

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2015

Bc. MONIKA ŠMACHOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav Chovu a šlechtění zvířat



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



Vyhodnocení obsahu aminokyselin v hovězím mase býků českého strakatého plemene
Diplomová práce

Vedoucí práce:
doc.Ing. Radek Filipčík Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Monika Šmachová

Brno 2015

ZADÁNÍ

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci „*Vyhodnocení obsahu aminokyselin v hovězím mase býků českého strakatého plemene*“ vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Radkovi Filipčíkovi, Ph.D za jeho odbornou pomoc a cenné rady a připomínky, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce a za ochotu, kterou vždy měl. Děkuji také svým rodičům a příteli za jejich všestrannou podporu při studiu na Agronomické fakultě.

ABSTRAKT

Úkolem diplomová práce s názvem: "Vyhodnocení obsahu aminokyselin v hovězím mase býků českého strakatého plemene" bylo vyhodnocení závislostí vybraných faktorů na kvalitativní parametry hovězího masa, především však na obsah volných aminokyselin. Právě aminokyseliny patří mezi nejvýznamnější ukazatele nutriční kvality masa.

Byl sledován vliv porážkového věku (520 - 540 dnů a 640 - 760 dnů) a vliv hmotnosti JUT – jatečně upraveného těla (220 - 300 kg, 301 - 350 kg a 351 - 500 kg), oba tyto ukazatele měly prokazatelný vliv na kvalitu masa. V případě esenciálních volných aminokyselin byl zcela nejvíce zastoupen leucin, jeho množství bylo u zvířat ve starších a hmotnostně těžších kategoriích nejvyšší. Dále byl pozorován vliv netto přírůstku ($\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$), v tomto případě byla zvířata zařazena do kategorií 437 - 550 $\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$, 551 - 600 $\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$ a 600 – 880 $\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$. Posledním faktorem, jehož vliv byl sledován ve vztahu ke kvalitě masa, byla genotypizace býků na prokázání přítomnosti, či nepřítomnosti leptinového genotypu označovaného alelou „T“.

Klíčová slova: nutriční kvalita masa, technologická kvalita masa, bílkoviny, aminokyseliny

ABSTRACT

The aim of the thesis named: "Evaluation of amino acid content in beef meat of Czech Fleckvieh bulls" was to evaluate the dependence of selected factors on the quality parameters of beef, but primarily on the content of free amino acids. Amino acids are among the most important indicators of the nutritional quality of meat.

The influence of slaughter age (520 - 540 days and 640 - 760 days) and the effect of carcass weight (220 - 300 kg, 301 - 350 kg and 351 - 500 kg) was analysed, both these indicators have a demonstrable effect on meat quality. In the case of essential free amino acid, the most represented was leucine, the amount of leucine was highest in animals in older and heavier weight categories. Furthermore, an effect of net gain ($\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$) was observed, in this case the animals were categorized as follows: 437 – 550 $\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$, 551 -600 $\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$ and 601 - 880 $\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$. Last factor whose effect was observed in relation to the quality of the meat was genotyping bulls in order to prove the presence or absence of leptin genotype allele called "T".

Key words: *nutritional quality of meat, technological meat quality, proteins, amino acids*

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2.1	Charakteristika masa	11
2.2	Chemické složení masa.....	12
2.2.1	Bílkoviny	12
2.2.1.1	Aminokyseliny	14
2.2.2	Bílkoviny masa	16
2.2.2.1	Myofibrilární bílkoviny	17
2.2.2.2	Sarkoplasmatické bílkoviny	17
2.2.2.3	Stromatické bílkoviny	18
2.3	Faktory ovlivňující obsah proteinů a aminokyselin v mase.....	19
2.3.1	Plemenná příslušnost	19
2.3.2	Porážkový věk.....	22
2.3.3	Porážková hmotnost zvířete.....	24
2.3.4	Pohlaví	25
2.3.5	Výživa.....	25
2.3.6	Zrání.....	26
3	CÍL PRÁCE	28
4	METODIKA A MATERIÁL	29
4.1	Charakteristika zvířat	29
4.2	Laboratorní analýzy.....	31
4.2.1	Stanovení sušiny	31
4.2.2	Stanovení celkového proteinu.....	31
4.2.3	Stanovení obsahu intramuskulárního tuku.....	31
4.2.4	Energetická hodnota	31
4.2.5	Stanovení popelovin	32
4.2.6	Stanovení vaznosti vody	32
4.2.7	Stanovení kolagenních bílkoviny.....	32
4.2.8	Stanovení plochy MLT	32
4.2.9	Stanovení diametru svalového vlákna	32

4.2.10	Stanovení barvy masa	33
4.2.10.1	Parametry barevného spektra podle CIELab	33
4.2.10.2	Obsah svalových pigmentů.....	33
4.2.11	Stanovení pH48.....	33
4.2.12	Stanovení obsahu volných aminokyselin a některých jejich derivátů	34
5	VÝSLEDKY	35
5.1	Nutriční kvalita hovězího masa	35
5.2	Technologická kvalita hovězího masa	37
5.3	Parametry barvy masa.....	39
5.4	Obsah volných esenciálních a semiesenciálních aminokyselin v mase.....	40
5.5	Obsah volných neesenciálních aminokyselin a derivátů aminokyselin v mase ..	44
6	ZÁVĚR	48
7	SEZNAM LITERATURY	50
8	SEZNAM TABULEK.....	56
9	SEZNAM GRAFŮ	57

1 ÚVOD

Maso je považováno za základní potravinu lidstva už od pradávna. Jeho význam je zřejmý především z pohledu nutričního složení, a to pro svůj obsah plnohodnotných bílkovin, vitamínů skupiny B, minerálních látek (železa, zinku, vápníku, draslíku), ale také pro svou pestrou škálu kulinárního využití a výborné sensorické vlastnosti. Maso je také v současné době předmětem mnoha odborných diskuzí s otázkou jeho podílu na výskytu civilizačních chorob. Současně je zde také myšlenka, zda člověk maso k výživě opravdu potřebuje. Tyto teorie mají řadu odpůrců i přívrženců. Z pohledu nutričního složení je však význam masa ve výživě značný. Maso se podílí na vyvážené a pestré stravě, odpovídající fyziologickým potřebám člověka a jeho přiměřená konzumace je tedy potřebná k celkovému tělesnému i duševnímu zdraví. Maso by však mělo být střídáno s rostlinnými a jinými živočišnými zdroji bílkovin.

Právě z nutričního hlediska je v popředí maso hovězí, které se i přes jeho vlastnosti drží na straně spotřebitelského nezájmu, dále maso telecí a drůbeží. Maso králičí je cenné pro nízký obsah tuku.

Na složení masa, a také na jeho technologické vlastnosti a celkovou kvalitu působí řada faktorů, mezi které patří pohlaví, způsob výživy, porážková hmotnost, porážkový věk nebo stupeň zrání masa aj. Řadu z těchto faktorů může bezprostředně ovlivnit chovatel.

Mezi nejrozšířenější plemena skotu chovaná na území České republiky patří český strakatý skot. Je rozšířen pro jeho vynikající vlastnosti a široké využití. Vyznačuje se dobrým zdravotním stavem, pravidelnou plodností, vysokému příjmu a využití objemných krmiv i schopností k pastvě.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Charakteristika masa

Masem mohou být všechny části živočišných těl, v čerstvém nebo upraveném stavu, které jsou vhodné pro výživu člověka. V užším slova smyslu se masem rozumí příčně pruhovaná svalovina z těl teplokrevných jatečných zvířat, spolu s vazivovými součástmi svalů, intramuskulárním a povrchovým tukem, cévami, mízními uzlinami, nervy, kostmi a v některých případech i opařenou kůží (Steinhauser a kol., 2000).

Celosvětová spotřeba masa každým rokem stoupá. Se zvyšující se životní úrovní v rozvojových zemích a jejich bohatnutím, se zvyšuje i konzumace masa. Ve vyspělých zemích spotřeba masa spíše stagnuje, proto právě rozvojové země ovlivňují spotřebu masa kladným směrem. Celosvětově zaujímá největší objem produkce maso vepřové.

V posledním dvacetiletém období byl zaznamenán největší rozmach v oblasti konzumace hovězího masa v Asii. V Evropě došlo v tomto období spíše k poklesu produkce o 45% (Kameník a kol., 2014).

Co se týká spotřeby masa, v ČR se tato hodnota v uplynulých letech poměrně stabilně pohybovala kolem 80 kg. Detailněji je spotřeba některých druhů masa v ČR popsána v tabulce 1.

Tab. 1: Spotřeba masa v kg v ČR v hodnotě „na kosti“ (Kameník a kol., 2014)

	2007	2010	2011
Maso celkem	81,5	79,1	78,6
Vepřoví	42,0	41,6	42,1
Hovězí	10,8	9,4	9,1
Drůbeží	24,9	24,5	24,5

2.2 Chemické složení masa

Chemické složení masa je významným znakem jeho jakosti. Od chemického složení je odvozena nutriční a senzorická hodnota, technologické a kulinární vlastnosti a bezpečnost masa ze zdravotního hlediska (Ingr, 2003).

Těla jatečných zvířat mají různý podíl svaloviny, tukových tkání a kostí. Jednotlivé podíly jsou ovlivněny druhem zvířete, plemenem, pohlavím, věkem aj.,

Velkou část svalu tvoří voda, její zastoupení činí 75 %. Mezi další důležité látky patří:

- Bílkoviny 18 - 22 %
- Tuk 2 - 3 %
- Minerální látky 1 - 1,5 %
- Vitamíny - především skupiny B
- Extraktivní látky
- Sacharidy malé množství, především glykogen

2.2.1 Bílkoviny

Bílkoviny patří mezi nutričně nejvýznamnější složku masa a jsou důležité také z hlediska technologického. Jejich obsah činí 18 - 22 %. Jedná se o „plnohodnotné bílkoviny“, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny v množství potřebném pro výživu člověka (Ingr, 2003).

Bílkoviny jsou hlavním zdrojem dusíku v potravě, obsahují ho v průměru 16 % hmotnosti. Minimální potřeba plnohodnotného proteinu u dospělého člověka je 0,5 - 0,6 g.kg⁻¹ tělesné hmotnosti. Protože ne všechny aminokyseliny jsou z proteinů využity v optimálním množství, běžně doporučovaná dávka činí 1,0 - 1,2 g.kg⁻¹. Vyšší potřeba proteinů je dětí a kojících žen, které ztrácejí část proteinů mateřským mlékem (Velíšek, 1999).

Peptidy a proteiny jsou složeny hlavně z aminokyselinových zbytků, které jsou vzájemně vázány pomocí peptidových vazeb.

Dle zastoupení aminokyselin rozeznáváme:

- Oligopeptidy - 2 až 10 aminokyselin
- Polypeptidy - 11 až 100 aminokyselin

- Proteiny - více než 100 aminokyselin

Obvykle se v mase vyskytuje asi 23 různých aminokyselin, zřídka kdy se vyskytují jiné (Davídek a kol., 1983).

Bílkoviny mohou mít různé vlastnosti i složení, proto je rozdělujeme z různých hledisek. Každou skupinu pak tvoří proteiny podobných vlastností nebo chování.

Rozdělení proteinů dle struktury a složení:

1. **Jednoduché proteiny**, které obsahují pouze vázané aminokyseliny.
2. **Složené neboli konjugované**, mají kromě aminokyseliny vázanou ještě jinou složkou (Davídek a kol., 1983).

Bílkoviny můžeme zařadit do několika skupin také podle toho, jakou funkci vykonávají v organismu, a to: strukturní, transportní, katalytickou, pohybovou, zásobní, senzorickou, regulační, obranou a výživovou.

V případě tepelného opracování potravin a potravinářských surovin nebo jiného zpracování, u kterého dochází k řadě fyzikálních a chemických změn proteinů dochází k procesu označovaném jako denaturace. Z tohoto důvodu rozdělujeme proteiny v potravinách podle toho, v jakém stavu se nacházejí na:

- Nativní - mají zachovány biologické funkce
- Denaturované - ty, které tyto funkce už nemají
- Upravené - řadí se mezi potravinářská aditiva pro zvláštní účely (Velíšek, 1999)

Hovězí maso obsahuje bílkoviny, které jsou vysoce stravitelné a tvoří je všechny esenciální aminokyseliny, které musí lidské tělo přijímat. Kvalita bílkovin masa je tedy větší než kvalita bílkovin rostlinného původu (Zahrádková, 2009).

V následující tab. 2 je znázorněn procentuální obsah bílkovin u vybraných částí hovězího masa.

Tab. 2: Obsah bílkovin v hovězím mase (Steinhauser a kol., 2000)

Maso	Bílkoviny %
Hovězí plec	21,4
Hovězí kýta	20,2
Hovězí svíčková	19,3
Hovězí roštěnec	20,6

2.2.1.1 Aminokyseliny

Aminokyseliny se nacházejí v potravinách jako základní stavební jednotky peptidů, bílkovin, ale mohou se vyskytovat také volné. Určité aminokyseliny se vyskytují pouze v určitých druzích rostlin a živočichů nebo v jiných organismech, jiné jsou rozšířeny obecně. V materiálech přírodního původu bylo nalezeno asi 700 různých aminokyselin.

Některé volné aminokyseliny mohou vykazovat důležité biologické vlastnosti, jako funkci hormonů. Mohou však být také toxické pro člověka a jiné vyšší organismy.

Aminokyseliny mají velký vliv na chuť a jiné organoleptické vlastnosti potravin. Reakce, kterých se účastní aminokyseliny, mají často produkty, které jsou významnými vonnými a chuťovými látkami (Velíšek, 1999).

Dle organoleptických vlastností se mohou aminokyseliny rozdělit do několika skupin:

- **Sladké** - glycin, alanin, treonin, prolin hydroxyprolin
- **Kyselé** - asparagová a glutamová kyselina
- **Hořké** - aminokyseliny s hydrofobními postranými řetězci, tj. leucin, izoleucin, fenylalanin a tyrosin
- **Indiferentní** - ostatní aminokyseliny

U některých sýrů a masa, probíhá při výrobě intenzivní proteolýza. Právě u těchto potravin se uplatňují aminokyseliny jako chuťové látky. Aminokyseliny se mohou používat také ve formě enzymových a kyselých hydrolyzátů jako koření přípravy (Velíšek, Hajšlová, 2009). Ve všech bílkovinách se nacházejí výhradně α -aminokyseliny. Mezi tyto aminokyseliny patří 21 základních neboli kódovaných aminokyselin, v řetězci bílkovin se vyskytují pouze tyto aminokyseliny.

21 základních aminokyselin: glycin, alanin, valin, leucin, izoleucin, serin, treonin, cystein, selenocystein, pyrrolysin, methionin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, asparagin, glutamin, arginin, histidin, fenylalanin, tyrosin, tryptofan, prolin, lysin (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Člověk a jiné živé organismy si dokážou řadu aminokyselin syntetizovat v těle. Lidský organismus si však nedokáže syntetizovat všechny aminokyseliny, část z nich musí přijímat pouze potravou.

Dle schopnosti syntetizovat danou aminokyselinu organismem, je rozdělujeme do tří skupin

- **Esenciální aminokyseliny** jsou tzv. nepostradatelné, lidské tělo si je nedokáže syntetizovat a musí je přijímat potravou. Mezi tyto aminokyseliny patří:
 - Valin – jeho průměrný obsah v bílkovinách masa je 6,9 %
 - Leucin – nachází se ve všech bílkovinách v množství v průměrném množství 7,5 %
 - Isoleucin – jeho zastoupení v mase činí asi 4,6 %
 - Threonin – maso je bohatým zdrojem této aminokyseliny. Jeho obsah se pohybuje kolem 5 %
 - Methionin – jeho obsah v bílkovinách masa činí zhruba 2 - 4 %
 - Lysin – v bílkovinách masa se běžně vyskytuje až 7 - 9 % této aminokyseliny
 - Fenylalanin – tato aminokyselina se vyskytuje v potravě v dostatečném množství, průměrný obsah je 3,5 %
 - Tryptofan – živočišné bílkoviny obsahují 1 - 2 % této aminokyseliny, kromě histonů a kolafgenů, kde se nevyskytuje

- **Neesenciální aminokyseliny** jsou takové, které si živý organismus dokáže syntetizovat. Do této skupiny řadíme:
 - Glycin – obsažen především ve strukturních proteinech
 - Alanin – jeho obsah v běžných bílkovinách je 2 - 12 %
 - Cystein – především v keratinech
 - Serin – průměrné množství v bílkovinách je 7,1 %
 - Asparagová kyselina v množství 5,5 % a asparagin 4,4 %
 - Glutamová kyselina 6,2 % a glutamin 3,9 %
 - Selenocystein

- Tyrosin – doprovází fenylalanin, nachází se v množství 3,5 %
 - Prolin – průměrný obsah je 4,6 %
- **Poloesenciální** - tyto aminokyseliny není schopen syntetizovat mladý organismus, u malých dětí se tedy i neesenciální aminokyseliny stávají esenciálními. Do této skupiny řadíme:
- Arginin – jeho průměrný obsah činí 4,7 %
 - Histidin – v běžných bílkovinách je obsah této aminokyseliny 2 - 3 %

Při dostatečně pestré stravě bývá zásobování esenciálními aminokyselinami zpravidla dostačující. V některých státech je v případě potřeby povoleno také obohacování potravin esenciálními aminokyselinami, především limitujícími. Mezi limitující aminokyseliny je řazení lysin (nízký obsah v rostlinných proteinech) methionin, eventuálně s cysteinem, pro svůj nižší obsah v masných a mléčných proteinech, popřípadě také threonin a tryptofan.

Nedostatek esenciálních aminokyselin v krmivech zvířat může zhoršovat jejich užitkovost, je proto potřeba sledovat jejich množství. Běžně se používají esenciální aminokyseliny jako aditivní látky do krmných směsí (Velíšek, 1999).

Serrano et al. (2005) provedli stanovení, ve kterém sledovali obsah aminokyselin v hovězím steaku. Zjistili, že mezi nejvíce zastoupené aminokyseliny patří lysin a leucin (1,67 a 1,57 g.100g⁻¹). Serin (1,02 g.100g⁻¹) a prolin (1,06 g.100g⁻¹) byly také obsaženy ve větším množství. Aminokyselinou v nejnižším množství byl cystein (0,22 g.100g⁻¹).

2.2.2 Bílkoviny masa

V jednotlivých částech svalového vlákna jsou bílkoviny zastoupeny v různém množství:

- **V sarkolemě** – kolagen a elastin
- **V sarkoplazmě** – myogen, globulin, myoalbumin, myoglobin
- **V myofibrilách** – myosin, aktin, tropomyosin, troponin
- **V jádrech** – nukleoproteidy

Z technologického hlediska jsou bílkoviny rozdělovány nejčastěji podle jejich rozpustnosti ve vodě a solných roztocích. To má zásadní význam pro další zpracování ma-

sa. Rozpustnost je dána poměrem polárních a nepolárních skupin, na vzájemném rozložení a na síle interakcí mezi molekulami bílkovin a rozpouštědlem (Ingr, 2003).

Rozdělení bílkovin dle rozpustnosti:

- *Myofibrilární* (50 – 53 %) - aktin a myosin
- *Sarkoplazmatické* (30 – 34 %) – myoglobin a hemoglobin
- *Stromatické* (10 – 15 %) – kolagen a elastin (Tornberg, 2005)

Obsah svalových bílkovin, tedy bílkovin sarkoplazmatických a myofibrilárních je důležitým ukazatelem jakosti masa a masných výrobků. Bílkoviny aromatické jsou ceněny méně, protože jsou označovány za neplnohodnotné z nutričního i technologického hlediska (Ingr, 2003).

2.2.2.1 Myofibrilární bílkoviny

Myofibrilární bílkoviny představují 50 – 53 % veškerých bílkovin v mase, což odpovídá největší části všech bílkovin (Tornberg, 2005).

Váží podstatný podíl vody v mase a jsou důležité při postmortálních změnách. Rozhodují také o vlastnostech masa. Do této kategorie je zařazeno více než 20 druhů bílkovin, které lze rozdělit do tří podskupin: vláknité (fibrilární) proteiny, které vytvářejí základní strukturu myofibril- do této podtřídy patří aktin a myosin. Další podskupinou jsou regulační proteiny, které zahrnují např. komplex tropomyosin-troponin. Poslední podskupinou jsou podpůrné strukturální proteiny, uplatňující se ve struktuře myofibril, patří sem titin, nebulin, desmin aj. (Kameník a kol., 2014).

Aktinomyosin je komplex, který vytvářejí aktin a myosin vzájemným spojením, dochází k zasouvání tlustých a tenkých filamen.

V období postmortálního ztuhnutí svaloviny ovlivňuje aktinomyosinový komplex vlastnosti masa (Steinhauser a kol., 2000).

2.2.2.2 Sarkoplazmatické bílkoviny

Sarkoplazmatické bílkoviny zahrnují kolem 100 rozdílných proteinů rozpustných ve vodě i slabých solných roztocích (většina enzymů glykolytické dráhy, kreatin kináza, myoglobin). Patří mezi globulární proteiny s relativně nízkou molekulovou hmotností

(17 000 až 92 500 Da) (Kameník a kol., 2014). Z pohledu technologie zpracování mají největší význam hemová barviva – myoglobin a hemoglobin, které způsobují červené zbarvení masa a krve (Ingr, 2003).

- **Myoglobin** se skládá z jednoho peptidového řetězce, s navázanou jednou hemovou skupinou. Způsobuje červené zbarvení svalu a slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech (Ingr, 2003). Obsah myoglobinu v mase je poměrně nízký, ve 100 g hovězího masa se nachází 370 mg, ve světlých vepřových svalech asi 80 mg a tmavém vepřovém mase 140 mg myoglobinu (Steinhauser a kol., 2000).
- **Hemoglobin** je velmi podobný myoglobinu, způsobuje červené zbarvení krve. Ve svalu se nachází při špatném vykrvení zvířete. Jeho obsah v mase, s ohledem na vykrvení je 10 - 50 % obsahu veškerých hemových barviv ve svalu. Rozdílný obsah hemoglobinu závisí na celkovém obsahu hemoglobinu, ale také na obsahu myoglobinu. Zde je negativní korelace. Při srovnatelném vykrvení bývá proto u vepřového masa vyšší obsah hemoglobinu než u hovězího (Steinhauser a kol., 2000).

Myoglobin může tvořit řadu derivátů, pomocí navázaných plynů, např. rumělkově červený oxymyoglobin. V tomto případě se na centrální atom kyslíku naváže atom železa nebo růžově červený nitroxymyoglobin, s navázanou molekulou oxidu dusnatého (Steinhauser a kol., 2000).

U jednotlivých živočichů je zastoupení hemových barviv různé, od 100 až po 10000 mg.kg⁻¹, obsah závisí na nejrůznějších vlivech. Obsah spolu s chemickými změnami mají vliv na zbarvení masa (Steinhauser a kol., 2000).

2.2.2.3 *Stromatické bílkoviny*

Tyto bílkoviny vytvářejí intramuskulární pojivovou tkáň, jejich morfologie a složení je mezi jednotlivými svaly, druhy zvířete a plemeny, a také s věkem odlišná (Purslow, 2005).

Mezi tyto bílkoviny řadíme především kolagen, elastin, retikulín a dále také keratiny, muciny a mukoidy. Stromatické bílkoviny nelze považovat za „plnohodnotné“, protože zcela chybí aminokyseliny tryptofan (Steinhauser a kol., 2000).

- **Kolagen** – tvoří 20 – 25 % z celkového obsahu proteinů v těle zvířat, a proto je také nejvíce zastoupeným proteinem. Jeho složení a obsah ovlivňuje křehkost masa.
- **Elastin** – má žlutou barvu a bezstrukturní vlákna. Nachází se hlavně v elastických vláknech. Tyto vlákna jsou velmi pružná. Po chemické stránce je elastin velmi odolný a nerozpustný.
- **Keratiny** – jakožto bílkoviny vyskytující se v pokožce a kožních útvarech patří keratiny mezi rozšířenou skupinu bílkovin. Jsou mechanicky i chemicky velmi odolné, což je dáno velkým množstvím disulfidických příčných vazeb mezi jednotlivými peptidovými řetězci (Steinhauser a kol., 2000).

2.3 Faktory ovlivňující obsah proteinů a aminokyselin v mase

Vlivy působící na jakost masa, a tedy i obsah proteinů se dělí na genetické, intravitální - působící během života a postmortální- působící po porážce. Znalost těchto vlivů má význam pro vyloučení nebo omezení negativních vlivů na kvalitu masa a pro posílení či využití pozitivních vlivů (Ingr, 2011).

2.3.1 Plemenná příslušnost

Užitkový typ má vliv na nutriční hodnotu masa. Zastoupení bílkovin u jednotlivých užitkových plemen může být odlišné. Šubrt (2004) publikoval obsahy bílkovin v mase býků plemene plavý akvitánský ve výši 21,71 %, u charolaise 21,57 %, aberdeen anguse 20,77 %, limousine 21,38 % a piemontese 23,59 %. Dračková et al. (2013) sledovali vliv užitkového typu skotu na kvalitativní parametry hovězího masa jako obsah bílkovin, tuku a popela. Celkem pozorovali 87 býků- 35 kusů českého strakatého skotu (C), 27 kusů kříženců českého strakatého a galloway (Ga) a 25 kusů kříženců s charolais (CH). Podíl proteinu se u jednotlivých plemen pohyboval v rozmezí 20,98 % až 21,36 % (tab. 3).

Tab. 3: Obsah bílkovin u českého strakatého plemene a kříženců (Dračková et al. 2013)

	C	C x Ga	C x CH
Bílkoviny (%)	21,36	20,98	21,04

Šubrt et al. (2008) ve svém výzkumu provedli analýzu masa celkem 308 býků - kříženců českého strakatého skotu se specializovanými plemeny: aberdeen angust, plavý akvitánský, charolais, limousine, piemontes, masný simentál vykrmovaných v komerčních produkčních podmínkách. Variabilita v zastoupení celkového proteinu mezi zvířaty byla 1,6 – 4,0 %, rozpětí hodnot mezi 20,89 – 21,70 %. Průkazné rozdíly byly zjištěny mezi masem býku plemene aberdeen angus a ostatními plemeny, a také mezi plavým akvitánským a limousine. Nejvyšší obsah proteinu však vykazovala svalovina simentálských býků.

Voříšková a Frelich (2006) provedli hodnocení chemické stavby masa býků různých genotypů. Při náhodných porážkách byly v průběhu dvou let vytvořeny tři skupiny z býků různých genotypů – 23 kusů býků plemene český strakatý skot (C100), 19 kusů býků holštýnského plemene (H100) a 26 kusů býků kříženců plemen českého strakatého a holštýnského plemene s býky masného plemene charolaise (CH). Vzorky masa byly odebrány 24 hodin po porážce a mimo jiné byl stanoven i obsah bílkovin (%). U obsahu dusíkatých látek nebyly zjištěny významné statické rozdíly. Výsledky poukazují na poměrně nízký obsah bílkovin u všech sledovaných skupin a to pod 20 %, i když řada autorů uvádí za optimální obsah bílkovin v mase od 20 do 22 %, což v tomto případě splňoval pouze H100 s obsahem 20,49 %. Jejich výsledky jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4: Obsah dusíkatých látek v mase hovězího roštěnce (Voříšková a Frelich, 2006)

	Plemeno		
	C100 (23)	H100 (19)	CH (26)
Dusíkaté látky (%)	19,65	20,49	19,69

Bureš et al. (2006) zjišťovali chemické složení masa v závislosti na plemenné příslušnosti. V tabulce 5 je uvedeno množství bílkovin u plemene aberden angus, hereford, charolai a masný simentál.

Tab. 5: Chemické složení svalů u masných plemen (Bureš et al., 2006)

Plemeno	Množství bílkovin (%)
Aberdeen angus	20,6
Hereford	21,1
Charolais	21,2
Masný simentál	21,3

Šubrt et al. (2002) analyzovali maso býků zvolených užitkových typů s cílem stanovit difference v profilu 15 aminokyselin. Celkem analyzovali 224 vzorků masa u deseti užitkových typů skotu. Byly stanoveny signifikantní rozdíly ($p < 0,05$) v obsahu esenciálních, semiesenciálních a neesenciálních aminokyselin. Největší rozdíl mezi kombinovanými užitkovými typy byly v obsahu lyzinu (7,76 - 8,75 %). U těchto užitkových typů byli dále zaznamenány rozdíly v obsahu treoninu, valinu a izoleucinu. U výkrmových užitkových typů skotu zjistili největší rozdíly u obsahu valinu, izoleucinu a fenylalaninu. Při hodnocení profilu aminokyselin bylo zcela nejvíce signifikantních rozdílů zjištěno mezi výkrmovými užitkovými typy při sledování obsahu histidinu (3,86 % – limousine, 4,64 % – belgický modrobílý). Z jejich výzkumu vyplývá významnost volby užitkového typu jatečných býků s ohledem na kvalitu svalového proteinu.

Freitas et al. (2014) provedli analýzu nutričního složení masa. Ve svém výzkumu sledovali rozdíl mezi plemeny hereford a kříženců plemene nelore a hereford. 1/4 braford = 1/4 belore a 3/4 herefor. 3/8 braford = 3/8 nelore a 5/8 hereford. Dále pozorovali rozdíly ve složení masa od zvířat pocházejících z výkrmu a z pastvy, kdy polovina zvířat žila na pastvě a druhá byla krmena přesně definovanými krmnými směsmi. V tabulce 6 je uvedena porážková hmotnost a věk zvířat. V Tabulka 7 je uvedeno množství bílkovin u jednotlivých plemen a u způsobu odchovu.

Tab. 6: Porážková hmotnost a věk uvedených plemen (Freitas et al. 2014)

	Hereford	1/4 Braford	3/8 Braford
Porážková hmotnost	472,7 ± 8,96	461,7 ± 8,10	457,8 ± 6,06
Věk (dny)	741 ± 5	751 ± 5	751 ± 5

Tab. 7: Množství bílkovin dle plemene a způsobu odchovu (Freitas et al. 2014)

	Odchov		Plemeno		
	Výkrm	Pastva	Hereford	Braford 1/4	Braford3/8
Bílkoviny (%)	22,38 ± 0,18	22,63 ± 0,16	22,39 ± 0,24	22,45 ± 0,21	22,68 ± 0,16

Serra et al. (2008) ve svém výzkumu sledovali senzorycké vlastnosti masa u tří španělských plemen hovězího skotu a jejich závislost na chemické kvalitě masa. Pozorovanými plemeny byli bruna dels pirineus (BP; n = 69), avilen~a-negra ibe´rica (A-NI; n = 70) a morucha (MO; n = 70). V následující tabulce 8 je uvedena porážková hmotnost a porážkový věk zvířat a vliv plemene na procentuální obsah bílkovin a kolagenu.

Tab. 8: Vliv plemene na obsah bílkovin (Serra et al. 2008)

	Bruna dels Pirineus	Avilen~a-Negra Ibe´rica	Morucha
n	69	70	70
Porážková hmotnost (kg)	540,9	481,1	458,5
Porážkový věk (dny)	378,4	363,3	439,9
Bílkoviny (%)	21,66	21,77	21,93
Kolagen (mg. g⁻¹)	3,15	3,41	3,02

2.3.2 Porážkový věk

Věk zvířete patří mezi významné faktory ovlivňující růst zvířat, podíl jednotlivých tkání, jejich složení a vlastnosti (Ingr, 2003).

Filipčík (2007) provedl hodnocení vlivu porážkového věku na nutriční hodnoty hovězího masa. Zjistil, že obsah bílkovin se s prodlužující dobou výkrmu do 750 dní zvyšuje (21,2 - 21,3 - 21,4 %) až do 750 dní.

V tabulce 9 jsou uvedeny změny v zastoupení bílkovin u skotu v průběhu jejich růstu. Je zřejmé, že dospělí jedinci mají značně vyšší zastoupení myofibrilárních bílko-

vin přičemž obsah sarkoplasmatických bílkovin se v průběhu dospívání mění o něco méně.

Tab. 9: Obsah bílkovin v u mláděte a dospělého skotu (g.100g⁻¹) (Steinhauser, 2000)

	Skot	
	Mládě	Dospělí
Bílkoviny (g.100g⁻¹)		
Sarkoplasmatické	5,0	5,3
Myofibrilární	8,4	13

Bureš et al.(2008) hodnotili chemické složení hovězího masa. Do jejich výzkumu byli zahrnuti mladší býci ve věku 408,8 dne a starší býci ve věku 526,0 dnů. Maso mladších býků obsahovalo 202,8 g.kg⁻¹ bílkovin a maso starších býků 204,8 g.kg⁻¹.

Hall et al. (2013) provedli výzkum, kde sledovali množství bílkovin dle metody Dumase, a také aminokyselinové skóre pomocí kapalinové chromatografie (HPLC). Tento výzkum prováděli na hovězím mase z Jižní Afriky, u 15 částí jatečně upravených těl, ve třech věkových kategoriích a v šesti stupních protučnělosti. Vzorky pocházely od zvířat o hmotnosti 190 až 240 kg jatečně upraveného těla, dle národní klasifikační stupnice, která vychází z věku zvířete a tloušťky kostry. Zvířata byla rozdělena do kategorie A (mladší než 18 měsíců), AB (18 až 24 měsíců) a C (starší než 36 měsíců). Zjistili, že všechny tyto faktory mají vliv na obsah bílkovin v mase. V tabulce 10 je uveden obsah bílkovin (%) ve třech věkových kategoriích u vybraných partií JUT jihoafrického skotu.

Tab. 10: Závislost věku a části JUT na obsahu bílkovin (%) (Hall et al. 2013)

Část JUT	Věk zvířete		
	< 18 měsíců	18 až 24 měsíců	>24 měsíců
Kýta	16,31	17,24	17,49
Svíčková	17,24	16,49	17,41
Plec	18,9	20,8	20,34
Hrudí	16,9	18,66	18,63

Oddy et al. (2001) zjišťovali vliv různých faktorů na chuť, šťavnatost, barvu a nutriční parametry hovězího masa. V jejich práci uvádějí, že věk zvířete a růst kosterní svaloviny ovlivňuje změnu ve struktuře svalu a vede tak k rozdílům v množství bílkovin. Dále uvádějí, že proteiny různých částí JUT obsahují rozdílné zastoupení aminokyselin. Maso pocházející od starších zvířat má tmavší barvu v důsledku vyššího obsahu hemových barviv, je tužší, hrubší a více prorostlé tukem (Černý, 2007).

2.3.3 Porážková hmotnost zvířete

Hmotnost zvířete souvisí s jeho věkem, a jak již bylo zmiňováno výše, může tedy ovlivňovat jakost a chemické složení svaloviny. Z tohoto důvodu i zde platí vhodnost porážky v jatečné zralosti zvířete.

Filipčík et al. (2010) provedli stanovení vlivu hmotnosti jatečně upraveného těla býků na kvalitu hovězího masa. K analýze bylo vybráno 379 kusů býků plemene českého strakatého skotu a kříženců plemene s charolaise, galoway, masný simentál. Jatečně upravená těla byla rozdělena do 3 hmotnostních kategorií: 1: < 300 kg, 2: 301 - 360 kg, 3: > 361 kg. Linearita vzestupu v zastoupení bílkovin v jednotlivých kategoriích nebyla prokázána.

V následující tabulce 11 je znázorněna závislost mezi hmotností zvířete a obsahem bílkovin. Z tabulky je zřejmé, že největší zastoupení proteinu měla jatečná těla o hmotnosti 301 - 360 kg, avšak rozdíly mezi jednotlivými skupinami nebyly průkazné.

Tab. 11: Množství bílkovin dle věku zvířete (Filipčík et al. 2010)

	Hmotnost (kg)		
	< 300	300 - 360	>361
Bílkoviny (%)	21,253 ± 0,113	21,365 ± 0,104	21,296 ± 0,117

Dle Teslíka et al. (1995) je zastoupení bílkovin v mase jatečných těl o hmotnosti do 300 kg na shodné úrovni. V hmotnostní skupině jatečných těl 301-360 kg bylo zastoupení celkového proteinu nejvyšší (21,4 ± 0,1 %). V ostatních hmotnostních kategoriích bylo zastoupení bílkovin 21,3 %.

2.3.4 Pohlaví

Mezi důležité genetické faktory, které mají významný vliv na kvalitu masa, patří pohlaví zvířete. Tento faktor má důležitost především z pohledu tvorby a ukládání tuku, což může souviset také s množstvím bílkovin (Ingr, 2003). U samic je podstatný i vliv říje a březosti. V druhé polovině gravidity je svalovina chudší o nutričně významné složky ve prospěch plodu (Ingr, 2011). Skot se rozděluje podle pohlaví do několika kategorií: býčci, býci, volci, voli, jalovice, prvotelky a krávy. Černý (2007) uvádí, že nejrentabilnější je intenzivní výkrm býčků, využívající vysoké růstové schopnosti samců v mladém věku (500 kg).

Filipčík (2007) vyhodnotil vliv pohlaví na nutriční parametry hovězího masa. Dle jeho výsledků je obsah proteinu poměrně vyrovnaný. Množství proteinu se pohybovalo býci (21,2 %) < volci (21,2 %) < jalovice (21,3 %) < krávy (21,5 %). Jurdová (2012) provedla vyhodnocení vlivu pohlaví na nutriční kvalitu hovězího masa. V obsahu celkového proteinu byl vliv pohlaví prokázán mezi býky poraženými v hmotnosti 501 - 600 kg a jalovicemi poraženými ve váhovém rozpětí 481 - 550 kg.

2.3.5 Výživa

Výživa patří mezi významné faktory, které se podílejí na masné produkci a ovlivňují kvalitu masa a další jatečně využitelných orgánů. Racionální výživa založená na fyziologických potřebách zvířete zajišťuje zdravý vývoj organismu, vysokou masnou produkci a biologickou hodnotu masa (Steinhauser a kol., 2000).

Tvorba proteinu v živočišných tkání je do značné míry ovlivněna výživou. Při nedostatečném množství bílkovin v krmné dávce, popřípadě při hladovění, dochází ve svalech ke zpomalení syntézy bílkovin. Snížením rychlosti degradace bílkovin v organismu je však tento proces částečně kompenzován, proto není pokles tak patrný (Dvořák, 1987).

Maloney et al. (2011) ve svém výzkumu zjistili, že zvířata krmená koncentrovanou krmnou dávkou do porážkového věku 25 měsíců, která byla ustájena ve stáji, měla průkazně ($p < 0,05$) vyšší obsah bílkovin ($230 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) než zvířata, která byla krmena v průběhu celého pokusu na pastvě.

2.3.6 Zrání

Po smrti zvířete dochází k procesům, které vedou k přeměně svalové tkáně na maso. Tyto změny vedou k vytváření křehkosti a údržnosti a ovlivňují kvalitu masa. Při post-mortálních procesech jsou přeměňovány základní složky svalové tkáně, jako jsou sacharidy a bílkoviny. Při zrání masa tak dochází ke změnám chemického složení a tedy změně aminokyselinové skladby (Ingr, 2003).

U hovězího masa se doba zrání pohybuje kolem 2 týdnů, má-li maso mít správnou křehkost. Doba zrání masa může být také ovlivněna stářím zvířete. Zrání masa probíhá účinkem proteolytických enzymů (Kameník a kol. 2014).

Šubrt et al. (2008) se ve svém výzkumu zabývali diferencí celkového obsahu proteinu a profilu aminokyselin v mase jatečných býků. Při proteolýze bílkovin se podle jejich výsledků zvyšuje obsah volných aminokyselin, které se dostávají i do uvolněné vody (masové šťávy). U části volných aminokyselin dochází k postupné deaminaci a vzniku dusíkatých látek nebílkovinné povahy. Výsledky jejich práce poukazují na skutečnost, že při dlouhodobějším uchovávání masa může být i uvolněná masová šťáva příčinou významného snížení jeho výživové hodnoty, tj. může být příčinou významnějšího úbytku volných aminokyselin.

Wu et al. (2014) provedli výzkum, ve kterém pozorovali změnu struktury bílkovin vlivem měnícího se pH v průběhu zrání masa. Zjistili, že pH hraje významnou roli při degradaci myofibrilárních bílkovin v průběhu postmortálního zrání masa. Tyto změny mají pozitivní vliv na křehkost masa.

Ba et al. (2014) Ve svém výzkumu sledovali vliv délky zrání na kvalitativní parametry hovězího masa. Ke stanovení použili 36 kusů skotu z Koreie. Zvířata byla poražena ve věku 22 měsíců. Po dobu 16 měsíců žila zvířata na pastvě, druhou část byla krmena na farmě přesně definovanou krmnou dávkou. Hodnocení sledovaných kvalitativních ukazatelů provedli v délce zrání 7 a 24 dní. V rámci analýzy stanovili také obsah volných aminokyselin ve svalu *m. Longissimus dorsi* a *m. Semitendinosus*. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce 12.

Tab. 12: Množství ($\mu\text{mol.g}^{-1}$) volných aminokyselin v průběhu zrání (Ba et al., 2014)

	Longissimus dorsi		Semitendinosus	
	7 dní	28 dní	7 dní	28 dní
Glycin	0,81	1,89	1,52	0,79
Alanin	7,20	9,17	4,06	5,38
Serin	0,69	1,76	0,73	1,50
Kyselina asparagová	nd	0,50	nd	0,71
Asparagin	0,82	0,65	0,42	0,45
Kyselina glutamová	0,75	1,99	0,68	1,89
Glutamin	4,20	3,37	2,9	4,26
Tyrozín	0,07	0,18	0,08	0,38
Prolin	0,44	1,37	1,03	1,89
Valin	1,12	2,12	0,78	1,81
Izoleucin	0,98	2,01	0,32	1,92
Leucin	1,56	1,57	1,56	1,58
Treonin	0,93	0,70	0,30	0,21
Metionin	1,05	1,49	1,29	1,85
Lyzin	1,01	1,03	0,46	0,70
Fenylalanin	1,57	0,80	nd	nd
Arginin	0,18	0,56	0,44	0,48

*nd-není definován

3 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce s názvem: "Vyhodnocení obsahu aminokyselin v hovězím mase býků českého strakatého plemene" bylo zhodnotit vliv porážkového věku, hmotnosti JUT, netto přírůstku a genotypu na nutriční a technologickou kvalitu hovězího masa, se zaměřením na obsah volných aminokyselin. Diplomová práce byla vytvořena na základě dílčích výsledků projektu NAZV QI91A05.

4 METODIKA A MATERIÁL

4.1 Charakteristika zvířat

Analýza dat byla provedena u souboru 136 býků plemene českého strakatého skotu.

Český strakatý skot má své kořeny na území České republiky a v současné době tvoří asi polovinu stavu hovězího skotu. Toto plemeno je zařazeno do skupiny s kombinovanou užitkovostí, je tedy využíváno jak k produkci mléka, tak i kvalitního masa (Závodská, 2002). Hospodárnost tohoto plemene je především pro jeho dobrý zdravotní stav, pravidelnou plodnost, snadné porody, bezproblémový odchov, a také pro vysoký příjem objemových krmiv (Máchal, 2011).

V tabulce 13 jsou uvedeny charakteristiky poražených zvířat. Průměrný porážkový věk zvířat byl 586 dnů. V tomto věku byla jejich průměrná porážková hmotnost 605 kg. Po porážce byla zjištěna průměrná hmotnost JUT 340 kg. Dále byla posuzována kvalita JUT prostřednictvím stupnice SEUROP, systému, který hodnotí kvalitu jatečně upraveného těla skotu. Jatečný skot je podle vývinu svalové tkáně kýty, hřbetu a plece v poměru k ostatním partiím v teplém stavu zařazen do třídy zmasilosti. Zmasilost se dělí do šesti tříd: S - super, E - výborná, U - velmi dobrá, R - dobrá, O - střední a P – podprůměrná zmasilost. Třída protučnělosti je dána vývinem tukové tkáně, tukového krytí a deponovaného tuku JUT. Tříd protučnělosti je 5, a to: 1 - velmi slabé protučnění, 2 - slabé, 3 - střední, 4 - silné, 5 - velmi silné (Ingr, 2011). Průměrná hodnota zmasilosti byla zjištěna 4,21 % a průměrná hodnota protučnělosti byla 2,29 %. Průměrná hodnota netto přírůstku byla 577,11 g. den⁻¹.

Tab. 13: Základní charakteristika jatečných zvířat

		\bar{x}	S_x	V_x
n		136		
Porážkový věk (dny)		586	87	15
Porážková hmotnost (kg)		605	131	22
SEUROP	Třída zmasilosti (%)*	4,21	0,41	9,76
	Třída protučnělost (%)**	2,29	0,45	19,85
Netto přírůstek (g. den⁻¹)		577,11	67,60	11,71
Hmotnost JUT (kg)		340	73,37	21,59

* S=1, E=2, U=3, R=4, O=5, P=6; ** 1=1, 2=2, 3=3, 4=4, 5=5

Do pokusu byli zahrnuti genotypizovaní býci českého strakatého plemene skotu pro leptinový gen (CT, TT). Analýza DNA byla provedena na základě molekulárně genetické analýzy polymorfismu v 2. exonu genu (záměna C→T), u něhož byla zjištěna asociace k množství jatečného tuku v jatečném těle a hladina mRNA leptinu (Buchanan et al. 2002). Analýza je založena na metodě PCR-RF LP. Zahrnuje izolaci DNA z odebraných vzorků krve za použití kolonové metody (Quiagen Blood Kit), dále amplifikaci s použitím specifických primerů podle Buchanan et al. (2002). Následné štěpení bylo prováděno pomocí restrikční endonukleázy *Kpn21*.

Po porážce býků na komerčních jatkách bylo jatečně upravené tělo (JUT) na dobu 24 hodin umístěno do chladicího boxu (teplota 2 - 4 °C). Poté byla provedena technologická disekce pravé poloviny JUT. Každá výseková část byla bourána na tělesné tkáň-maso (svalovina s vnitrosvalovým a mezisvalovým tukem, povrchovým (oddělitelný) tuk a kosti. Procentuální podíl masa, tuku a kostí byl vztažen k hmotnosti pravé poloviny JUT, u které byla disekce prováděna. Na základě množství masa a kostí byl vypočten vzájemný poměr mezi těmito tkáněmi. Poté byl odebrán na úrovni 9. až 10. hrudního obrátle vzorek svaloviny *musculus longissimus et thoracis* (MLT), který byl použit ke stanovení nutričních a technologických parametrů kvality masa. Základní laboratorní analýza byla provedena podle ČSN 570185 (1963)

4.2 Laboratorní analýzy

4.2.1 Stanovení sušiny

Sušina se stanovuje vysušením pomletého vzorku masa o hmotnosti do 5g. Vzorek se smíchá s mořským pískem, vysušeným při 105 °C po dobu dvě hodiny. Poté se vzorek spolu s mořským pískem předsuší čtyři hodiny při 60 °C a poté je sušen šest hodin při 105 °C do konstantní hmotnosti. Vzorek se po vychladnutí v exsikátoru zvaží.

4.2.2 Stanovení celkového proteinu

Obsah dusíku se stanovuje metodou dle Kjeldahla. Tato metoda se skládá ze tří částí: mineralizace, kdy je dusík převeden na roztok síranu amonného, destilace, která umožňuje přeměnu soli amoniaku na amoniak a titrace slabou kyselinou sírovou. Zjištěný obsah dusíku se poté přepočte na obsah bílkovin: $N \times 6,25$

4.2.3 Stanovení obsahu intramuskulárního tuku

Tuk se zjišťuje extrakční metodou podle Soxhleta. Vzorek z předchozího stanovení sušiny se extrahuje s diethyletherem po dobu 6 hodin. Ze vzorku se v digestoři odpaří ether a poté se hodinu suší při 105 °C. Obsah tuku se zjistí rozdílem mezi váhou vzorku před analýzou a hmotností vzorku po provedené analýze. Tuk jsou látky rozpustné v etheru etylnatém, xylenu a tetrachlormethanu.

4.2.4 Energetická hodnota

Energetická hodnota se stanovuje jako spalné teplo z vysušeného a slisovaného vzorku masa. Vzorek se spaluje v kalorimetru a vzestup teploty se sleduje v jednodominutových intervalech. Zplodiny hoření spolu s kondenzovanou vodou se vypláchnou destilovanou vodou a ve výluhu se určí obsah kyseliny sírové a dusičné. Poté se provede výpočet energetické hodnoty masa.

4.2.5 Stanovení popelovin

Při stanovení obsahu popelovin se 1 - 2 g masa postupně spalují v Muflové peci při teplotě při teplotě 550 - 600 °C po dobu 8 hodin. Po vychladnutí v exikátoru je vzorek zvážen, čímž se zjistí obsah popelovin.

4.2.6 Stanovení vaznosti vody

Dva gramy homogenizovaného vzorku masa se na papíře Whatman č. 2 vloží mezi dvě skleněné destičky. Sklíčka jsou zatížena na dobu 5 minut. Poté je vzorek opět zvážen a hmotnostní úbytek vody po vylišování masa vyjadřuje procentuální vaznost vody.

4.2.7 Stanovení kolagenních bílkoviny

Pro stanovení kolagenu se nejprve provede dehydratace a odtučnění pomletého vzorku. Následně se provede hydrolýza kyselinou chlorovodíkovou, neutralizace, ředění a v konečné fázi oxidace hydroxyprolinu peroxidem vodíku. Zjištěný obsah hydroxyprolinu se přepočítá na 16 g dusíku. Na kolagen se vzorek masa převede faktorem 7,46.

4.2.8 Stanovení plochy MLT

Plocha MLT se stanovuje planimetricky na řezu provedeném na rozhraní mezi devátým a desátým hrudním obratlem.

4.2.9 Stanovení diametru svalového vlákna

Ze vzorku masa se vykrojí kostička o velikosti 1 cm³, která se vloží do formaldehydu. Před měřením se vzorek ponoří na 3 - 5 dní do kyseliny dusičné, aby došlo k uvolnění svalových vláken. Při měření se rozprostře vzorek na podložní sklíčko a zalije se roztokem glycerolu. Síla svalových vláken se zjišťuje pod mikroskopem, kdy počítačový program vyhodnotí sílu 250 vláken.

4.2.10 Stanovení barvy masa

4.2.10.1 Parametry barevného spektra podle CIELab

Spektrofotometr Konica Minolta CM 2600d je určen pro měření barvy produktů různých tvarů, velikostí a povrchů s měřením lesku na základě odrazu od měření vzorku a měření reflektance ve spektrálním rozsahu od Specualr Component Icluded- zrcadlová složka zahrnuta 400 do 700 nm po 10 nm. Tento přístroj měří současně jak metodou SCE (Specular Comnonent Excluded- zradlová složka vyloučena), tak metodou SCI (Specular Component Included- zrcadlová složka zahrnuta). Barva vzorku je vyjádřena třemi čísly v barevném prostoru CIELab a CIELCh.

U svalu určeného pro měření barvy byl proveden čerstvý řez kolmo na svalová vlákna. Tím byl získán plátek o výšce minimálně 1,5 cm, který byl položen na černou podložku čerstvým řezem nahoru. U přístroje byla provedena kalibrace na vnější okolí a na bílou kalibrační destičku, která představuje maximální dosažitelnou bílou barvu. Vzorek se změří 5krát p celé ploše vzorku. Přístroj naměřené hodnoty zpracuje a stanoví průměrnou hodnotu.

4.2.10.2 Obsah svalových pigmentů

Ke stanovení svalových pigmentů se používá metoda dle Hornseye. K 10 g homogenizovaného vzorku masa se přidá okyselený roztok acetonu, poté se provede filtrace a následně se zjistí absorbance na spektrofotometru. Jako standard slouží okyselený roztok acetonu. Celkový obsah barevných pigmentů se stanoví v miligramu kyselého hematinu a faktorem 0,026 se převede na miligramy myoglobinu v 1 g svaloviny.

4.2.11 Stanovení pH48

Hodnota pH se zjišťuje 48 hodin po porážce zvířete. pH je definováno jako záporný dekadický logaritmus vodíkových iontů. Zjišťuje se pomocí pH metru WTW se dvěma elektrodami, kdy jedna měří teplotu a druhá pH.

4.2.12 Stanovení obsahu volných aminokyselin a některých jejich derivátů

Před samotnou analýzou obsahu volných aminokyselin byly vzorky masa lyofilizovány použitím zařízení Chris Alpha 1-4 (Christ, Osterode, Německo) a skladovány při teplotě $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lyofilizované vzorky (1 g) byly extrahovány při pokojové teplotě $22 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ pomocí litno-citrátového pufru po dobu 1 hodiny. Následně byla směs centrifugována (6 000 g po 15 min při $4\text{ }^{\circ}\text{C}$), supernatant byl slit a pelet byl reextrahován opět pomocí litno-citrátového pufru. Po druhé extrakci byla směs znovu centrifugována (stejné parametry jako poprvé) a druhý supernatant byl slit s prvním supernatantem. Zbýlý pelet byl ještě jednou reextrahován, směs znovu centrifugována a i třetí supernatant slit se zbytkem. Směs vytemperována na $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ byla doplněna po rysku odměrné baňky a alikvotní podíl byl filtrován přes $0,45\text{ }\mu\text{m}$ filtr. Každý vzorek byl extrahován dvakrát. Obsah volných aminokyselin byl analyzován pomocí iontově výměnné kapalinové chromatografie s postkolonovou ninhydrinovou derivatizací a fotometrickou detekcí (AAA 400, Ingos, Praha, ČR). Stanovovány byly aminokyseliny a jejich deriváty: treonin, serin, kyselina asparagová, asparagin, kyselina glutamová, glutamin, prolin, glycin, alanin, citrulin, valin, cystein, metionin, cystation, izoleucin, leucin, tyrozin, fenylalanin, beta-alanin, kyselina beta-aminomáselná, kyselina etanolamin, ornitin, lyzin, histidin, 1-metyl-histidin, arginin. Výsledky byly přepočteny na gramy aminokyselin a jejich derivátů na kilogram čerstvého/dodaného vzorku.

Získaná data byla zpracována v programu STATISTIKA, verze 12.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA), kde byla k vyhodnocení vlivu věku při porážce, hmotnosti JUT, netto přírůstku a leptinového genotypu na sledované ukazatele kvality masa použita ANOVA.

K určení průkazností mezi skupinami byl použit HSD test.

$$Y_{ijkl} = \mu + V_i + J_j + N_k + G_l + e_{ijkl}$$

μ - závislá proměnná

V - věk zvířete (1=520 - 540 dnů; 2= 640 - 760 dnů)

J - JUT (1= 230-300kg; 2= 301 - 350 kg; 3= 351 - 500 kg)

N - netto přírůstek (1= 437 - 550 kg; 2= 551 - 600 kg; 3= 601 - 880 kg)

G - genotyp pro leptin (1= CC; 2= CT, TT)

5 VÝSLEDKY

5.1 Nutriční kvalita hovězího masa

Výsledky nutriční kvality hovězího masa jsou uvedeny v tabulce 15. V mase býků poražených ve věku 520 až 540 dní byl při laboratorních analýzách zjištěn obsah sušiny ve výši $25,08 \pm 0,12$ %. Prodloužením doby výkrmu došlo k navýšení podílu sušiny v hovězím mase na průměrných 25,83 %. Bureš et al., (2008) ve své práci zjistili výrazné a statisticky průkazné ($p < 0,05$) rozdíly v množství sušiny v mase, kdy větší obsah byl zjištěn u starších než u mladších zvířat. V mase býků poražených ve věku 640 – 760 dní byl prokázán nesignifikantně ($p > 0,05$) vyšší podíl intramuskulárního tuku ($2,23 \pm 0,24$ %) a celkových proteinů ($21,28 \pm 0,13$ %) v porovnání s hovězím masem pocházející od býků poražených v nižší věkové kategorii (vnitrosvalový tuk = $2,01 \pm 0,11$ %; bílkoviny = $21,12 \pm 0,07$ %). Ze sensorického hlediska má tuk velký význam, protože je nositelem aromatických a chuťových látek (Pipek a Jirotková, 2001). Filipčík et al. (2010) zkoumali vliv hmotnosti jatečně upraveného těla býků na kvalitu hovězího masa. V práci je uvedeno, že obsah vnitrosvalového tuku u skotu lineárně vzrůstal s rostoucí hmotností jatečně upravených těl (1,68 %, 2,06 %, 2,30 %). Zajímavým zjištěním byl pokles podílu kolagenních bílkovin v mase starší věkové kategorie. Podíl kolagenu byl stanoven o $0,13 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ nižší, než u masa býků poražených ve věku 520 – 540 dní. Tento výsledek mohl být do určité míry ovlivněn nižší počtem analyzovaných vzorků hovězího masa býků poražených ve věkové kategorii 640 – 760 dní. Podíl popelovin v hovězím mase byl u obou věkových kategorií srovnatelný ve výši 1,08 % respektive 1,09 %. Významný vliv prodlužování doby výkrmu byl prokázán při hodnocení energetické hodnoty masa, která se v závislosti na zvyšujícím se porážkovém věku, a také hmotností jatečně upraveného těla a narůstáním množství intramuskulárního tuku lineárně zvyšovala. U věkových kategorií došlo k průkaznému ($p < 0,05$) navýšení z $5553 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ na $5735 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. V případě vyhodnocování vlivu hmotnosti jatečně upraveného těla se množství intramuskulárního tuku, byť nesignifikantně ($p > 0,05$) navyšovalo ($1,77 < 2,19 < 2,29$ %) a s tím související energetická hodnota masa narůstala ($p < 0,01$) z $5461 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, u hmotnostní kategorie 230 – 300 kg, až na $5744 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$,

Tab. 14: Nutriční kvalita hovězího masa

Faktor		n	Sušina (%)	Intramuskulární tuk (%)	Celkové bílkoviny (%)	Kolagen (g.100g ⁻¹)	Popeloviny (%)	Energetická hodnota (kJ.kg ⁻¹)
			$\bar{x} \pm S_d$	$\bar{x} \pm S_d$	$\bar{x} \pm S_d$	$\bar{x} \pm S_d$	$\bar{x} \pm S_d$	$\bar{x} \pm S_d$
Věk při porážce (dny)	520-540	95	25,08 ± 0,12	2,01 ± 0,11	21,12 ± 0,07	2,26 ± 0,07	1,08 ± 0,06	5553,4 ^a ± 39,95
	640-760	41	25,83 ± 0,20	2,23 ± 0,24	21,28 ± 0,13	2,13 ± 0,10	1,09 ± 0,05	5735,2 ^b ± 75,32
Hmotnost JUT (kg)	230-300	48	24,87 ^A ± 0,15	1,77 ± 0,11	20,99 ± 0,09	2,21 ± 0,10	1,10 ^a ± 0,07	5460,9 ^A ± 46,87
	301-350	46	25,23 ^a ± 0,19	2,19 ± 0,19	21,24 ± 0,10	2,31 ± 0,10	1,07 ^b ± 0,04	5638,06 ± 63,33
	351-500	42	25,89 ^{Bb} ± 0,19	2,29 ± 0,23	21,30 ± 0,12	2,14 ± 0,10	1,08 ± 0,05	5743,9 ^B ± 73,83
Netto přírůstek (g.den ⁻¹)	437-550	41	24,86 ^A ± 0,16	1,72 ^a ± 0,13	20,99 ± 0,10	2,24 ± 0,10	1,09 ± 0,07	5448,9 ^A ± 46,98
	551-600	47	25,29 ± 0,17	2,02 ± 0,17	21,24 ± 0,10	2,16 ± 0,11	1,08 ± 0,05	5631,77 ± 62,27
	601-880	48	25,72 ^B ± 0,19	2,43 ^b ± 0,21	21,25 ± 0,11	2,27 ± 0,09	1,08 ± 0,04	5721,2 ^B ± 69,25
Genotyp	CC	48	25,38 ± 0,21	2,15 ± 0,20	21,10 ± 0,12	2,20 ± 0,10	1,09 ± 0,04	5634,05 ± 68,18
	CT, TT	88	25,27 ± 0,12	2,03 ± 0,12	21,20 ± 0,07	2,23 ± 0,07	1,08 ± 0,06	5594,15 ± 42,71

Odlišná písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl mezi hladinou faktoru: a, b = p < 0,05; A, B = p < 0,01

v případě masa pocházejícího z jatečných těl o hmotnosti 351 – 500 kg. Podíl celkových bílkovin s narůstající hmotností jatečně upravených těl se také, i když neprůkazně, navyšovalo z 20,99 % na průměrných 21,30 % u nejtěžší hmotnostní kategorie jatečných těl. Množství kolagenních bílkovin se pohybovalo ve variačním rozpětí od 2,14 do 2,31 g.100g⁻¹. Také v případě vyhodnocování intenzity růstu nebyla mezi sledovanými hladinami netto přírůstku prokázána statisticky významná závislost mezi rychlostí růstu a zastoupením celkových a kolagenních bílkovin v masě býků českého strakatého plemene. Posledním faktorem, jehož vliv byl sledován ve vztahu ke kvalitě masa, bylo provedení genotypizace býků na prokázání přítomnosti, či nepřítomnosti leptinového genotypu označovaného alelou „T“. Leptin má vztah k příjmu potravy, regulaci tělesné hmotnosti, energetické bilanci, plodnosti a funkci imunitního systému (Nkrumah et al. 2004). V našem případě nebyl prokázán statisticky významný vliv přítomnosti alely „T“ na nutriční kvalitu hovězího masa býků českého strakatého skotu.

5.2 Technologická kvalita hovězího masa

Z výsledků stanovení technologických parametrů masa lze pozorovat, že porážkový věk zvířat má významný vliv na tyto ukazatele kvality masa. Vaznost masa se dle stáří zvířete snižovala, i když nesignifikantně ($p > 0,05$) 81,63 > 81,48 %. Tyto a další výsledky technologické kvality masa jsou uvedeny v tabulce 16. Šubrt et al. (2009) analyzovali maso býků různých plemen. Vaznost vody v případě českého strakatého skotu poraženého ve věku 622 dnů byla 78,22% a pH 5,69. Voříšková et al. (2010) ve své práci uvádějí, že pH a doba zrání má vliv na vaznosti vody. Vaznost vody je nejhorší v období postmortálního ztuhnutí, nejlepší je u teplého a zralého masa (Pipek a Jirotková, 2001). Plocha MLT (cm²) se s věkem zvířete průkazně ($p < 0,01$) zvyšovala z 80,48 cm² u zvířat poražených ve věku 520-540 dnů až na 102,83 cm² u zvířat poražených ve věku 640 - 760 dnů. Plocha MLT se s lineárně zvyšuje s narůstající hmotností zvířete (90,3 < 97,2 < 99,7 cm²) uvedli Filipčík et al. (2010). Ve výsledcích Jurdové (2012) byla prokázána statistická významnost ($p < 0,05$) ve velikosti plochy MLT mezi býky s nejnižší porážkovou hmotností (450 - 500 kg), a to 73,75 cm² a nejvyšší porážkovou hmotností (601 - 700 kg) 94,49 cm². Maso ze zvířat z první věkové kategorie mělo hodnotu pH o 0,19 vyšší než maso ze starší věkové kategorie. Filipčík et al.

(2010) uvedli, že lze pozorovat zvyšující se sílu vláken s narůstajícím věkem i hmotností zvířete. U věkové kategorii 640 - 760 dnů byla síla znatelně vyšší, 40,70 μm oproti první věkové kategorii, kde byla síla vlákna 39,55 μm . Rozdíl mezi první a třetí hmotnostní kategorií byl 1,36 μm . Dle Convington et al., (1970) vyšší věk v době porážky pozitivně ovlivňuje sílu svalových vláken. Také Němcová et al., (2010) uvedli, že se zvyšujícím se věkem (do 530, 531 - 600 dní a nad 601 dní) dochází k lineárnímu zvyšování tloušťky vláken (37,86 - 38,33 - 39,81 μm). Hmotnost zvířete měla vliv také na další parametry. Plocha MLT (cm^2) se průkazně ($p < 0,01$) také navyšovala s hmotností zvířete ($78,04 < 83,39 < 101,90 \text{ cm}^2$). Maso ze zvířat v hmotnostní kategorii 230-300 kg měla o 0,21 nižší pH než z kategorie 351-500 kg.

Tab. 15: Technologická kvalita hověžního masa

Faktor		n	Vaznost vody (%)	Plocha MLT (cm^2)	pH	Síla Vlákná (μm)
			$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$
Věk při porážce (dny)	520-540	95	81,63 \pm 0,51	80,48 ^A \pm 12,15	5,75 ^A \pm 0,04	39,55 ^A \pm 1,52
	640-760	41	81,48 \pm 0,31	102,83 ^B \pm 13,94	5,56 ^B \pm 0,01	40,70 ^B \pm 1,85
Hmotnost JUT (kg)	230-300	48	81,51 \pm 0,76	78,04 ^A \pm 13,28	5,77 ^A \pm 0,06	39,29 ^A \pm 1,62
	301-350	46	81,76 \pm 0,70	83,39 ^A \pm 11,52	5,74 ^a \pm 0,05	39,84 \pm 1,38
	351-500	42	81,49 \pm 0,30	101,90 ^B \pm 13,90	5,56 ^{Bb} \pm 0,01	40,65 ^B \pm 1,84
Netto přírůstek (g.den^{-1})	437-550	41	81,83 \pm 0,85	79,34 ^{Aa} \pm 15,83	5,78 \pm 0,06	39,22 ^{Aa} \pm 1,66
	551-600	47	81,45 \pm 0,58	86,09 ^{Ab} \pm 12,14	5,69 \pm 0,04	40,12 ^b \pm 1,65
	601-880	48	81,52 \pm 0,49	95,06 ^B \pm 17,01	5,63 \pm 0,04	40,26 ^B \pm 1,65
Genotyp	CC	48	82,88 ^a \pm 0,66	89,63 \pm 16,47	5,75 \pm 0,06	39,94 \pm 1,54
	CT, TT	88	80,88 ^b \pm 0,42	85,91 \pm 16,18	5,66 \pm 0,03	39,87 \pm 1,79

Odlišná písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl mezi hladinou faktoru:

a, b = $p < 0,05$; A, B = $p < 0,01$

Rozdíl byl také mezi kategoriemi 301-350 kg a 351-500 kg ($5,74 > 5,56 \text{ cm}^2$). V první a třetí hmotnostní kategorii byl také průkazný rozdíl ($p < 0,01$) v tloušťce vláken. Vliv netto přírůstku neměl statisticky žádnou průkaznost u parametru vaznosti vody a pH. Plocha MLT (cm^2) se se zvyšujícím se netto přírůstkem průkazně ($p < 0,01$) zvyšovala ($79,34 < 86,09 < 95,06 \text{ cm}^2$), také síla vláken s navyšujícím netto

přírůstkem rostla ($39,22 < 40,12 < 40,26 \text{ cm}^2$). V případě vlivu genotypu byla statistická průkaznost zjištěna pouze u parametru vaznosti vody. Zvířata, která obsahovala leptinový genotyp značený alelu „T“ tedy měla o 2% vyšší vaznost než zvířata bez této alely.

5.3 Parametry barvy masa

V tabulce 17 jsou uvedeny zjištěné parametry barvy masa. Zvyšující se porážkový věk zvířat měl signifikantní ($p < 0,01$) vliv na parametry barevného spektra a^* , kdy při věku 520 - 540 dnů vykazovala zvířata hodnotu $8,99 \pm 1,60$, u zvířat poražených ve věku 640 - 760 dnů byla tato hodnota $10,68 \pm 1,23$. Také obsah pigmentů u starších zvířat rostl, a to z hodnoty $3,65 \text{ mg.g}^{-1}$ na hodnotu $4,43 \text{ mg.g}^{-1}$. Jurdová (2012) ve své práci došla k podobným výsledkům obsahu svalových pigmentů mezi hmotnostními skupinami býků. Statisticky průkazné ($p < 0,05$) rozdíly byly prokázány mezi býky poraženými v hmotnostní kategorii 450 - 500 kg a mezi býky v hmotnostní kategorii 501 - 600 kg. Největší obsah pigmentů byl zjištěn u skupiny býků o hmotnosti 501 - 600 kg ($4,42 \pm 9,49 \text{ mg.g}^{-1}$), díky tomu bylo maso těchto býků nejtmaší. Ve své práci Šubrt et al., (2007) uvádějí, že vyšší věk býků před porážkou má vliv na významné ($p < 0,05$) zvýšení obsahu svalových pigmentů. U býků, kteří byli poraženi do 570 dní věku byl naměřen obsah svalových pigmentů $2,67 \text{ mg.g}^{-1}$ a u býků nad 571 dní v době porážky $3,30 \text{ mg.g}^{-1}$. Barevné spektrum b^* a L^* se naopak s věkem zvířete snižovaly, i když nesignifikantně. Hmotnost JUT měla signifikantní ($p < 0,01$) vliv na barevné spektrum a^* a obsah pigmentů. Maso pocházející od zvířat zařazených do kategorie 230 - 300 kg vykazovalo hodnotu a^* $8,92 \pm 1,47$ a obsah pigmentů byl na hodnotě $3,56 \pm 0,09 \text{ mg.g}^{-1}$. Tyto hodnoty se zvyšující se hmotností zvyšovaly, a to na $9,01$ v kategorii 301 - 350 kg u barevného spektra a^* , obsah pigmentů byl v této kategorii $3,73 \text{ mg.g}^{-1}$. Ve třetí váhové kategorii 351 - 500 kg byly tyto hodnoty $10,69$ u parametru a^* . Obsah pigmentů vzrostl na hodnotu $4,43 \text{ mg.g}^{-1}$. Vliv netto přírůstku (g.den^{-1}) měl obdobný charakter. I zde byl prokázán signifikantní ($p < 0,01$) vliv na parametr a^* a obsah pigmentů. Tato průkaznost byla prokázána mezi kategoriemi $437 - 550 \text{ g.den}^{-1}$ a $601 - 880 \text{ g.den}^{-1}$. U parametru barvy a^* se tato hodnota zvýšila o $1,08$. Obsah pigmentů byl v kategorii $601 - 880 \text{ g.den}^{-1}$ o $0,47 \text{ mg.g}^{-1}$ vyšší než v kategorii $437 - 550 \text{ g.den}^{-1}$. Vieira et al. (2006) provedli analýzu u zvířat ve věku $405,2 \pm 12,56$ dnů a hmotnosti $489,4 \pm 45,66$ kg a zjistili množství pigmentů

$5,03 \pm 0,990 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ U ostatních parametrů barvy nebyly zjištěny statisticky významné průkaznosti. Ani vliv genotypu nebyl v případě parametrů barvy masa statisticky prokázán. Barva masa je jedním z významných faktorů při rozhodování spotřebitele o nákupu. Falta et al. (2007) uvádějí, že na barvu telecího masa 48 hodin po porážce má vliv věk zvířete při porážce. Barvu masa může tedy chovatel v určitém rozsahu regulovat.

Tab. 16: Parametry barvy masa

Faktor		n	a*	b*	L*	Pigmenty (mg.g ⁻¹)
			$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$
Věk při porážce (dny)	520-540	95	8,99 ^A ± 1,60	7,77 ± 1,52	34,29 ± 0,35	3,65 ^A ± 0,06
	640-760	41	10,68 ^B ± 1,23	7,74 ± 1,15	33,13 ± 0,32	4,43 ^B ± 0,09
Hmotnost JUT (kg)	230-300	48	8,92 ^A ± 1,47	7,82 ± 1,45	34,45 ± 0,52	3,56 ^A ± 0,09
	301-350	46	9,01 ^A ± 1,72	7,65 ± 1,61	34,00 ± 0,49	3,73 ^A ± 0,08
	351-500	42	10,69 ^B ± 1,22	7,81 ± 1,16	33,30 ± 0,33	4,43 ^B ± 0,09
Netto přírůstek (g.den ⁻¹)	437-550	41	8,99 ^A ± 1,43	7,72 ± 1,53	34,16 ± 0,58	3,62 ^A ± 0,11
	551-600	47	9,35 ± 1,82	7,58 ± 1,29	3,90 ± 0,11	3,90 ± 0,11
	601-880	48	10,07 ^B ± 1,61	7,97 ± 1,44	4,09 ^B ± 0,09	4,09 ^B ± 0,09
Genotyp	CC	48	9,60 ± 1,60	7,44 ± 1,40	4,01 ± 0,10	4,01 ± 0,10
	CT, TT	88	9,44 ± 1,73	7,93 ± 1,40	3,82 ± 0,08	3,82 ± 0,08

Odlišná písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl mezi hladinou faktoru: a, b = p < 0,05; A, B = p < 0,01

5.4 Obsah volných esenciálních a semiesenciálních aminokyselin v mase

Byl pozorován vliv věku při porážce a hmotnosti JUT na obsah esenciálních a semiesenciálních aminokyselin (tab. 18). Statisticky významné (p < 0,05) rozdíly byly prokázány v případě množství izoleucinu, jeho množství se pohybovalo ve věkové kategorii 520 - 540 dnů na hodnotě $0,043 \pm 0,002 \%$, u starší věkové kategorie to byla hodnota $0,054 \pm 0,003 \%$. Izoleucin se podílí na biosyntéze hemoglobinu. Podobný nárůst byl zaznamenán také v případě vlivu hmotnost u druhé a třetí hmotností kategorie $0,040 < 0,053 \%$. Statická průkaznost (p < 0,01) byla zjištěna také v případě leucinu, i zde byla hodnota ve starší věkové kategorii vyšší a to o $0,028 \%$. Leucin je znám především pro svou schopnost potlačit procesy vedoucí k rozkladu bílkovin a naopak podpořit jejich tvorbu. U ostatních aminokyselin se jejich množství taktéž s délkou výkrmu

zvyšovalo, i když nesignifikantně ($p > 0,05$). Význam jednotlivých esenciálních aminokyselin je zřejmý. Valin napomáhá při léčbě svalových, mentálních i emocionálních poruchách, má také vliv na nervozitu a nespavost. Embleton et al. (1999) ve své publikaci zmiňují metionin jako účinný spalovač tuků, má také pozitivní vliv na vlasy a nehty. Hmotnost JUT (kg) měla vliv na obsah treoninu. Statisticky významný rozdíl ($p < 0,01$) byl zjištěn mezi druhou a třetí hmotností kategorií (0,039; 0,051 %)

V tabulce 19 jsou uvedeny závislosti netto přírůstku a genotypu na obsah esenciálních a semiesenciálních aminokyselin. Šubrt et al. (2012) sledovali asociaci mezi genotypem českého strakatého plamene pro leptin a obsah volných aminokyselin, uvádějí, že tyto aminokyseliny se podílejí na vývoji sensorických vlastností hovězího masa při jeho kulinárním zpracování. Statistická významnost ($p < 0,05$) byla zjištěna v případě vlivu genotypu a to u aminokyseliny leucin, kdy vyšší množství této aminokyseliny bylo u býků s genotypem CC ($0,104 \pm 0,008$ %) než u genotypu CT, TT ($0,085 \pm 0,005$ %). Leucin se podílí na regulaci hladiny cukru v krvi. Stejně tak tomu bylo u aminokyselin treonin, metionin lyzin a arginin, kterého bylo zjištěno zcela nejvíce ($0,105 \pm 0,006$ %) a to právě u genotypu CC. Naopak nejnižší množství bylo zjištěno u aminokyseliny metionin ($0,036 \pm 0,003$ %) a histidin ($0,046 \pm 0,002$ %). Wu a Shiau (2002) stanovili obsah volného metioninu $47,2 \pm 9,3 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$ a obsah volného histidinu $29,5 \pm 5,0 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$. Podobné výsledky zjistili Šubrt et al. (2012), ti zaznamenali nejvyšší obsah v mase býků českého strakatého skotu u aminokyselin leucin a arginin ($> 0,10 \text{ g} \cdot 1000\text{g}^{-1}$), zatímco aminokyseliny histidin a metionin byli zastoupeny v nejnižším množství (0,0447 g; 0,0460 g). V případě vlivu netto přírůstku bylo obecně nejnižší množství všech aminokyselin v kategorii 551-600 ($\text{g} \cdot \text{den}^{-1}$).

Z grafického znázornění závislosti věku zvířete na obsahu esenciálních a semiesenciálních aminokyselin (graf 1) je zřejmé, že při délce výkrmu se obsah esenciálních a semiesenciálních aminokyselin zvyšuje. Lze pozorovat vysoký podíl leucinu (0,111 %), a to ve věkové kategorii 640 - 760 dnů. Du et al. (2007) uvedli, že maso obsahuje vysoké množství funkční aminokyseliny leucinu, která stimuluje syntézu bílkovin. V množství značně převyšuje také arginin, jehož množství se u věkové kategorii 640 - 760 dnů pohybovalo na hodnotě 0,103 %. Vozár (1965) uvedl, že arginin má v organismu osobitou úlohu při přeměně amoniaku na močovinu a při syntéze kreatinu.

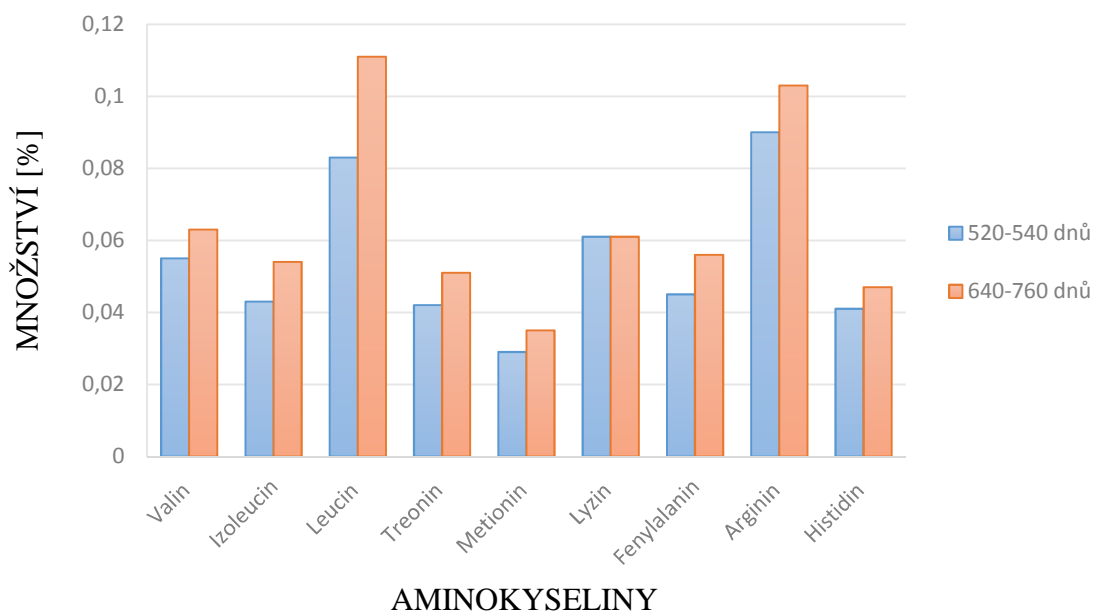
Z grafu 2, závislosti hmotnosti zvířete na obsahu esenciálních a semiesenciálních aminokyselin je zřejmé, že ve většině případů bylo nejvyšší množství volných aminokyselin ve třetí hmotnostní kategorii, s výjimkou histidinu, u kterého bylo nejvyšší množství v případě druhé hmotností skupiny. Zvířata poražená v hmotnostní kategorii 301 - 500 kg obsahovala všechny aminokyseliny v nejnižším množství, s výjimkou lyzinu a histidinu.

Tab. 17: Obsah volný esenciálních a semiesenciálních aminokyselin v hovězím mase

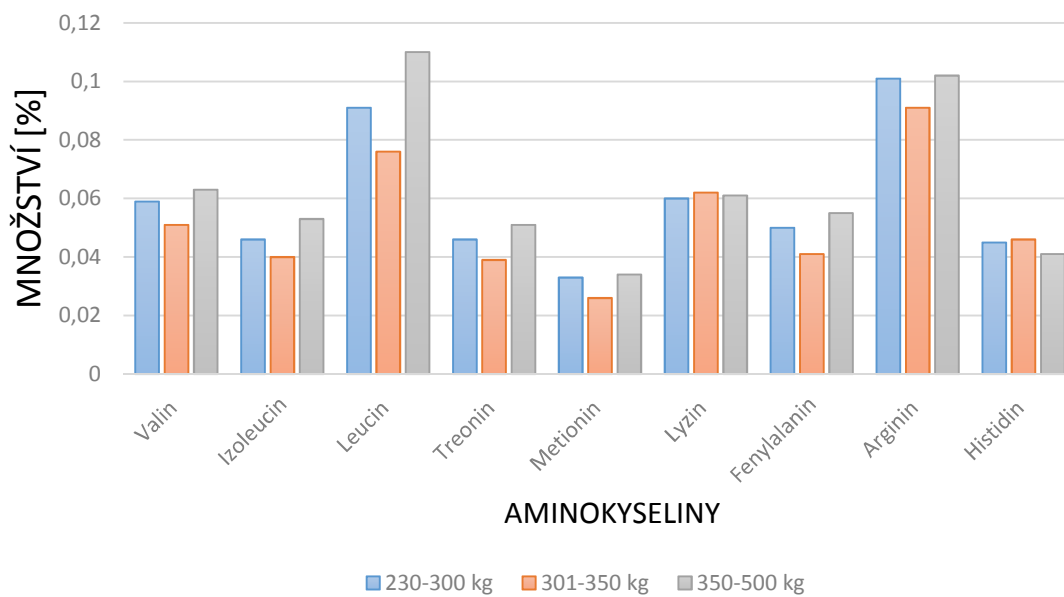
Faktor	Věk při porážce (dny)		Hmotnost JUT (kg)		
	520 - 540	640 - 760	230 - 300	301 - 350	351 - 500
n	95	41	48	46	42
	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$
Valin (%)	0,055 ± 0,003	0,063 ± 0,004	0,059 ± 0,005	0,051 ± 0,004	0,063 ± 0,004
Izoleucin (%)	0,043 ^a ± 0,002	0,054 ^b ± 0,003	0,046 ± 0,004	0,040 ^a ± 0,003	0,053 ^b ± 0,003
Leucin (%)	0,083 ^A ± 0,005	0,111 ^B ± 0,006	0,091 ± 0,008	0,076 ± 0,006	0,110 ± 0,006
Treonin (%)	0,042 ± 0,003	0,051 ± 0,003	0,046 ± 0,004	0,039 ^A ± 0,003	0,051 ^B ± 0,003
Metionin (%)	0,029 ± 0,002	0,035 ± 0,003	0,033 ± 0,003	0,026 ± 0,003	0,034 ± 0,002
Lyzin (%)	0,061 ± 0,003	0,061 ± 0,004	0,060 ± 0,005	0,062 ± 0,004	0,061 ± 0,004
Fenylalanin (%)	0,045 ± 0,003	0,056 ± 0,004	0,050 ± 0,004	0,041 ± 0,004	0,055 ± 0,004
Arginin (%)	0,090 ± 0,004	0,103 ± 0,005	0,101 ± 0,006	0,091 ± 0,006	0,102 ± 0,004
Histidin (%)	0,041 ± 0,002	0,047 ± 0,002	0,045 ± 0,003	0,046 ± 0,002	0,041 ± 0,002

Odlišná písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl mezi hladinou faktoru:

a, b = $p < 0,05$; A, B = $p < 0,01$



Graf 1: Vliv věku zvířete na množství aminokyselin



Graf 2: Vliv hmotnosti zvířete na množství aminokyselin

Tab. 18: Obsah volný esenciálních a semiesenciálních aminokyselin v hovězím mase

Faktor	Netto přírůstek (g.den ⁻¹)			Genotyp	
	437 - 550	551 - 600	601 - 880	CC	CT, TT
n	41	47	48	48	88
	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$
Valin (%)	0,061 ± 0,006	0,054 ± 0,004	0,059 ± 0,004	0,064 ± 0,004	0,054 ± 0,003
Izoleucin (%)	0,049 ± 0,004	0,040 ± 0,003	0,050 ± 0,003	0,050 ± 0,003	0,044 ± 0,002
Leucin (%)	0,099 ± 0,010	0,078 ± 0,005	0,099 ± 0,007	0,104 ^a ± 0,008	0,085 ^b ± 0,005
Treonin (%)	0,048 ± 0,004	0,041 ± 0,002	0,047 ± 0,004	0,051 ^a ± 0,004	0,042 ^b ± 0,002
Metionin (%)	0,034 ± 0,004	0,026 ± 0,002	0,033 ± 0,003	0,036 ^a ± 0,003	0,028 ^b ± 0,002
Lyzin (%)	0,061 ± 0,005	0,057 ± 0,004	0,064 ± 0,004	0,069 ^a ± 0,006	0,057 ^b ± 0,002
Fenylalanin (%)	0,054 ± 0,006	0,042 ± 0,003	0,050 ± 0,004	0,054 ± 0,004	0,046 ± 0,003
Arginin (%)	0,089 ± 0,006	0,090 ± 0,005	0,101 ± 0,006	0,105 ^a ± 0,006	0,088 ^b ± 0,004
Histidin (%)	0,044 ± 0,003	0,040 ± 0,002	0,045 ± 0,003	0,046 ± 0,002	0,041 ± 0,002

Odlišná písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl mezi hladinou faktoru:

a, b = p < 0,05

5.5 Obsah volných neesenciálních aminokyselin a derivátů aminokyselin v mase

V tabulce 20 jsou uvedeny závislosti věku zvířete při porážce (dny) a hmotnosti JUT (kg) na obsahu neesenciálních volných aminokyselin, derivátů aminokyselin a celkového množství volných aminokyselin v mase. Co se týká věku zvířat při porážce, statisticky významná (p < 0,01) průkaznost byla prokázána v případě obsahu kyseliny asparagové. Maso od zvířat poražených v první věkové kategorii obsahovalo 0,032 % této aminokyseliny. Ve druhé věkové kategorii byl obsah této aminokyseliny 0,043 %. Také vliv hmotnosti JUT byl v případě této aminokyseliny statisticky prokázán na úrovni (p < 0,01). Nejvyšší obsah kyseliny asparagové byl zjištěn v kategorii 351 - 500 kg a to 0,041 %. Ve srovnání s kategorií 230 - 300 kg je to o 0,008 % více. Prodlužující se doba výkrmu měla vliv také na obsah asparaginu, v případě věku zvířete se jeho obsah zvyšoval z 0,011 % na 0,019 %, stejnou tendenci měl také vliv hmotnosti. Statistická významnost byla prokázána také u obsahu kyseliny glutamové, a to na úrovni (p < 0,01) a glutaminu, na úrovni (p < 0,05). S narůstající dobou výkrmu se obsah kyseliny gluta-

mové značně zvyšoval ($0,053 < 0,668$ %). V případě zvyšující se hmotnosti zvířete bylo navýšení obsahu kyseliny glutamové také značné $0,060 < 0,047 < 0,653$ %. Vyšší hodnoty volné kyseliny glutamové naměřili také Wu a Shiu (2002) ($109,8 \pm 19,5$ mg.100g¹). Obsah glutaminu je důležitý z pohledu výstavby proteinů, jeho význam spočívá také v podpoře imunitního systému, kde zajišťuje množení imunitních buněk v odpovědi na imunitní podnět. U derivátů aminokyselin nebyla prokázána statistická významnost u sledovaných znaků. Zajímavým zjištěním je, že celkový obsah volných aminokyselin se s dobou výkrmu snižoval, i když nesignifikantně ($p > 0,05$).

V případě vlivu netto přírůstku na neesenční aminokyseliny byla statistická ($p < 0,01$) významnost prokázána u kyseliny glutamové, kdy nejvyšší množství bylo zjištěno u netto přírůstku 551 - 600 (g.den⁻¹), a to $0,999 \pm 0,054$ %. V případě celkových volných aminokyselin bylo nejvyšší množství ($4,750 \pm 0,201$ %) stanoveno také v kategorii 551 - 600 (g.den⁻¹). Zcela nejvyšší množství bylo zjištěno u glutaminu $2,683 \pm 0,215$ % v kategorii 551 - 600 (g.den⁻¹) a u genotypu CC $2,265 \pm 0,268$ %. Nejvyšší hodnotu glutaminu ($> 1,0$ g) naměřili také Šubrt et al. (2012). Dále zaznamenali obsah celkových volných aminokyselin u býků českého strakatého plemene na úrovni $3,817 \pm 0,905$ g.1000g⁻¹ syrového masa. Vliv genotypu na úrovni významnosti ($p < 0,01$) byl prokázán také u serinu. U genotypu CC byla naměřena hodnota 0,079 % v případě genotypu CT,TT hodnota 0,064 %. Markantní rozdíl ($p < 0,01$) byl pozorován u kyseliny glutamové, kde byl rozdíl mezi genotypem CC a CT,TT 0,446 %. Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) byl zjištěn v případě tyrozinu, i zde bylo vyšší zastoupení v případě genotypu CC, a to 0,052 % oproti CT,TT 0,039 %. Zcela nejnižší množství bylo zjištěno v případě asparaginu. Ke stejnému výsledku došli také Šubrt et al. (2012). Pereira-Lima et al. (1999) ve své práci uvedli, že existuje vliv aminokyselin na chuťové vlastnosti masa. Významné je především spojení mezi zvýšenými úrovněmi kyseliny glutamové, asparaginu ($p < 0,01$), lyzinu a metioninu ($p < 0,05$) na zlepšování chuťových vlastností hovězího vývaru.

Tab. 19: Vliv věku a hmotnosti JUT na obsah neesenciálních volných aminokyselin a derivátů aminokyselin v hověžím mase

Faktor	Věk při porážce (dny)		Hmotnost JUT (kg)		
	520-540	640-760	230-300	301-350	351-500
n	95	41	48	46	42
	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$
Glycin (%)	0,134 ± 0,006	0,118 ± 0,005	0,143 ± 0,009	0,125 ± 0,009	0,116 ± 0,005
Alanin (%)	0,433 ± 0,012	0,408 ± 0,013	0,450 ± 0,016	0,415 ± 0,019	0,408 ± 0,013
Serin (%)	0,069 ± 0,004	0,069 ± 0,003	0,072 ± 0,005	0,066 ± 0,006	0,068 ± 0,003
Kyselina asparagová (%)	0,032 ^A ± 0,002	0,043 ^B ± 0,002	0,033 ^a ± 0,002	0,031 ^A ± 0,002	0,041 ^{Bb} ± 0,002
Asparagin (%)	0,011 ^A ± 0,001	0,019 ^B ± 0,002	0,011 ^A ± 0,001	0,011 ^A ± 0,001	0,019 ^B ± 0,002
Kyselina glutamová (%)	0,053 ^A ± 0,006	0,668 ^B ± 0,183	0,060 ^A ± 0,009	0,047 ^A ± 0,008	0,653 ^B ± 0,179
Glutamin (%)	2,599 ^a ± 0,139	1,807 ^b ± 0,310	2,467 ± 0,208	2,694 ^a ± 0,187	1,873 ^b ± 0,307
Tyrozín (%)	0,042 ± 0,003	0,048 ± 0,003	0,045 ± 0,005	0,039 ± 0,003	0,048 ± 0,003
Prolin (%)	0,036 ± 0,002	0,035 ± 0,002	0,038 ± 0,003	0,035 ± 0,003	0,035 ± 0,002
Etanolamin (%)	0,027 ± 0,001	0,028 ± 0,001	0,027 ± 0,001	0,026 ± 0,001	0,029 ± 0,001
Ornitin (%)	0,029 ± 0,002	0,023 ± 0,002	0,031 ± 0,003	0,027 ± 0,002	0,024 ± 0,002
1-metyl-histidin (%)	0,674 ± 0,023	0,694 ± 0,032	0,688 ± 0,032	0,663 ± 0,035	0,690 ± 0,032
Celkem VAK (%)	4,630 ± 0,138	4,541 ± 0,253	4,582 ± 0,196	4,646 ± 0,199	4,580 ± 0,248

Odlíšná písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl mezi hladinou faktoru: a, b = p < 0,05; A, B = p < 0,01

Tab. 20: Vliv netto přírůstku a genotypu na obsah neesenciálních volných aminokyselin a derivátů aminokyselin v hovězím mase

Faktor	Netto přírůstek (g.den ⁻¹)			Genotyp	
	437-550	551-600	601-880	CC	CT, TT
n	41	47	48	48	88
	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$	$\bar{x} \pm s_d$
Glycin (%)	0,142 ± 0,010	0,126 ± 0,008	0,120 ± 0,006	0,133 ± 0,006	0,126 ± 0,007
Alanin (%)	0,448 ± 0,018	0,424 ± 0,017	0,407 ± 0,014	0,419 ± 0,014	0,428 ± 0,013
Serin (%)	0,074 ± 0,005	0,063 ± 0,003	0,070 ± 0,005	0,079 ^A ± 0,006	0,064 ^B ± 0,003
Kyselina asparagová (%)	0,036 ± 0,002	0,034 ± 0,002	0,035 ± 0,002	0,033 ± 0,002	0,036 ± 0,002
Asparagin (%)	0,013 ± 0,001	0,014 ± 0,002	0,014 ± 0,001	0,014 ± 0,002	0,013 ± 0,001
Kyselina glutamová (%)	0,062 ^A ± 0,010	0,099 ^A ± 0,054	0,526 ^B ± 0,154	0,527 ^A ± 0,152	0,081 ^B ± 0,032
Glutamin (%)	2,375 ± 0,266	2,683 ± 0,215	2,031 ± 0,232	2,265 ± 0,268	2,412 ± 0,156
Tyrosin (%)	0,043 ± 0,004	0,042 ± 0,004	0,046 ± 0,003	0,052 ^a ± 0,005	0,039 ^b ± 0,002
Prolin (%)	0,039 ± 0,004	0,034 ± 0,002	0,036 ± 0,003	0,039 ± 0,003	0,034 ± 0,002
Etanolamin (%)	0,027 ± 0,002	0,028 ± 0,001	0,027 ± 0,001	0,029 ± 0,001	0,026 ± 0,001
Ornitin (%)	0,030 ± 0,003	0,029 ± 0,003	0,023 ± 0,002	0,027 ± 0,003	0,028 ± 0,002
1-metyl-histidin (%)	0,671 ± 0,036	0,707 ± 0,032	0,662 ± 0,031	0,684 ± 0,019	0,678 ± 0,027
Celkem VAK (%)	4,499 ± 0,245	4,750 ± 0,201	4,547 ± 0,198	4,881 ± 0,227	4,451 ± 0,141

Odlišná písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl mezi hladinou faktoru: a, b = p < 0,05; A, B = p < 0,01

6 ZÁVĚR

Byla provedena analýza hovězího masa býků českého strakatého plemene, při které se sledovaly zvolené faktory, působící na kvalitu masa z pohledu technologického i nutričního. V případě věku zvířete při porážce byl prokázán vyšší podíl sušiny u starších zvířat a s tím související vyšší obsah bílkovin a tuku. S věkem zvířete se také zvyšovala plocha MLT (cm^2) a tloušťka vláken (μm). Maso starších zvířat obsahovalo také více celkového množství pigmentů. Věk zvířat měl také pozitivní vliv na obsah esenciálních aminokyselin, jejichž množství bylo u starších zvířat vyšší, stejně tak tomu bylo u většiny neesenciálních aminokyselin. Z těchto výsledků je zřejmé, že maso od zvířat z nejstarší analyzované skupiny je nutričně nejvhodnější.

S věkem související hmotnost zvířete měla podobné tendence v nárůstu sušiny, bílkovin i tuku a s tím spojené energetické hodnoty. Na vyšší množství tuku je třeba dávat pozor v případě redukčních diet. Zajímavým zjištěním je naopak snižující se obsah kolagenu ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) u zvířat z těžší hmotnostní kategorie. Také hmotnost měla vliv na plochu MLT (cm^2) a tloušťku vláken (μm). Naopak pH masa se s věkem a hmotností zvířete snižovalo. V případě parametrů barvy masa nebyly prokázány závislosti s hmotností zvířete. Obsah esenciálních aminokyselin se ve většině případů s hmotností zvyšoval.

Dále byl prokázán pozitivní vliv netto přírůstku ($\text{g} \cdot \text{den}^{-1}$) na nutriční kvalitu hovězího masa. Nutriční parametry se při zvyšujícím se netto přírůstku zvyšovaly. V případě technologických parametrů nebyl tento vliv prokázán, byl však prokázán vliv na celkové množství pigmentů, které se zvyšovaly, stejně tak barevné spektrum a^* . Zajímavým zjištěním je, že střední kategorie ($551 - 600 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$) netto přírůstku obsahovala nejvyšší množství volných esenciálních aminokyselin.

V případě genotypu byl zjištěn pozitivní vliv na obsah bílkovin u genotypu CT, T, kdy maso obsahovalo vyšší množství bílkovin a nižší množství tuku. U technologických parametrů byly zjištěny nižší hodnoty všech ukazatelů u CT, TT. Vliv na parametry barvy byl nevýznamný. Genotyp CC obsahoval jednoznačně vyšší množství esenciálních aminokyselin i celkového množství volných aminokyselin než CT, TT, u neesenciálních aminokyselin to nebylo zcela jednoznačné.

Celkově lze tedy podle výsledků této práce říci, že maso od starších zvířat s vyšší hmotností dává větší výtěžnost a z nutričního hlediska má pro konzumenta vyšší hodnotu, a to především pro svůj obsah bílkovin, ale také volných esenciálních aminokyselin. Sensoricky je toto maso lákavější pro svou barvu, ale také chuť, která je ovlivněna vyšším množstvím tuku. Tuto skutečnost je třeba brát v úvahu v případě redukčních diet, zvýšeného cholesterolu či jiných onemocněních. Od určitého věku a porážkové hmotnosti mohou nutriční hodnoty masa klesat, a také se mohou zhoršovat jeho sensorické vlastnosti, to však nebylo předmětem tohoto výzkumu. Nejen z pohledu nutričního, ale také ekonomického je proto vhodné porážet zvířata v jejich jatečné zralosti.

7 SEZNAM LITERATURY

BA H., KYOUNGMI P., DASHDORJ D. A INHO H., 2014: Effect of muscle type and vacuum chiller ageing period on the chemical compositions, meat quality, sensory attributes and volatile compounds of Korean native cattle beef. *Animal Science Journal*, 85, 164 - 173.

BUCHANAN F.C., FITZSIMMONS C.J., VAN KESSEL A.G., THUE T.D., WINKELMAN-SIM D.C., SCHMUTZ S.M., 2002: Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genetics Selection Evolution.*, 34, 105 - 116.

BUREŠ D., BARTOŇ L., ZAHRÁDKOVÁ R., TESLÍK V., KREJCOVÁ 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, 279 - 284.

BUREŠ D., BARTOŇ L., ZAHRADKOVA R., TESLIK V., 2008: Vliv pohlaví a věku na chemické, fyzikální a senzorycké charakteristiky hovězího masa. *Šlechtění na masnou užítkovost a aktuální otázky produkce jatečných zvířat, Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference a semináře pro chovatele*, Brno, 99 - 103.

ČERNÝ L., 2007: *Co a jak s masem*. TeMi CZ, s.r.o., Velké Bílovice, 120 s.

COVINGTON R. C., TUMA H. J., GRANT D. L., DAYTON A. D., 1970: Various chemical and histological characteristics of beef muscle as related to tenderness. *Journal of Animal Science*, 30, 191 - 196.

DAVÍDEK J., JANÍČEK G., POKORNÝ J., 1983: *Chemie potravin: učebnice pro vys. školy chemickotechnologické*. 1. vyd. Praha: SNTL, 629 s.

DE FREITAS A. K., LOBATO J. F. P., TAROUCO J. U., DILLENBURG D. R. a CASTRO I., 2014: Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in southern Brazil. *Meat Science.*, 96., 353 - 360.

DU M., SHEN Q. W., ZHU M. J., FORD S. P., 2007: Leucine stimulates mammalian target of rapamycin signaling in C2C12 myoblasts in part through inhibition of adenosine monophosphate-activated protein kinase. *Journal of Animal Science*, 85, 919 – 927.

DVOŘÁK Z., 1987: *Nutriční hodnocení masa jatečných zvířat*. Vyd. 1. Praha: SNTL, 270 s. , ISBN 04-829-87.

DRAČKOVÁ E., ŠUBRT J., FILIPČÍK R., 2013: The effect of crossbreed on carcass and beef quality. *Maso International*, sv. 3, 1, 57 - 62.

EMBLETON P., THORNE G., 1999: Suplementy ve výživě, *Ucelený informativní průvodce užíváním ergogenních látek v kulturistice.*, Pardubice: Ivan Rudzinskyj, ISBN 80-902589-7-2.

FALTA D., CHLÁDEK G., 2007: Analýza vybraných vlivů působících na barvu masa mladého skotu. *Masná užitkovost skotu, ovcí a koz. Sborník příspěvků*, Praha, 88 - 91.

FILIPČÍK R. , 2007: *Vyhodnocení působnosti biologických faktorů na kvalitu jatečně upraveného těla skotu a jakostní parametry hovězího masa*. Dizertační práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Agronomická fakulta.

FILIPČÍK R., ŠUBRT J., DRÁČKOVÁ E., BEZDÍČEK J. a DUFEK A., 2010: Vliv hmotnosti jatečně upraveného těla býků na kvalitu hovězího masa. *Šlechtění na masnou užitkovost a aktuální otázky produkce jatečných zvířat: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně*, 141-144. ISBN 978-80-7375-430-3.

HALL N. G., SCHÖNFELDT H.C., 2013: Total nitrogen vs. amino-acid profile as indicator of protein content of beef. *Food Chemistry*. 140, 608 - 612.

INGR I., 2003: *Produkce a zpracování masa*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Vyd. 1., 202 s. ISBN 80-7157-719-7.

INGR I., 2011: *Produkce a zpracování masa*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 202 s. ISBN 978-80-7375-510-2.

JURDOVÁ M., 2012: *Vliv porážkové hmotnosti skotu na kvalitu hovězího masa*. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta.

KAMENÍK J., 2014: *Maso jako potravina: Produkce, složení a vlastnosti masa*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 327 s. ISBN 978-80-7305-673-5.

MÁCHAL L., 2011: *Chov zvířat I: chov hospodářských zvířat*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 237 s. ISBN 978-80-7375-553-9

MOLONEY A. P., MOONEY M. T., TROY D. J., KEANE M. G. 2011: Finishing cattle a pasture at 30 months of age or indoors at 25 months of age: Effect on selected carcass and meat quality characteristics, *Livestock Science*, 141, 17 - 23.

NĚMCOVA K., ŠUBRT J., DRAČKOVA E., FILIPČIK R., 2010: Vliv zvolených faktorů na sílu svalových vláken podle pohlavní příslušnosti jatečného skotu. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendellianae Brunensis*, 5, 289 - 298.

NKRUMAHT J. D., LI C., BASARAB J.B., GUERCIO S. A., MEND Y. A., MURDOCH B., HANSEN C., MOORE S. S., 2004: Association of a single nucleotide polymorphism in the bovine leptin gene with feed intake, feed efficiency, growth, feeding behavior carcass quality and body composition, *Canadian Journal of Animal Science*, 84 (2), 211 - 219.

ODDY V. H, HARPER G. S., GREENWOOD P. L. a MCDONAGH M. B., 2001: Nutritional and developmental effects on the intrinsic properties of muscles as they relate to the eating quality of beef. *Australian Journal of Experimental Agriculture*., 41, 921 - 942.

- PIPEK P., JIROTKOVA D., 2001: *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožíznalství živočišných produktů. Část III. Hodnocení a zpracování masa, drůbeže, vajec a ryb.* České Budějovice, 136 s.
- PEREIRA- LIMA C .I., ORDONEZ J. A., GONZALO D., CAMBERO I. M., 1999: Influence of heat treatment on carnosine, anserine and free amino acid composition of beer broth and its role in flavour development. *European Food Research and Technology*, 3, 270 – 275.
- PURSLOW P.P., 2005: Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Science*, 7, 435 - 447.
- SERRA X., GUERRERO L. M., GUA`RDIA D. a GIL M., 2008: Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and its relationships with chemical and instrumental meat quality. *Science Direct*, 78, 98 - 104.
- SERRANO A., COFRADES S., RUIZ- CAPILLAS C., OLMIDELLA- ALONSO B., HERRERO-BARBUDO C., JIMÉNEC -COLMENERO F. 2005: Nutritional profile of restructure beef steak with added walnuts, *Meat Science*, 4, 647 - 654.
- STEINHAUSER L. 2000: *Produkce masa.* Tišnov: Last, 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
- ŠUBRT J., KRÁČMER S. a DIVIŠ V., 2002: Obsah aminokyselin ve svalovém proteinu býků dojených a masných užitkových typů. *Czech Journal of Animal Science*, 1, 21 - 29.
- ŠUBRT J., 2004: Kvalita hovězího masa. *Sborník příspěvků k semináři. Genetické šlechtění na kvalitu jatečných těl a hovězího masa s možností využití výkrmu volků.* Ra-
potín, 65 - 68.

ŠUBRT J., CHLADEK G., FILIPČÍK R., 2007: The quality of musculus longissimus pars thoracis in heavier category of czech fleckvieh and montbeliard bulls. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendellianae Brunensis*, 2, 235 - 244.

ŠUBRT J., KRÁČMAR S., FILIPČÍK R., BJELKA M. 2008: Vliv zrání roštěnce býků na změny profilu aminokyselin, *Proteiny 2008 mezinárodní vědecká konference*, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 182 - 185. ISBN 978-80-7318-706-4.

ŠUBRT J., BJELKA M., FILIPČÍK R., DRAČKOVÁ E., DUFEK A., HOMOLA M., NOVÁK K., 2009: Kvalita masa z pohledu konzumenta. *Zootechnické aspekty chovu masného skotu*, 21 - 32.

ŠUBRT J., BUŇKA F., BEZDÍČEK J., DUFEK A., DRAČKOVÁ E., FILIPČÍK R., 2012: Vztahy genotypu býků českého strakatého skotu pro leptin a obsahu volných aminokyselin v čerstvém mase. *Šlechtění na masnou užitkovost a aktuální otázky produkce jatečných zvířat*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 69 - 78.

TESLÍK V., BURDA J., URBAN F., BAROŇ L., ŘEHÁK D., 1995: Masná užitkovost býků českého strakatého a černostrakatého skotu při intenzivním výkrmu do hmotnosti 530 kg. *Živočišná výroba*, č. 40, 5, 227 - 232.

TORNBERG, E. 2005: Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 95, 871 - 879.

VELÍŠEK J. a HAJŠLOVÁ J., 2009: *Chemie potravin 1.*. Tábor: OSSIS, 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.

VELÍŠEK J.. *Chemie potravin*. 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 342 s. ISBN 80-7157-976-9

VIEIRA C., GARCÍA-CACHÁN M.D., RECIO M.D., DOMÍNGUEZ M. a SAÑUDO C., 2006: Effect of ageing time on beef quality of rustic type and rustic x Charolais crossbreed cattle slaughtered at the same finishing grade. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4, 225 - 234.

VOŘÍŠKOVÁ J. a FRELICH J., 2006: Chemická skladba masa býků různých genotypů. *Šlechtění na masnou užitkovost a aktuální otázky produkce jatečných zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 83 - 87.

WU G., FAROUKA M. M., CLERENS S. a ROSENVOLDA K., 2014: Effect of beef ultimate pH and large structural protein changes with aging on meat tenderness. *Meat Science*, 98, 637 - 645

VOŘÍŠKOVÁ J., DUFEK A., HANUSOVÁ L., ŠUBRT J., HOMOLA M., 2010: Vybrané faktory ve vztahu ke kvalitě hovězího masa. *Výzkum v chovu skotu 4*, Rapotín s. 85 - 97.

VOZÁR L., 1968: *Výživné látky ich sledovanie v potrave a organizme*. 1. vyd. Bratislava, 340 s.

WEGLARZ A., 2010: Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. colour and pH as determinants of meat quality dependent on cattle category and slaughter season. *Czech Journal of Animal Science*, 55, 12, 548 - 556.

WU HUI-CHUN a SHIAU CHYUAN- YUAN, 2002: Proximate composition, free amino acids and peptides contents in commercial chicken and other meat essences. *Journal of food and drug analysis*, 3, 170 - 177.

ZAHRÁDKOVÁ R., 2009: *Masný skot: od A do Z*. 1. vyd. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu, 397 s. ISBN 978-80-254-4229-6.

ZÁVODSKÁ I., 2002: Český strakatý skot – jedno z původních plemen. *Farmář*, roč. 8, 6, 46 - 47.

8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Spotřeba masa v kg v ČR v hodnotě „na kosti“ (Kameník a kol., 2014)	11
Tab. 2: Obsah bílkovin v hovězím mase (Steinhauser a kol., 2000)	14
Tab. 3: Obsah bílkovin u českého strakatého plemene a kříženců (Dračková et al. 2013).20	
Tab. 4: Obsah dusíkatých látek v mase hovězího roštěnce (Voříšková a Frelich, 2006)	20
Tab. 5: Chemické složení svalu u masných plemen (Bureš et al., 2006).....	21
Tab. 6: Porážková hmotnost a věk uvedených plemen (Freitas et al. 2014).....	21
Tab. 7: Množství bílkovin dle plemene a způsobu odchovu (Freitas et al. 2014)	22
Tab. 8: Vliv plemene na obsah bílkovin (Serra et al. 2008).....	22
Tab. 9: Obsah bílkovin v u mláděte a dospělého skotu (g.100g-1) (Steinhauser, 2000).....	23
Tab. 10: Závislost věku a části JUT na obsahu bílkovin (%) (Hall et al. 2013).....	23
Tab. 11: Množství bílkovin dle věku zvířete (Filipčík et al. 2010)	24
Tab. 12: Množství (($\mu\text{mol.g}^{-1}$) volných aminokyselin v průběhu zrání (Ba et al., 2014)	27
Tab. 13: Základní charakteristika jatečných zvířat	30
Tab. 14: Nutriční kvalita hovězího masa	36
Tab. 15: Technologická kvalita hovězího masa	38
Tab. 16: Parametry barvy masa	40
Tab. 17: Obsah volný esenciálních a semiesenciálních aminokyselin v hovězím mase.....	42
Tab. 18: Obsah volný esenciálních a semiesenciálních aminokyselin v hovězím mase.....	44
Tab. 19: Vliv věku a hmotnosti JUT na obsah neesenciálních volných aminokyselin a derivátů aminokyselin v hovězím mase.....	46
Tab. 20: Vliv netto přírůstku a genotypu na obsah neesenciálních volných aminokyselin a derivátů aminokyselin v hovězím mase.....	47

9 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Vliv věku zvířete na množství aminokyselin.....	43
Graf 2: Vliv hmotnosti zvířete na množství aminokyselin.....	43