beef Intramuscular Fat Consumption. *Korean Society for Food Science of Animal Resources* **36**(5):577-582.
- ÚZEI. 2015. *Costs of agricultural products*. Institute of Agricultural Economics and Information. Available from: [http://www.uzei.cz/data/usr\\_001\\_cz\\_soubory/2013.pdf](http://www.uzei.cz/data/usr_001_cz_soubory/2013.pdf) (Accessed 2024 March).
- Van Elswyk ME, McNeill SH. 2014. Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: the U.S. experience. *Meat science* **96**(1):535-540.
- Velíšek J. 1999. *Chemie potravin*. Vyd. 1. Tábor: OSSIS. 342 s., ISBN 8090239153.
- Velíšek J. 2002. *Chemie potravin 1*. Tábor: OSSIS. 344 s., ISBN 8086659003
- Venkata Reddy B, Sivakumar AS, Jeong DW, Woo YB, Park SJ, Lee SY, Byun JY, Kim CH, Cho SH, Hwang I. 2015. Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho* **86**(1):1-16.
- Warner RD, Greenwood PL, Pethick, DW, Ferguson DM. 2010. Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Science* **86**(1):171-183.

- Warren HE, Scollan ND, Enser M, Hughes SI, Richardson RI, Wood JD. 2008. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science* **78**(3):256-269.
- Watanabe A, Daly CC, Devine CE 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat science* **42**(1):67-78.
- Wegner, J, Albrecht E, Fiedler I, Teuscher F, Papstein HJ, Ender K. 2000. Growth – and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. *Journal of animal science* **78**(6):1485-1496.
- Windham CT, Wyse BW, Hansen RG. 1990. Thiamin, Riboflavin, Niacin and Pantothenic Acid. *Meat and Health. Advances in Meat Research*. England. 554 s., ISBN 1851664521.
- Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality. *Meat science* **78**(4):343-358.
- 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**(1):21-32.
- Wood JD. 1984. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. *Fats in animal nutrition*. Butterworths-Heinemann Ltd., London. 521 s., ISBN 0408108649.
- Worthington-Roberts BS, Breskin MW, Monsen ER. 1988. Iron status of premenopausal women in a university community and its relationship to habitual dietary sources of protein. *The American journal of clinical nutrition* **47**(2):275-279.
- Wu G, Farouk MM, Clerens S, Rosenvold K. 2014. Effect of beef ultimate pH and large structural protein changes with aging on meat tenderness. *Meat science* **98**(4):637-645.
- Xing T, Gao F, Tume RK, Zhou G, Xu X. 2019. Stress Effects on Meat Quality: A Mechanistic Perspective. *Comprehensive reviews in food science and food safety* **18**(2):380-401.
- Young JF, Therkildsen M, Ekstrand, B, Che BN, Larsen MK, Oksbjerg N, Stagsted J. 2013. Novel aspects of health promoting compounds in meat. *Meat science* **95**(4):904-911.
- Young OA, Frost DA, Agnew M. 2012. Analytical methods for meat and meat products. *Handbook of meat and meat processing*. 2nd ed. CRC Press. 139-159. 1000 s., ISBN 9781439836835.
- Yu H, Zhang S, Liu X, Lei Y, Wei M, Liu Y, Yang X, Xie P, Sun B. 2022. Comparison of physiochemical attributes, microbial community, and flavor profile of beef aged at different temperatures. *Frontiers in mikrobiologi* **13** (e1091486) DOI: 10.3389/fmicb.2022.1091486.
- Zahrádková R. 2009. Masný skot: od A do Z. 1. vyd. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu. 397 s., ISBN 9788025442296.
- Zeece M. 2020. Proteins. Introduction to the Chemistry of Food. 1st. Nebraska, United States of America, s. 37-79. 430 s., ISBN 9780128094341.

## 9 Seznam použitých zkratek a symbolů

ATPasy	adenosin trifosfatáza
mg/100 g	miligramů na 100 g vzorku
WHC	vodní kapacita
CZK	koruna česká
P >	statistická průkaznost

