



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Vliv genotypů pro gen leptin na vybrané kvalitativní ukazatele hovězího masa

Autoreferát disertační práce

Ing. Karel Beneš

České Budějovice, 2017

Autoreferát disertační práce

Doktorand: Ing. Karel Beneš
Studijní program: Zootechnika
Studijní obor: Speciální zootechnika
Název práce: Vliv genotypů pro gen leptin na vybrané kvalitativní ukazatele hovězího masa
Školitel: doc. Ing Miroslav Maršálek, CSc.

Oponenti: prof. Ing. Jan Šubrt, CSc.
MZLU Brno
doc. Ing. Luděk Stádník, Ph.D.
ČZU Praha
prof. Ing. Peter Strapák, Ph.D.
SPU Nitra

Obhajoba disertační práce se koná dne vhod.
v místnosti ZB 03010 (pavilon B, 3. patro) ZF JU
v Českých Budějovicích.

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení Zemědělské fakulty JU v Českých Budějovicích.

doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
předseda oborové rady
speciální zootechnika
ZF JU v Českých Budějovicích

Poděkování

Děkuji svému školiteli, doc. Ing. Miroslavu Maršálkovi, CSc. za kvalitní a odborné vedení v průběhu mého studia. Dále bych chtěl poděkovat doc. Ing. Jarmile Voříškové, Ph.D. a Ing. Jitce Rutkayové, Ph.D. za rady v průběhu studia, při práci v laboratoři a pomoc během zpracování disertační práce. Děkuji i rodině za podporu v průběhu mého studia.

Tato disertační práce vznikla za podpory projektů NAZV QI 91A055 a GAJU 020/2013/Z.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a použil jsem pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích dne 15. 8. 2017

.....
Ing. Karel Beneš

Obsah

Souhrn.....	5
Summary.....	7
1. ÚVOD.....	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	10
2.1 Kvalita hovězího masa	10
2.2 Vnitřní faktory ovlivňující masnou užitkovost	12
2.3 Leptin	13
3. VĚDECKÉ HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE	15
4. MATERIÁL A METODIKA	16
5. VÝSLEDKY A DISKUSE	19
5.1 Vztah genotypů genu pro leptin a vybraných charakteristik jatečně upraveného těla býků českého strakatého skotu.....	19
5.2 Vztah genotypů genu pro leptin a kvalitativních ukazatelů hovězího masa býků českého strakatého skotu	24
5.3 Vztah genotypů genu pro leptin a profilu mastných kyselin hovězího masa býků českého strakatého skotu	28
6. ZÁVĚR	35
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	39
8. ŽIVOTOPIS.....	43
9. SEZNAM PUBLIKOVANÝCH PRACÍ	45

Souhrn

Disertační práce „Vliv genotypů pro gen leptin na kvalitativní ukazatele hovězího masa“ popisuje vliv polymorfismu genu pro leptin na vybrané kvalitativní, morfometrické a hmotnostní ukazatele hovězího masa a jatečně upraveného těla. Analyzováno bylo maso 333 býků českého strakatého skotu, u kterých byla provedena genotypizace vybraného lokusu metodou PCR/RFLP, který byl dle předchozích zahraničních studií spojován s kvalitativními změnami hovězího masa.

Byla zjištěna hmotnost jatečně upraveného těla, přední a zadní čtvrti pravé poloviny JUT, hmotnost jednotlivých tkání (maso, kosti, lůj) a hmotnost hlavních masitých částí z pravé poloviny JUT. Před disekcí byly změřeny vybrané morfometrické ukazatele. Po disekci byl odebrán vzorek *musculus longissimus lumborum et thoracis*, který byl následně analyzován v laboratoři. Zjišťováno bylo základní chemické složení (sušina, tuk, bílkoviny a popeloviny), průměr svalových vláken a profil vybraných mastných kyselin. Dále bylo analyzováno pH, vaznost přidané vody, barva (barevnými koordináty CIE Lab) a to jak jeden den *post mortem*, tak po 14 dnech zrání, síla stříhu (pomocí sondy Warner-Bratzler) byla hodnocena ve stejných časových úsecích, a to jak u vzorků v syrovém stavu, tak po tepelné úpravě grilováním.

Studovaný polymorfismus *LEP* měl statisticky průkazný vliv na hmotnost jatečného těla v teplém stavu, hmotnost pravé poloviny JUT a přední a zadní čtvrtě. Dále na podíl masa na pravé polovině JUT, hmotnost kostí a celkové hmotnosti masa I. třídy, i hmotnosti masa I. třídy na přední čtvrti. Dále byl prokázán vliv polymorfismu *LEP* na hmotnost kýty bez kosti, plece bez kosti, boku s kostí a bez kosti, žebra, klišky ze zadní čtvrti a ořezu z přední čtvrti. Ve skupině morfometrických ukazatelů pak na délky kýty, plnost kýty a obvod kýty.

V případě chemického složení byl prokázán vliv polymorfismu *LEP* na podíl intramuskulárního tuku. Z kvalitativních ukazatelů pak na hodnotu pH a vaznost přidané vody, a to jak jeden den *post mortem*, tak po 14 dnech zrání. V případě křehkosti, byl prokázán vliv na sílu stříhu tepelně upraveného, nevyzrálého masa. Z ukazatelů popisujících barvu byl zjištěn statisticky průkazný

vliv na ukazatel světlosti v případě nevyzrálého masa a po 14 dnech zrání pak na ukazatel charakterizující podíl žluté barvy a barevnou sytost.

Stanovení profilu mastných kyselin bylo provedeno pomocí plynové chromatografie. Průkazný vliv studovaného polymorfismu a rozdíly mezi jednotlivými genotypy *LEP* byly zjištěny u kyseliny myristové, palmitové, palmitoolejové, linolové, γ -linolenové, α -linolenové, konjugované kyseliny linolové, eikosapentaenové, dokosatetraenové, dokosapentaenové n-6 a n-3 a dokosaheptaenové. Ze souhrnných ukazatelů pak byl statisticky průkazný vliv polymorfismu *LEP* na podíl PUFA, podíl omega-3 mastných kyselin a poměr omega-6/omega-3 mastných kyselin.

Při spojení s dalšími lokusy kandidátních genů ovlivňujících kvalitu hovězího masa je možné výsledky disertační práce použít při sestavování přípařovacích plánů zaměřených na produkci kvalitních plemenných zvířat se zdůrazněním vyšších kvalitativních standardů produkovaného masa.

Klíčová slova: český strakatý skot; hovězí maso; kvalita masa; mastné kyseliny; leptin

Summary

The dissertation “The Influence of Genotype of Leptin Gene on Qualitative Characteristics of Beef” describes the effect of polymorphisms of gene of leptin on selected qualitative, morphometric and weight indicators of beef and carcass. The analysis was carried out on 333 bulls of Czech Fleckvieh, which were genotyped (by PCR/RFLP method) of chosen locus, which according to previous foreign studies was associated with qualitative changes in beef.

The weight of carcass, fore and hind quarter of the right half of the carcass, the weight of the individual tissues (meat, bone, and fat) and the weight of main meaty parts from the right half of carcass were measured. Before the dissection chosen morphometric indicators were measured. After the dissection, a sample of the *musculus longissimus lumborum et thoracis* was taken and then analysed in the laboratory. Basic chemical composition (dry matter, fat content, protein, and ash), muscle fibers diameter and fatty acid profile was determined. In addition, pH, added water holding capacity, colour (CIE Lab colour coordinates) were analysed both for one-day *post-mortem* and after 14 days of ageing. The shear force (using the Warner-Bratzler probe) was evaluated at the same time intervals as for both raw and heat-treated samples by grilling.

The studied *LEP* polymorphism had a statistically significant effect on the weight of the hot carcass, the weight of right half of carcass and fore and hind quarter. In addition, the proportion of meat on the right half of carcass, the weight of the bones and total weight of the I. class meat, and the weight of the I. class meat in the fore quarter. In addition, the effect of *LEP* polymorphism on the weight of boneless round, boneless chuck, plate, flank, rib, hind shank, and meat trimmings of fore quarter was found. In a group of morphometric indicators, the effect was significant on lengths of round, fullness of round and round circumference.

In the case of chemical composition, the effect of *LEP* polymorphism on the intramuscular fat content was significant. From the qualitative indicators, the effect was significant on the pH value and added water holding capacity, both one-day *post-mortem* and after 14 days of ageing. In the case of tenderness, the effect on shear

force of heat treated, non-aged meat was significant. From the indicators describing colour, a statistically significant effect on the indicator of lightness was found in the case of unconditioned meat and after 14 days of ageing the effect was significant on the indicator characterising yellow colour and the colour saturation.

Determination of fatty acid profile was carried out by gas chromatography. The effects of studied polymorphism and differences between *LEP* genotypes were found in myristic, palmitic, palmitoleic, linoleic, γ -linolenic, α -linolenic, conjugated linoleic, eicosapentaenoic, docosatetraenoic, docosapentaenoic both n-6 and n-3 and docosahexaenoic acids. From aggregated indicators, the statistical significant effect of *LEP* polymorphisms on PUFA content, omega-3 fatty acids content, and omega-6/omega-3 fatty acids ratio was found.

In connection with other candidate gene loci influencing the quality of beef, the results of dissertation can be used in the preparation of breeding schemes aimed at the production of quality breeding animals, highlighting the higher quality standards of the produced meat.

Keywords: Czech Fleckvieh; Beef; Meat Quality; Fatty Acids; Leptin

1. ÚVOD

Základním předpokladem pro úspěšnost chovu skotu jako hospodářského zvířete je i cílená šlechtitelská práce, ta stála za vznikem a směřováním plemene český strakatý skot ke kombinované užitkovosti. Prvotní cíle, které byly zaměřené na mléčnou a masnou užitkovost stále častěji a s vyšším významem doplňují i ukazatele zdraví (fitness) krav. Tyto ukazatele jsou nyní využívány při selekci zvířat a staly se tak součástí udržitelného šlechtitelského postupu.

S těmito možnostmi je spojena i odpovědnost chovatele, která by se měla soustředit na vybírání plemenný materiál. V současné době se začínají využívat i metody genomické selekce, přičemž podklady z provedených genomických analýz mohou být využity při sestavování přípařovacích plánů a tím podpořit dosažení šlechtitelského cíle. V neposlední řadě je nutné zmínit i možnosti molekulárně genetických analýz, které jsou sice zaměřené spíše cíleně na jednotlivé polymorfismy kandidátních genů, ale i tak poskytují cenné informace k dosaženým výsledkům selekce či lze jejich výsledky využít k cílenému přípařování.

Aktuální výzvou, které český strakatý skot jako domácí plemeno čelí, je především ekonomická situace na trhu s mlékem, pomalu se zvyšující výkupní cena ale ovlivňuje množství vykupovaného mléka. Tento vliv se může velice negativně podepsat na úrovni českých chovů, a to zejména s ohledem na možný převod krav do systému bez tržní produkce mléka. Určitou výhodou pro český strakatý skot představuje právě kombinovaná užitkovost. Býci tohoto plemene stále dosahují dobré masné užitkovosti a finanční příjem z prodeje jatečných zvířat částečně kompenzuje ztrátovost mléčné výroby.

Výše uvedené možnosti zvyšující genetický zisk by mohly být využity ke zlepšení jak masné užitkovosti, tak i kvality hovězího masa s ohledem na zachování úrovně mléčné užitkovosti, ale i dobrého zdravotního stavu a odolnosti českého strakatého skotu.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Kvalita hovězího masa

Chápání jatečné hodnoty z hlediska kvality hovězího masa je poměrně komplikované. Vlastní koncept tohoto pojmu je relativní, protože kromě chemického složení zahrnuje i další vlastnosti jako vzhled, šťavnatost, texturu a barvu, což jsou důležité vlastnosti pro spotřebitele (Lawrie, Ledward, 2006; Correia et al., 2016). Vlastnosti hovězího masa lze rozdělit do čtyř funkčních kategorií: hygienické, fyzikální, technologické a senzorycké, přičemž jejich různá kombinace určitým způsobem ovlivňuje právě spotřebitelsky důležité vlastnosti (Nollet et al., 2007).

Prakticky nejvýznamnější technologickou vlastností vypovídající jak o udržitelnosti hovězího masa, tak o jeho kvalitativních (senzoryckých) vlastnostech je pH. Mezi hodnotou pH a barvou, vazností, křehkostí a dalšími senzoryckými vlastnostmi existuje silná korelační závislost (Przybylski, Hopkins, 2015), stejně tak mezi hodnotou pH a instrumentálním stanovením barvy, křehkosti (síly stříhu) (Lawrie, Ledward, 2006). Standardní hodnota pH hovězího masa by se měla pohybovat na úrovni 5,3–5,7, přičemž je této hodnoty obvykle dosaženo do 24 hodin *post mortem*. Pokud probíhá proces *rigoru mortis* běžným způsobem, pak pH klesne natolik, až dosáhne tzv. isoelektrického bodu ($\text{pH} = 5,4$). Dosažení isoelektrického bodu působí na myofibrilární bílkoviny a dochází k jejich stažení. Právě nedostatečné okyselení masa nezpůsobí toto stažení, zvyšuje osmotické síly uvnitř buněk a vaznost masa tak stoupá (až do úrovně pH_u 6,8), ovšem na úkor jeho mikrobiální odolnosti (Jeleníková et al., 2008; Przybylski, Hopkins, 2015).

Vaznost je důležitá nejen z pohledu ekonomického, ale i z pohledu zpracování masných výrobků, kdy je vyšší vaznost žádaná z důvodu možnosti přidání vody a solných roztoků, které vaznost dále zvyšují a tím činní výsledný produkt ekonomicky výhodnější z důvodu nižšího požadavku na množství nejdražších

vstupních surovin, masa (Dikeman, Devine, 2014). Vaznost je pozitivně ovlivňována i množstvím intramuskulárního tuku (Lawrie, Ledward, 2006).

Poměrně významné ukazatele z pohledu senzorickeho hodnocení spotřebitele jsou barva a křehkost hovězího masa. Jak je uvedeno výše, oba ukazatele mají silnou korelační závislost s hodnotou pH. Právě barva je prvním charakteristickým znakem, který spotřebitel hodnotí. Jedná se často o jediný ukazatel, který vůbec může v čase nákupu posoudit, a to zejména při současných způsobech distribuce (Przybylski, Hopkins, 2015). Barva masa je ovlivněna množstvím vázané vody, množstvím svalových pigmentů a stavem jejich oxidace, mikrobiální aktivitou, tepelnou úpravou, účinkem přídatných látek, způsobem uchovávání a balení masa (Lawrie, Ledward, 2006; Nollet et al., 2007).

Nejdůležitějším kvalitativním parametrem z pohledu spotřebitele je křehkost, kterou lze definovat jako snadnost, se kterou může být maso přeríznuto nebo rozkousáno (Przybylski, Hopkins, 2015). Jedná se o komplexní vlastnost, která záleží na mnoha faktorech (pH a teplotní změny *post mortem*, glykolýza, a zpracování) a jejich vzájemné interakci (Dikeman, Devine, 2014).

Hodnota křehkosti může být vztážena k obsahu bílkovin v mase, a to především myofibrilárních (aktin, myosin) a stromatických (kolagen, elastin, ritaliculin). Právě jejich relativní obsah ve svalovině odpovídá stupni stažení myofibril a druhu svalu (Lawrie a Ledward, 2006). Jak je uvedené výše, tak stažení myofibril je významně ovlivněno pH. Jeleníková et al. (2008) uvádí korelaci mezi hodnotou pH₂₄ a křehkostí na úrovni $r = 0,64$. Dále zmiňuje, že výslednou křehkost může ovlivnit i stav masa, tj. syrové a vařené a případně i způsob tepelné úpravy, resp. teplota. Mezi další faktory, které ovlivňují křehkost, lze zařadit věk zvířete, způsob výkrmu, pohlaví, plemeno a genetické založení (Toit, Oguttu, 2013).

Významným faktorem, kterým lze výslednou křehkost masa ovlivnit je zrání masa. Klasický způsob zrání využívá teplot 2–4 °C po dobu 5–21 dnů, kdy dochází ke zvyšování křehkosti. Další možností je využití elektrické stimulace jatečného těla. Ta může zlepšit křehkost hovězího masa díky urychlení poklesu pH a rozpadu myofibril proteolýzou troponinu rychlejší aktivací calpainového systému (Kim et al., 2013; Dikeman, Devine, 2014; Juárez et al., 2016). Křehkost významně ovlivňuje i předporážkové zacházení, kdy za určitých okolností může vzniknout abnormalita v průběhu postmortálních změn, což vede ke vzniku jakostní odchylky DFD (dark-firm-dry).

2.2 Vnitřní faktory ovlivňující masnou užitkovost

Z vnitřních faktorů masnou užitkovost ovlivňuje významně užitkový typ skotu a plemeno (Przybylski, Hopkins, 2015). V případě kombinovaného skotu je pak zachována jak dobrá úroveň mléčné produkce s vysokým obsahem mléčných složek, tak i relativně vysoká růstová schopnost, dobré osvalení a kvalita JUT (Zahrádková et al., 2009).

Pohlaví, jako vnitřní faktor, ovlivňuje nejen masnou užitkovost, ale i jatečnou hodnotu. Maso jalovic je chutnější, křehčí a červenější než maso býků nebo volků. Vyšší podíl intramuskulárního tuku je v mase volků než v mase býků (Przybylski, Hopkins, 2015).

Vliv porážkového věku na kvalitu hovězího masa býků českého strakatého skotu zmiňuje studie Beneše et al. (2013). Průkazný vliv věku byl zjištěn v případě křehkosti *musculus longissimus dorsi* po tepelné úpravě, kdy maso mladších býků bylo křehčí, a to i po 14 dnech zrání. Obdobných výsledků pak bylo dosaženo v případě vzhledu masa, jeho světlosti, maso mladších býků bylo světlejší oproti masu starších zvířat.

Aktuálním, nabývajícím na významnosti, je další vnitřní faktor ovlivňující masnou užitkovost, ale i kvalitu masa, a to genetický

základ jedince. Zvýšení masné užitkovosti pomocí genetického pokroku bylo založeno na selekci fenotypových údajů (vlastností) bez hlubší znalosti genetické variability. Díky zlepšení technik molekulární genetiky bylo umožněno jak šlechtitelům, tak chovatelům studovat genetické založení jedince na úrovni DNA (Przybylski, Hopkins, 2015).

2.3 Leptin

Často studovaným markerem je i gen pro leptin (*LEP*). Leptin je bílkovinný hormon skládající se ze 167 aminokyselin (Buchanan et al., 2002). Leptin funguje centrálně a inhibuje vliv neuropeptidu Y (Dikeman, Devine, 2014), konkrétně blokováním jeho syntézy v hypothalamu, což vede ke snížení příjmu krmiva (poklesu apetitu), zvýšení energetického výdeje a zvýšení fyzické aktivity. Zvýšená sekrece leptinu adipocyty pak vede ke zvýšení koncentrace sérového leptinu, který působí jak na mozkovou tkáň, tak na periferní tkáň, a kromě výše uvedené regulace příjmu krmiva a změn ve fyzické aktivitě způsobuje i zvýšenou aktivitu vaječníků.

Leptin kódující gen (často nazývaný též „obese gene“ neboli gen obezity (Li et al., 2013) se nachází na 4. boviním chromozomu. Celá DNA sekvence genu má více než 15 000 bp, obsahuje 3 exony, které jsou odděleny 2 introny. Kódující oblast *LEP* se nachází na exonu 2 a 3 oddělené intronem o velikost 2 kb (Trakovická et al., 2015). Polymorfismy v kódující oblasti jsou spojovány se změnami koncentrace leptinu v krevním séru, příjmem krmiva a podílem tělesného tuku (Kaplanová et al., 2009). Nejčastěji zkoumaný jednonukleotidový polymorfismus (SNP) leptinového genu je spojovaný právě s koncentrací leptinu v krevním séru (Pavlík et al., 2013). Tomuto SNP odpovídají dvě alely – *C* a *T*, které se následně projevují třemi různými genotypy – homozygotními *TT* a *CC* a heterozygotním genotypem *CT*.

Obsah sérového leptinu je pak spojován s příjmem krmiva, denním přírůstkem, konverzí krmiva a skladbou jatečného těla.

S rostoucím věkem a koncentrací roste i hodnota těchto ukazatelů (Foote et al., 2016). Vyšší podíl tuku v mase a větší pokryv jatečně upravených těl tukem zmiňuje Buchanan et al. (2002). Další studie (Kaplanová et al., 2009) potvrzuje vliv genotypu *LEP* na ukládání ledvinového a pánevního loje, kdy homozygotní *TT* zvířata měla nejvyšší podíl tohoto tuku a obdobné výsledky byly zjištěny i pro netto přírůstek. Anton et al. (2011) zmiňuje vliv polymorfismu *LEP* na podíl intramuskulárního tuku. Vliv polymorfismu *LEP* na barvu hovězího masa potvrzuje Li et al. (2013), a to v sytosti barvy (c^* – chroma) a obsahu deoxymyoglobinu.

Zmiňován bývá i nepřímý vliv genotypu *LEP* na profil mastných kyselin hovězího masa. Studie Orrù et al. (2011) poukazuje na možný vliv genotypu *LEP* na obsah MUFA, kyseliny stearové, olejové a myristolejové. Jako hlavní příčinu pak uvádí regulační efekt leptinového genu a sérového leptinu na SCD1, který reguluje přeměnu SFA na MUFA.

Z výše uvedeného je patrné, že gen kódující leptin má významný vliv jak na výslednou masnou užitkovost, tak jatečnou hodnotu, a to jak ve vztahu ke kvalitě jatečně upraveného těla, tak ve vztahu ke kvalitě hovězího masa.

3. VĚDECKÉ HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE

Kandidátní gen pro leptin ovlivňuje nejen hladinu sérového leptinu, ale dále (jako důsledek jeho hladiny v krvi) potřebu přijímat živiny. Existuje předpoklad, že jednotlivé genotypy studovaného polymorfismu (exon 2, 305 SNP, tranzice C>T; genotypy *CC*, *CT* a *TT*) genu pro leptin ovlivňují úroveň masné užitkovosti, v konečném důsledku i jatečnou hodnotu.

Na základě toho je možné očekávat, že pomocí vybraných genotypů genu pro leptin u býků českého strakatého skotu lze cíleně produkovat i kvalitnější hovězí maso, které bude vykazovat lepší sensorické vlastnosti a motivovat spotřebitele ke koupi masa domácí provenience.

Stanoveny byly následující cíle:

1. Vyhodnotit vliv jednotlivých genotypů leptinového genu na vybrané kvalitativní ukazatele hovězího masa a popsat rozdíly kvalitativních ukazatelů v rámci jednotlivých genotypů.
2. Určit rozdíl mezi jednotlivými genotypy genu pro leptin v rámci podílů hlavních masitých částí a morfometrických parametrů jatečně upraveného těla.
3. Stanovit diference mezi sledovanými genotypy genu pro leptin v obsahu vybraných mastných kyselin a indexů mastných kyselin.

4. MATERIÁL A METODIKA

Do sledování bylo zařazeno 333 ks vykrmovaných býků plemene českého strakatého skotu, kteří byli vykrmováni dle metodiky Svazu chovatelů českého strakatého skotu (2013) ve stanici kontroly výkrmnosti skotu (SKVS) firmy Reprogen a.s. v Želči a ZD Dřevohostice.

Porážka býků byla provedena v masokombinátech Písek, Polička a Kostelec. Po porážce bylo provedeno zvážení jatečně upraveného těla (JUT) a zařídění dle metodiky SEUROP. Po rozčtvrcení pravé poloviny JUT a před vlastní disekcí bylo provedeno měření vybraných tělesných rozměrů:

délka kýty 1 – vzdálenost mezi distálním okrajem hleznového kloubu a kraniálním okrajem pánevní spony,

délka kýty 2 – vzdálenost distálního okraje kličky a kraniálního okraje pánevní spony,

plnost kýty – vyjádřena jako šířka, hloubka a klenutí,

šířka kýty – šířka kýty v nejširším místě,

obvod kýty – obvod kýty na úrovni pánevní spony,

spirální obvod kýty – křížový obvod od kraniálního okraje pánevní spony po ocasní obratel,

délka přední čtvrti – vzdálenost od kraniálního okraje prvního žebra ke čtvrticímu řezu

délka zadní čtvrti – vzdálenost od čtvrticího řezu po kaudální okraj pánevní spony,

hloubka hrudníku – přímá délka mezi dorzálním a ventrálním okrajem na vnitřní straně jatečné čtvrti na úrovni 8. obratle,

poloobvod hrudníku – obvod poloviny hrudníku měřený na vnější straně JUT na úrovni 8. obratle,

délka roštěnce – délka nízkého roštěnce z pravé zadní čtvrti po disekci.

Z pravé poloviny JUT byl po disekci odebrán vzorek *musculus longissimus lumborum et thoracis* (MLLT, nízký roštěnec).

Vzorek byl rozdělen na dvě poloviny, které byly samostatně zabaleny a zavakuovány. První část vzorku byla zpracována v den disekce JUT (1 den *post mortem*), druhá polovina byla analyzována po 14 dnech zrání v kontrolovaném prostředí při teplotě 2–4 °C a relativní vzdušné vlhkosti 80 % (vyzrálé maso).

Část vzorku (20 g) 1 den *post mortem* byla odebráno za účelem stanovení základního chemického složení (sušina, obsah bílkovin dle Kjeldahla, obsah intramuskulárního tuku (ČSN 57 0185) a popelovin. Další část vzorku (80 g) byla odebrána za účelem stanovení profilu mastných kyselin pomocí plynové chromatografie dle Komprdy et al. (2005).

Z fyzikálně-chemických ukazatelů bylo stanoveno pH, barva, vaznost přidané vody dle Ingra (1977) a síla stříhu, a to jeden den *post mortem* i po 14 dnech zrání. Pomocí přenosného pH metru GMH 3350 s vpichovou sondou HC123 byla zjištěna hodnota pH. Stanovení barvy bylo provedeno přenosným spektrofotometrem ColorEye XTH fi. GretagMacBeth. Příprava vzorků a jejich záhřev pro stanovení vaznosti přidané vody byla provedena pomocí laboratorního mlýnku Grindomix GM200 (Retsch) a vodní lázně WNB 22 (Memmert). Síla stříhu byla zjištěna analyzátořem textury TA.XT Plus se sondou Warner-Bratzler a vyhodnocena programem Exponent (Stable Micro System).

Vzorky pro analýzu síly stříhu byly překrojeny na dvě stejné části o tloušťce přibližně 2,5 cm a jedna polovina dále nakrájena na kvádry o šířce 2 cm. Druhá část byla pak použita pro stanovení síly stříhu tepelně upraveného masa (tepelná úprava grilováním při 170 °C), takto upravený vzorek byl nakrájen na kvádry o šířce 2 cm a následně provedena analýza síly stříhu.

Studován byl polymorfismus *LEP*, který popsal Buchanan et al. (2002). Izolace DNA byla provedena ze svalové tkáně, vlastní určení genotypů daného polymorfismu bylo provedeno pomocí PCR/RFLP analýzy. Na základě rozdílných délek fragmentů byly

stanoveny genotypy. V případě alely *C* byla délka fragmentu 95 bp, fragment alely *T* odpovídal délce 75 bp.

Před statistickou analýzou byl proveden test normality dat graficky (P-P graf) a pomocí Shapiro-Wilkova testu v software Statsoft Statistica 12 CZ. Proměnné, pro které nebyla prokázána normalita dat, byly logaritmicky transformovány. Výsledky provedených statistických analýz byly poté zpětně transformovány.

Pro analýzu vlivu genotypů genu pro leptin na výše uvedené ukazatele bylo vypracováno 11 lineárních modelů, z nichž byly použity tři, jejichž indexy determinace byly nejvyšší a zároveň u nich byly vypočteny nejmenší reziduální směrodatné odchylky. První model charakterizuje vliv genotypů genu pro leptin na hmotnost jednotlivých partií a rozměry JUT býků českého strakatého skotu, druhý model charakterizuje vliv polymorfismu *LEP* na kvalitativní ukazatele hovězího masa a třetí pak efekt studovaného polymorfismu na profil mastných kyselin. Použité modely jsou uvedeny v disertační práci.

Statistická analýza byla provedena pomocí smíšeného lineárního modelu (GLM) v software Statsoft Statistica 12 CZ na základě kterého byly vypočteny průměrné hodnoty nejmenších čtverců a směrodatných odchylek. V témže software byly vypočteny základní popisné statistiky charakterizující sledovaný soubor.

5. VÝSLEDKY A DISKUSE

U sledované skupiny býků českého strakatého byla provedena analýza vlivu genotypů pro gen leptin na ukazatele charakterizující jatečně upravené tělo, kvalitu masa a profil mastných kyselin. V autoreferátu jsou uvedeny pouze průkazné vlivy sledovaného polymorfismu. Kompletní porovnání jednotlivých genotypů polymorfismu *LEP* je uvedeno v disertační práci.

5.1 Vztah genotypů genu pro leptin a vybraných charakteristik jatečně upraveného těla býků českého strakatého skotu

Třída zmasilosti se pohybovala na úrovni 4 (tj. R). Vliv genotypu *LEP* nebyl na tento ukazatel průkazný a nebyl zjištěn rozdíl mezi jednotlivými genotypy (viz tabulka 1). Průkazný vliv byl zjištěn ovšem v případě protučnělosti jatečně upraveného těla a byl zjištěn průkazný rozdíl mezi genotypy. Významné rozdíly ($P < 0,1$) mezi všemi genotypy byly zjištěny u hmotnosti teplého jatečně upraveného těla, nejvyšší hmotnost byla zjištěna u genotypu *CC*, nižší u genotypu *CT* a nejnižší u genotypu *TT*. Významný vliv genotypu a difference mezi genotypy byla prokázána u hmotnosti přední a zadní čtvrti a dále u celkové hmotnosti masa a podílu masa na pravé polovině JUT.

Vliv genotypu byl potvrzený i u hmotnosti kostí, jak v pravé polovině JUT, tak v přední a zadní čtvrti. Hmotnost loje nebyla sledovaným polymorfismem ovlivněna. Průkazný vliv polymorfismu *LEP* byl zjištěn u hmotnosti masa I. třídy (tj. součtu hmotnosti kýty bez kosti, plece bez kosti, roštěnce a svíčkové), u podílu masa I. třídy z přední čtvrti a u poměru masa I. třídy ze zadní a z přední čtvrti.

Bartoň et al. (2007) pro hmotnost teplého JUT býků českého strakatého skotu udává hmotnost 329,7 kg při průměrném porážkovém věku 536 dní. Jako zatřídění za protučnělost udává průměrnou třídu 2+ resp. 3-. Zatřídění JUT za zmasilost R- resp. R0. Podíl masa na pravé polovině JUT zmiňuje na úrovni 78,3 %.

Tabulka 1 Hmotnost tkání JUT býků českého strakatého skotu dle genotypů *LEP*

Ukazatel	Genotyp					
	CC (n = 192)		CT (n = 116)		TT (n = 25)	
	LSM	± s _x	LSM	± s _x	LSM	± s _x
Třída zmasilosti (SEUROP)	4,156	± 0,026	4,120	± 0,032	4,057	± 0,068
Třída protučnělosti	2,193 ^A	± 0,032	2,181	± 0,039	1,962 ^B	± 0,084
HJUT-0 [kg]	370,6 ^A	± 82,966	355,2 ^B	± 69,849	348,2 ^C	± 64,632
Hm. PP-24 [kg]	183,2 ^A	± 37,757	176,3 ^B	± 33,942	176,8 ^B	± 30,412
Hm. PPČ-24 [kg]	87,9 ^A	± 20,320	83,9 ^B	± 17,942	83,7 ^B	± 16,146
Hm. PZČ-24 [kg]	95,2 ^A	± 19,780	91,6 ^B	± 16,467	89,3 ^B	± 14,699
Maso celkem [kg]	146,8 ^A	± 31,238	140,5 ^B	± 26,809	138,6 ^B	± 24,301
Maso celkem [%]	80,28 ^A	± 1,556	80,13 ^B	± 1,224	80,16 ^B	± 1,330
Hmotnost kostí [kg]	29,76 ^{Aa}	± 5,970	30,01 ^B	± 5,271	30,58 ^b	± 5,289
Podíl kostí [%]	17,00	± 0,084	17,11	± 0,104	17,34	± 0,224
Poměr masa a kostí	2,75	± 0,017	2,75	± 0,021	2,76	± 0,046
Hm. kostí PPČ [kg]	7,084 ^a	± 1,093	7,167 ^b	± 1,111	7,311 ^b	± 1,082
Hm. kostí PZČ [kg]	11,199 ^a	± 1,499	11,379 ^b	± 1,963	11,430 ^b	± 1,921
Podíl kostí a masitých částí PPČ	6,63	± 1,008	6,65	± 1,011	6,88	± 1,023
Podíl kostí a masitých částí PZČ	5,18	± 0,043	5,19	± 0,053	5,22	± 0,114
Lůj LP [kg]	9,11	± 1,029	8,95	± 1,036	8,69	± 1,082
Hmotnost loje [kg]	4,49	± 0,019	4,64	± 0,024	4,24	± 0,053
Podíl loje [%]	2,55	± 0,017	2,62	± 0,021	2,41	± 0,046
Lůj PPČ [kg]	1,93	± 0,018	1,99	± 0,023	1,96	± 0,049
Lůj PZČ [kg]	2,64	± 0,019	2,52	± 0,024	2,26	± 0,053
Maso I. třídy [kg]	55,5 ^A	± 11,831	53,8 ^B	± 9,959	54,2	± 9,870
Maso I. třídy [%]	37,97	± 1,692	38,14	± 2,007	38,33	± 1,653
Maso I. třídy z PP [%]	30,49	± 0,109	30,55	± 0,136	30,68	± 0,292
Maso I. třídy z PPČ [%]	14,65 ^A	± 1,757	14,11 ^B	± 1,919	14,22	± 2,286
Maso I. třídy z PZČ [%]	45,41	± 0,169	45,37	± 0,210	45,94	± 0,452
Poměr masa I. třídy PZČ a PPČ	3,13 ^A	± 0,497	3,28 ^B	± 0,602	3,23	± 0,637

Třída zmasilosti dle SEUROP (S=1, E=2, U=3, R=4, O=5, P=6)
Třída protučnělosti (1 = velmi slabé protučnění, 2, 3, 4, 5 = velmi silné protučnění)
HJUT-0 – hmotnost nezchlazeného jatečně upraveného těla
Hmotnost PPČ 24 – hmotnost pravé přední čtvrti po vychlazení
Hmotnost PZČ – hmotnost pravé zadní čtvrti po vychlazení
Hmotnost PP 24 – hmotnost pravé poloviny JUT po vychlazení
Lůj LP – hmotnost ledvinového a pánevního loje
Maso I. třídy – součet hmotnosti roštěnce, kýty bez kosti, svíčkové a plece bez kosti
Různá písmena na stejném řádku značí statisticky průkaznou odlišnost:
a, b P ≤ 0,05; A, B, C P ≤ 0,01

Obdobné hodnoty pro zařídění za protučnělost uvádí i Filipčík et al. (2015) a to 2,2 při porážkovém věku 647 dní. Uvedené hodnoty odpovídají zjištěným hodnotám sledované populace českého strakatého skotu.

Korelační závislost mezi obsahem sérového leptinu a hmotnostní jatečně upraveného těla v teplém stavu popisuje Geary et al. (2003) na úrovni $r = 0,14$, ale jako neprůkaznou. Pozitivní, průkaznou korelační závislost mezi sérovým leptinem a hmotností JUT popisuje Foote et al. (2015) na úrovni $r = 0,14$. Průkazný vliv genotypu leptinového polymorfismu popisuje Buchanan et al. (2007) a to jak pro živou (porážkovou) hmotnost, tak pro hmotnost jatečně upraveného těla, právě v důsledku odlišných koncentrací leptinu v krevním séru zvířat s genotypem *TT*. Vyšší hmotnost ale byla spojena s vyšší tloušťkou hřbetního tuku, v případě 8 mm byla zvířata s genotypem *TT* lehčí než ta s genotypem *CC*. Pokud byla tloušťka hřbetního tuku 12 mm, tak byla hmotnost jatečných těl zvířat genotypu *TT* vyšší. Vliv koncentrace sérového leptinu na tloušťku hřbetního tuku je průkazný dle Geary et al. (2003) a Foote et al. (2016), což koresponduje s tvrzením Pavlíka et al. (2013), který pro genotyp *TT* potvrzuje nejvyšší koncentraci sérového leptinu ve srovnání s ostatními genotypy.

Bezdiček et al. (2010) uvádí podíl masa první třídy na hmotnosti jatečné půlky na úrovni 13,68–21,64 %. Dle Filipčíka et al. (2008) je podíl masa první jakosti na pravé polovině JUT býků českého strakatého skotu 29,56 %, což odpovídá uváděným výsledkům pro jednotlivé genotypy genu pro leptin.

Vliv leptinu na hmotnost hlavních masitých částí byl průkazný v případě kýty bez kosti, plece bez kosti, boku s kostí a boku bez kosti, dále v případě hmotnosti žebra, klišky ze zadní čtvrti a ořezu z přední čtvrti JUT (viz tabulka 2).

Tabulka 2 Hmotnosti hlavních masitých částí JUT býků českého strakatého skotu dle genotypů *LEP*

Ukazatel	Genotyp								
	CC (n= 192)			CT (n = 116)			TT (n = 25)		
	LSM	±	s _x	LSM	±	s _x	LSM	±	s _x
Kýta bez kosti [kg]	32,98 ^{Aa}	±	6,661	31,92 ^B	±	5,442	31,47 ^b	±	5,220
Roštěnec [kg]	7,06	±	1,121	7,18	±	0,987	7,12	±	0,897
Svíčková [kg]	2,48	±	0,423	2,54	±	0,380	2,58	±	0,359
Plec bez kosti [kg]	13,07 ^{Aa}	±	4,131	12,11 ^B	±	3,811	12,02 ^b	±	4,023
Podplečí [kg]	12,91	±	2,530	12,67	±	2,061	12,83	±	1,648
Bok s kostí [kg]	8,74 ^A	±	2,296	8,10 ^B	±	1,827	8,22	±	1,577
Bok bez kosti [kg]	8,23 ^A	±	3,461	7,75 ^{Ba}	±	3,052	7,12 ^{Cb}	±	2,957
Žebro [kg]	17,98 ^A	±	1,939	17,25 ^B	±	1,786	17,43	±	1,790
Kliška [kg]	6,02	±	1,277	6,13	±	1,305	6,14	±	1,359
Kliška PZČ [kg]	4,08 ^A	±	3,307	3,80 ^B	±	3,187	3,70 ^C	±	3,140
Ořez PZČ [kg]	11,38 ^A	±	2,698	11,70 ^B	±	2,689	11,44	±	2,436
Ořez PPC [kg]	11,84	±	6,661	11,83	±	5,442	11,01	±	5,220

Různá písmena na stejném řádku značí statisticky průkaznou odlišnost:

a, b $P \leq 0,05$; A, B, C $P \leq 0,01$

Podíly těchto jatečných částí na pravé polovině JUT se dle Bezdička et al. (2010) pohybují v případě kýty od 15,76 do 22,86 %, v případě roštěnce 3,36–5,36 %, v případě svíčkové 1,12–2,19 % a u plece bez kosti pak 4,01–8,92 %. Chládek et al. (2005) pro vyšší porážkovou hmotnost (690 kg) býků českého strakatého skotu udává hmotnost kýty na úrovni 32,1 kg, pro svíčkovou 2,4 kg, pro roštěnec 8,3 kg a pro plec bez kosti 11,9 kg, což koresponduje se zjištěnými výsledky.

Poslední část práce popisující JUT byla zaměřena na morfometrické parametry a vliv genotypů genu pro leptin na tyto ukazatele. Zjištěné hodnoty nejmenších čtverců a směrodatné odchylky jsou uvedeny v tabulce 3. Průkazné diference mezi genotypy byly zjištěny u ukazatelů délka kýty 1 a délka kýty 2, dále u plnosti kýty a u obvodu kýty.

Rozměry přední čtvrti popisuje Filipčík et al. (2008). Udává délku 43 cm, hloubku hrudníku 38 cm a poloobvod hrudníku 98 cm.

Pro délku zadní čtvrtě udává rozměr 91 cm, což koresponduje se zjištěnými výsledky. Stejně tak jím udávané rozměry kýty býků českého strakatého skotu, šířka 28 cm a spirální obvod kýty 171 cm. Dle Gearyho et al. (2003) je hladina sérového leptinu negativně korelována ($r=-0,45$) s plochou *musculus longissimus lumborum et thoracis*, mezi jednotlivými genotypy ovšem nebyl zjištěn staticky průkazný rozdíl. Plochu *MLLT* na úrovni 87,10 cm² zmiňuje Foote et al. (2015) a potvrzuje negativní korelaci ($r=-0,25$) s hladinou sérového leptinu.

Tabulka 3 Morfometrické parametry JUT býků českého strakatého skotu dle genotypů *LEP*

Ukazatel	Genotyp					
	CC (n = 192)		CT (n = 116)		TT (n = 25)	
	LSM	± s _x	LSM	± s _x	LSM	± s _x
Délka kýty-1 [cm]	84,93 ^a	± 5,503	83,97 ^b	± 4,864	84,88	± 4,632
Délka kýty-2 [cm]	72,30 ^a	± 4,726	71,57 ^b	± 4,108	70,80 ^b	± 4,173
Plnost kýty [cm]	46,59 ^a	± 4,914	45,46 ^b	± 5,177	45,83	± 5,076
Šířka kýty [cm]	28,34	± 3,709	28,50	± 3,788	27,87	± 4,308
Obvod kýty [cm]	121,45 ^{Aa}	± 8,835	120,16 ^B	± 7,798	119,12 ^b	± 7,149
Spirální obvod kýty [cm]	175,54	± 11,889	176,75	± 9,672	176,82	± 10,009
Délka přední čtvrti [cm]	45,19	± 3,900	45,21	± 3,992	45,24	± 3,953
Hloubka hrudníku [cm]	39,97	± 3,158	39,69	± 3,069	39,10	± 2,779
Poloobvod hrudníku [cm]	98,24	± 24,679	96,34	± 10,011	95,46	± 8,725
Délka zadní čtvrti [cm]	94,73	± 4,694	94,31	± 4,475	95,32	± 4,130
Délka roštěnce [cm]	66,88	± 4,224	67,36	± 4,231	68,68	± 4,585
Plocha <i>MLLT</i> [cm ²]	88,03	± 17,224	87,89	± 15,781	84,55	± 10,975

Různá písmena na stejném řádku značí statisticky průkaznou odlišnost:

a, b P ≤ 0,05; A, B P ≤ 0,01

5.2 Vztah genotypů genu pro leptin a kvalitativních ukazatelů hovězího masa býků českého strakatého skotu

V tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty sledovaných parametrů kvality hovězího masa. Průkazný vliv polymorfismu genu pro leptin byl zjištěn u podílu intramuskulárního tuku, kdy nejvyšší hodnota byla zjištěna u genotypu *CT*. Ostatní ukazatele chemického složení, ale ani průměr svalových vláken nebyl průkazně ovlivněn sledovaným polymorfismem *LEP*.

Tabulka 4 Chemické složení a vybrané fyzikální ukazatele kvality hovězího masa dle genotypů *LEP*

Ukazatel	Genotyp					
	<i>CC</i> (n = 192)		<i>CT</i> (n = 116)		<i>TT</i> (n = 25)	
	LSM	± s _x	LSM	± s _x	LSM	± s _x
Sušina [%]	25,009	± 0,130	25,373	± 0,141	25,500	± 0,334
IMT [%]	2,732 ^a	± 0,038	3,033 ^b	± 0,041	2,994	± 0,101
Bílkoviny [%]	21,186	± 1,004	21,158	± 1,004	21,008	± 1,009
Celkový N [%]	3,387	± 1,004	3,387	± 1,004	3,362	± 1,010
Popeloviny [%]	1,094	± 0,005	1,095	± 0,005	1,092	± 0,012
Průměr svalového vlákna [μm] ^A	40,419	± 0,341	40,491	± 0,371	40,579	± 0,878
pH-1	5,687 ^A	± 0,303	5,682 ^A	± 0,283	5,776 ^B	± 0,451
pH-14	5,733 ^A	± 0,286	5,716 ^A	± 0,288	5,786 ^B	± 0,429
Vaznost-1 [%]	30,817 ^A	± 27,475	36,208 ^a	± 26,788	46,414 ^{Bb}	± 38,746
Vaznost-14 [%]	45,186 ^a	± 28,350	46,542 ^a	± 30,166	57,741 ^b	± 40,445
TXTS-1 [kg]	5,942	± 1,169	5,830	± 1,224	5,828	± 1,025
TXTS-14 [kg]	5,935	± 1,134	5,793	± 1,136	5,477	± 1,077
TXTG-1 [kg]	23,001 ^A	± 5,878	22,337 ^A	± 5,287	18,507 ^B	± 6,032
TXTG-14 [kg]	14,535	± 4,785	14,601	± 4,431	13,003	± 4,603

^A četnosti genotypů: *CC* (n = 126), *CT* (n = 102), *TT* (n = 20); celkem analyzováno 248 vzorků

1 – jeden den *post mortem*, 14 – po 14 dnech zrání

Různá písmena na stejném řádku značí statisticky průkaznou odlišnost:

a, b P ≤ 0,05; A, B P ≤ 0,01

Lawrie a Ledward (2006) pro hovězí maso udávají obsah základních živin na úrovni 25 % sušiny, 19 % bílkovin a 2,5 % tuku. Filipčík et al. (2013) charakterizoval chemické složení masa býků

českého strakatého skotu dle genotypů genu pro leptin. Pro sušinu udává hodnoty 26,14 % u genotypu *TT* a dále 27,03 % u *CT* a 26,43 % u *CC*. Nejvyšší podíl intramuskulárního tuku popisuje u genotypu *CT* (2,51 %), u *CC* 1,84 % a nejméně u *TT* (1,77 %). V obou případech zjistil statisticky průkaznou diferenci mezi genotypem *CT* a *CC*, resp. *TT*. Anton et al. (2011) zmiňuje nejvyšší podíl intramuskulárního tuku býků plemene aberdeen angus s genotypem leptinu *TT*. Optimální chutnosti hovězího masa je dosahováno při obsahu tuku od 3 do 7,5 %, významný vzestup chutnosti nastává už od 2,5% podílu intramuskulárního tuku (Smith, 2016). Nkrumah et al. (2007) udává průkazný vztah mezi koncentrací sérového leptinu a mramorováním hovězího masa býků plemen masného užitkového typu (kříženci plemen aberdeen angus a charolais). Podobné závěry publikoval i Foote et al. (2016), použitím smíšeného lineárního modelu zjistil, že hladina sérového leptinu popisuje 4,59 % variance známky za mramorování.

Technologické vlastnosti analyzovaného hovězího masa představují ukazatele pH a vaznost přidané vody. Zjištěné hodnoty pH 24 hodin po porážce (pH-1) genotypů *CC* a *CT* nebyly průkazně odlišné. Hodnota pH-1 genotypu *TT* byla 5,776 a statisticky významně se lišila od heterozygotního (*CT*) i dominantního (*CC*) homozygotního genotypu genu pro leptin. Dračková et al. (2016) uvádí hodnotu pH masa býků českého strakatého skotu 48 hodin *post mortem* na úrovni 5,67, Filipčík et al. (2015) pak 5,63. Bartoň et al. (2010) zmiňuje hodnotu pH 24 hodin *post mortem* 5,82. Optimální hodnota pH, z hlediska údržnosti hovězího masa jako potraviny, by se 24 hodin *post mortem* měla pohybovat na úrovni 5,3–5,7 (Przybylski, Hopkins, 2015). Analyzované maso býků jednotlivých genotypů dosahovalo průměrných hodnot pH pod 5,8, což je z hlediska údržnosti a technologické i senzorické jakosti optimální.

Hodnoty nejmenších čtverců vaznosti masa, analyzované jako vaznost přidané vody, jsou uvedeny v tabulce 10 jako Vaznost-1 (vaznost 1 den *post mortem*) a Vaznost-14 (vaznost po 14 dnech zrání). Průkazné rozdíly byly zjištěny shodně jako v případě pH, tj. mezi genotypy *TT* a *CT*, resp. *CC*, a to jak jeden den *post mortem*, tak po 14 dnech zrání, přičemž nejvyšší vaznost byla zjištěna ve vyzrálém i nevyzrálém mase býků genotypu *TT*.

Mezi hlavní faktory ovlivňující vaznost patří přímý vliv pH, iontová síla, schopnost oxidace myofibrilárních bílkovin a schopnost myofibril a svalových buněk zadržet vodu (Huff-Lonergan a Lonergan, 2005). Vyšší vaznost je žádaná z pohledu zpracování masných výrobků a možnosti přidání vody a solných roztoků, které vaznost dále pozitivně ovlivňují (Dikeman, Devine, 2014). Vaznost pozitivně ovlivňuje i zrání masa (Lawrie, Ledward, 2006). Průkaznost rozdílů mezi genotypy, a nejvyšší vaznost přidané vody v případě genotypu *TT*, lze vysvětlit rozdíly v hodnotách pH, kdy právě nejvyšší pH bylo zaznamenáno u genotypu *TT*.

Statistická analýza síly stříhu syrového i grilovaného masa v obou časových intervalech potvrdila vliv genotypů genu pro leptin pouze u síly stříhu grilovaného, nevyzrálého masa. Nejnižší hodnota byla zjištěna u masa býků s genotypem *TT*. Statisticky významná odlišnost byla potvrzena mezi genotypem *TT* a *CT*, ale i mezi genotypem *TT* a *CC*. Jeden den *post mortem* bylo tepelně upravené maso býků genotypu *TT* nejkřehčí. Po 14 dnech zrání došlo k poklesu síly stříhu tepelně upraveného hovězího masa, a to u všech genotypů. Průkazné difference mezi genotypy se ovšem nepotvrdily, byť nejnižší hodnota byla opět zaznamenána u masa býků genotypu *TT*.

Průkazný vliv genotypu *LEP* na sílu stříhu popisuje Ekerljung et al. (2012). Průměrnou hodnotu síly stříhu vařeného masa při 70 °C (před vlastní analýzou ovšem bylo maso zamrazeno) udává na úrovni 118 N. Průkazný vliv genotypů *LEP* na sílu stříhu po 7, 14 a 21

dnech zrání potvrzuje i Schenkel et al. (2005) a průměrné hodnoty síly stříhu udává na úrovni 4,12 – 5,36 kg. Dle něj je možné, že vliv genotypu genu pro leptin je nepřímý, kdy je vyšší podíl mramorování spojován s vyšší křehkostí. Hanzelková et al. (2011) uvádí sílu stříhu vařeného masa býků českého strakatého skotu na úrovni 143,68 N pro nevyzrálé a 105,16 N pro 14 dní zrající maso.

Barva je často jedinou vlastností, podle které se spotřebitelé rozhodují o nákupu nabízeného hovězího masa. Barva masa je v tomto případě představována koordináty systému CIE-Lab (L^* – světlost; a^* – červenost; b^* – žlutost) a hodnotami barevné sytosti (chroma) a odrazivosti (hue). Zjištěné hodnoty nejmenších čtverců stanovených jeden den *post mortem* a po 14 dnech zrání jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5 Ukazatele barvy hovězího masa dle genotypů *LEP*

Ukazatel	Genotyp								
	<i>CC</i> (n = 192)			<i>CT</i> (n = 116)			<i>TT</i> (n = 25)		
	LSM	±	s_x	LSM	±	s_x	LSM	±	s_x
L^*-1	37,391 ^a	±	3,343	36,291	±	2,652	34,164 ^b	±	2,917
a^*-1	6,679	±	1,668	6,848	±	1,519	6,205	±	1,508
b^*-1	5,876	±	1,520	5,750	±	1,414	4,777	±	1,627
Chroma-1	8,938	±	2,115	8,979	±	1,919	7,852	±	2,097
Hue-1 [°]	41,463	±	5,367	39,770	±	5,495	36,900	±	5,315
L^*-14	35,929	±	3,381	36,331	±	3,358	34,816	±	3,196
a^*-14	8,175	±	2,043	7,946	±	1,884	7,340	±	1,980
b^*-14	7,283 ^a	±	1,902	7,084	±	1,666	5,985 ^b	±	2,041
Chroma-14	10,995 ^a	±	2,640	10,700	±	2,300	9,482 ^b	±	2,717
Hue-14 [°]	41,666	±	4,728	41,811	±	5,467	39,293	±	5,243

1 – jeden den *post mortem*, 14 – po 14 dnech zrání

Různá písmena na stejném řádku značí statisticky průkaznou odlišnost: a, b $P \leq 0,05$

Průkazné rozdíly mezi genotypy genu pro leptin jeden den *post mortem* byly zjištěny v případě ukazatele světlosti – L^*-1 . Maso býků genotypu *TT* bylo nejtmavší, rozdíl mezi genotypem *CT* a *TT*, resp. *CC* a *CT* nebyl prokázán. Po 14 dnech zrání byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi genotypy v případě ukazatele

barevné sytosti (Chroma-14), odrazivosti (Hue-14) a žlutosti (b^* -14). Ve všech případech byly zjištěné nejnižší hodnoty v masě býků genotypu *TT*. Při porovnání s masem býků genotypu *CC* bylo méně žluté, méně barevně syté a vykazovalo i nižší úhel odrazivosti. Barva vyzrálého masa býků genotypu *CT* se od ostatních genotypů nelišila.

Dračková et al. (2016) pro maso býků českého strakatého skotu 48 hodin *post mortem* udává shodující se hodnoty a to L^* na úrovni 35,48, b^* na úrovni 8,62 a vyšší hodnotu u parametru a^* , a to 15,24. Světlost (L^*) udává Kaplanová et al. (2013) na úrovních 32,231–37,840, červenost (a^*) pak na úrovních 10,950–11,695 a žlutost (b^*) v rozsahu 9,223–9,917. Vlastní vliv leptinu na kvalitu masa lze přičíst nepřímému působení na jeho složky, především intramuskulární tuk (Li et al., 2013). Vyšší obsah intramuskulárního tuku ovšem vede i k jeho rychlejší oxidaci, která je urychlována oxidací svalových barviv a celkovou rovnováhou pro-oxidačních a antioxidačních látek (Przybylski, Hopkins, 2015). To může být jeden z hlavních důvodů průkazných rozdílů ukazatele b^* (žlutost) po 14 dnech zrání masa.

5.3 Vztah genotypů genu pro leptin a profilu mastných kyselin hovzího masa býků českého strakatého skotu

Poslední část výsledků charakterizuje vliv studovaného polymorfismu na profil mastných kyselin masa býků českého strakatého skotu. Výsledky statistického lineárního modelu popisujícího vliv genotypů genu pro leptin na profil mastných kyselin a rozdíly mezi jednotlivými genotypy jsou uvedeny v tabulce 6. Hodnoty jsou uvedeny v procentuálním podílu k celkovému obsahu analyzovaných MK. Kromě vybraných mastných kyselin jsou uvedeny i souhrnné ukazatele jako podíl nasycených (SFA), mono- (MUFA) a poly- (PUFA) nenasycených mastných kyselin, podíl omega-3 (n-3) a omega-6 (n-6) mastných kyselin, jejich poměr a index trombogeneze (IT) a aterogeneze (IA).

Pozitivně lze hodnotit genotyp *TT* z pohledu nižšího obsahu kyseliny myristové (C14:0). Spolu s kyselinou laurovou (C12:0) tvoří faktor zvyšující celkový obsah cholesterolu v krevním séru vyšší měrou než kyselina palmitová (C16:0), zatímco kyselina stearová (C18:0) má spíše neutrální vliv na celkovou hladinu sérového cholesterolu (Daley et al., 2010). Bartoň et al. (2010) analyzoval mastné kyseliny v mase českého strakatého skotu. Ze skupiny SFA udává podíl 2,15 % u kyseliny myristové, 27,02 % u kyseliny palmitové a 19,44 % u kyseliny stearové. Jím udávané výsledky korespondují s výsledky provedených analýz.

Tian et al. (2013) charakterizoval vliv vybraných SNP genu pro leptin u čínské populace kříženců simenského plemene skotu. Stanovil průkazné rozdíly mezi jednotlivými genotypy daných SNP pro obsah kyseliny myristové, palmitové a stearové. V případě kyseliny arachové nezjistil diferenci mezi genotypy. Jím publikované výsledky částečně korespondují se zjištěními vycházejícími z provedených statistických analýz.

Ve skupině mononenasyných mastných kyselin (MUFA) byl zjištěn vliv genotypů genu pro leptin a diference mezi genotypy u kyseliny palmitoolejové (C16:1). U ostatních kyselin této skupiny nebyl zjištěn průkazný vliv genotypu *LEP*. Filipčík et al. (2015) pro český strakatý skot zmiňuje podíl kyseliny olejové (C18:1n9c) 39,77 %, což částečně odpovídá zjištěným výsledkům. Podle Kaplanové et al. (2013) v mase kříženců českého strakatého skotu a masných plemen se podíl kyseliny myristoolejové (C14:1) pohybuje na úrovni 0,289–0,500 %, palmitoolejové (C16:1) 2,789–3,388 % a kyseliny olejové (C18:1n9c) pak 40,874–41,763 %.

Tabulka 6 Profil mastných kyselin hovězího masa dle jednotlivých genotypů *LEP*

Ukazatel	Genotyp								
	CC (n = 141)			CT (n = 83)			TT (n = 18)		
	LSM	±	s _x	LSM	±	s _x	LSM	±	s _x
C12:0	0,064	±	0,002	0,067	±	0,002	0,064	±	0,005
C14:0	2,560 ^a	±	0,060	2,683 ^A	±	0,060	2,280 ^{Bb}	±	0,132
C14:1	0,406	±	0,022	0,445	±	0,022	0,364	±	0,049
C16:0	27,652 ^A	±	0,250	27,604 ^a	±	0,250	26,232 ^{Bb}	±	0,550
C16:1	2,911	±	0,086	3,071 ^a	±	0,086	2,691 ^b	±	0,191
C18:0	19,408	±	0,362	19,111	±	0,362	20,290	±	0,798
C18:1n9c	41,437	±	0,405	41,273	±	0,405	40,900	±	0,892
C18:2n6t	0,239	±	0,006	0,247	±	0,006	0,230	±	0,014
C18:2n6c	3,426 ^a	±	0,199	3,483 ^a	±	0,200	4,391 ^b	±	0,440
C18:2n6Σ	3,666 ^a	±	0,198	3,729 ^a	±	0,198	4,621 ^b	±	0,436
C18:3n6	0,123 ^{Aa}	±	0,034	0,136 ^b	±	0,038	0,149 ^B	±	0,031
C18:3n3	0,423 ^a	±	0,127	0,429	±	0,09	0,482 ^b	±	0,121
C18:2n9 (CLA)	0,199 ^A	±	0,072	0,232 ^B	±	0,078	0,229	±	0,071
C20:0	0,152	±	0,006	0,148	±	0,006	0,175	±	0,013
C20:1	0,181	±	0,006	0,174	±	0,006	0,181	±	0,013
C20:4n6	0,493	±	0,069	0,536	±	0,069	0,747	±	0,152
C20:5n3	0,038 ^A	±	0,010	0,051 ^a	±	0,010	0,100 ^{Bb}	±	0,022
C22:4n6	0,083	±	0,012	0,079 ^a	±	0,012	0,132 ^b	±	0,028
C22:5n6	0,055	±	0,068	0,044 ^a	±	0,091	0,095 ^b	±	0,182
C22:5n3	0,137 ^a	±	0,019	0,164 ^a	±	0,019	0,238 ^b	±	0,042
C22:6n3	0,048	±	0,068	0,037 ^a	±	0,071	0,063 ^b	±	0,125
SFA	49,836	±	0,385	49,613	±	0,385	49,042	±	0,848
MUFA	44,935	±	0,459	44,963	±	0,459	44,137	±	1,012
PUFA	5,229 ^a	±	0,319	5,424 ^a	±	0,319	6,821 ^b	±	0,704
n-3	0,632 ^a	±	0,044	0,681 ^a	±	0,044	0,883 ^b	±	0,098
n-6	4,398	±	0,280	4,527	±	0,280	5,727	±	0,616
n-6/n-3	6,946 ^a	±	0,115	6,789	±	0,115	6,548 ^b	±	0,254
IA	1,151	±	0,019	1,147	±	0,019	1,097	±	0,042
IT	1,871	±	0,030	1,848	±	0,030	1,768	±	0,067

CLA – konjugovaná kyselina linolová

SFA – nasycené mastné kyseliny (C12:0 + C14:0 + C16:0 + C18:0 + C20:0)

MUFA – mononenasycené mastné kyseliny (C14:1 + C16:1 + C18:1n9c + C20:1)

PUFA – polynenasycené mastné kyseliny (C18:2n6Σ + C18:3n6 + C18:3n3 + CLA + C20:4n6 + C20:5n3 + C22:4n6 + C22:5n6 + C22:5n3 + C22:6n3)

n-3 – omega-3 nenasyčené mastné kyseliny (C18:3n3 + C20:5n3 + C22:5n3 + C22:6n3)

n-6 – omega-6 nenasyčené mastné kyseliny (C18:2n6Σ + C18:3n6 + C20:4n6 + C22:4n6 + C22:5n6)

IA – index aterogeneze; IT – index trombogeneze

Různá písmena na stejném řádku značí statisticky průkaznou odlišnost: a, b P ≤ 0,05; A, B P ≤ 0,01

Vliv genotypů různých polymorfismů genu pro leptin analyzoval Orrù et al. (2011). Jeho závěry zmiňují průkazný vliv SNP *LEP* g.3157A>G nacházejícího se v exonu 3 na obsah mononenasycených mastných kyselin, změnu v obsahu kyseliny olejové a kyseliny stearové. Jako další SNP udává *LEP* g.3100C>T, pro který popisuje vliv alely C na obsah kyseliny myristoolejové. Pro SNP *LEP* g.978C>T zmiňuje nižší podíl kyseliny stearové a kyseliny myristové. Jako příčinu udává možnou regulační schopnost leptinového genu exprese *SCD1*. Desaturační aktivita *SCD1*, která přeměňuje nasycené mastné kyseliny na mononenasycené MK je právě regulována leptinovým genem, což lze podpořit i tvrzením Schenkela et al. (2005), který ve své studii různých polymorfismů leptinového genu popisuje určité nové poznatky neodpovídající předchozím studiím.

Některé kyseliny ze skupiny PUFA vykazovaly statisticky průkazné rozdíly mezi genotypy genu pro leptin. Jednalo se o kyselinu linolovou (C18:2n6c), jejíž obsah byl nejvyšší v mase býků genotypu *TT*. Průkazně nejvyšší podíl kyseliny γ -linolenové (C18:3n6) a α -linolenové (C18:3n3) byl zjištěn také v mase genotypu *TT*. Nejvyšší hodnoty konjugované kyseliny linolové (CLA) byly zjištěny v mase býků genotypu *CT*.

Shodné diference mezi genotypem *CT* a *TT*, kdy genotyp *TT* vykazoval vyšší hladinu dané mastné kyseliny byly zjištěny u podílů kyseliny dokosatetraenové (C22:4n6), kyseliny dokosapentaenové n-6 (C22:5n6) a kyseliny dokosahexaenové (C22:6n3). V uvedených případech se podíl těchto kyselin v mase genotypu *CC* od ostatních genotypů neodlišoval. Nejvyšší hladina kyseliny eikosapentaenové (C20:5n3) a kyseliny dokosahexaenové n-3 (C22:5n3) byla zjištěna v mase býků genotypu *TT*, přičemž tyto hodnoty byly průkazně odlišné jako od genotypu *CT*, tak *CC*, ale rozdíl mezi genotypy *CT* a *CC* nebyl statisticky významný.

Podíl kyseliny linolové (C18:2) dle Filipčíka et al. (2015) je v intramuskulárním tuku býků českého strakatého skotu na úrovni 3,75 %. Bartoň et al. (2010) udává mírně vyšší hodnotu, 4,76 %. Kyselina linolová je esenciální mastnou kyselinou a tvoří základ pro syntézu mastných kyselin skupiny n-6. Její množství významně ovlivňuje poměr n-6/n-3 mastných kyselin (Daley et al., 2010). Filipčík et al. (2015) uvádí podíl kyseliny γ -linolenové na úrovni 0,16 % a kyseliny α -linolenové na úrovni 0,61 %. Bartoň et al. (2010) pro maso býků českého strakatého skotu charakterizuje obsah kyseliny α -linolenové na úrovni 0,78 % a konjugované kyseliny linolové 0,24 %. Kyselina α -linolenová je hlavním zástupcem omega-3 mastných kyselin (Daley et al., 2010). Orrù et al. (2011) analyzoval vztah různých polymorfismů genu pro leptin a obsahu kyseliny α -linolenové, přičemž zjistil průkazný vliv polymorfismu g.3157A>G na její obsah. Stejně tak potvrzuje i vliv polymorfismu *SCDI* na obsah této kyseliny, což by mohlo vysvětlit průkazné rozdíly mezi genotypy studovaného polymorfismu genu pro leptin, kdy nejvyšší hodnota kyseliny α -linolenové byla zjištěna u genotypu *TT*, a to inhibicí a regulací tohoto enzymu.

Filipčík et al. (2015) pro mastné kyseliny s dlouhým řetězcem v mase býků českého strakatého skotu zmiňuje hodnoty 0,40 % pro kyselinu arachidonovou, 0,10 % pro kyselinu eikosapentaenovou a 0,08 % pro kyselinu dokosatetraenovou. Bartoň et al. (2010) pro stejné mastné kyseliny udává hodnoty 0,93 % (kys. arachidonová), 0,19 % (kys. eikosapentaenová) a 0,17 % (kys. dokosatetraenová). Orrù et al. (2011) udává v mase simenských býků poměrně vysoký podíl kyseliny arachidonové (1,896 %) a kyseliny dokosatetraenové (0,296 %), ale obdobné hodnoty pro podíl kyseliny eikosapentaenové (0,064 %). Zároveň popsal průkazný vliv polymorfismu *LEP* g.3100C>T a g.3157A>G na podíl kyseliny eikosapentaenové (C20:5n3). Identické zjištění vyplývá z publikovaných výsledků, tedy průkazný rozdíl mezi genotypy

sledovaného SNP genu pro leptin a nejvyšší podíl kyseliny eikosapentaenové v mase býků genotypu *TT*.

Dle Bartoně et al. (2010) je v mase býků českého strakatého skotu podíl kyseliny dokosapentaenové n-3 0,46 % a dokosahexaenové 0,03 %. Filipčík et al. (2015) udává pro stejné plemeno mírně vyšší hodnoty, a to 0,13 % pro kyselinu dokosahexaenovou a dále 0,17 % pro kyselinu dokosapentaenovou n-3 a 0,04 % pro kyselinu dokosapentaenovou n-6. Orrù et al. (2011) pro jím sledované 4 SNP genu pro leptin nepotvrzuje jejich průkazný vliv na obsah těchto mastných kyselin (tedy dokosapentaenové n-3 i n-6 a kyseliny dokosahexaenové). Možný metabolický vliv sérového leptinu na oxidaci mastných kyselin v kosterní svalovině popisuje Minokoshi et al. (2002).

Ze souhrnných ukazatelů nebyl zjištěn průkazný vliv genotypů genu pro leptin na podíl nasycených a mononenasycených mastných kyselin a dále na podíl omega-6 (n-6) mastných kyselin a ani index aterogeneze a trombogeneze. Průkazný vliv ale byl zjištěn v případě obsahu polynenasycených mastných kyselin, kdy nejvyšší hladina PUFA byla zjištěna v mase býků genotypu *TT*, zatímco mezi genotypy *CC* a *CT* nebyl statisticky významný rozdíl. Shodná diference pak byla zjištěna v případě podílu omega-3 (n-3) mastných kyselin, jejichž hladina byla nejvyšší v mase genotypu *TT*. Nejpriznivější poměr n-6/n-3 mastných kyselin byl také zjištěn v mase býků shodného genotypu, statisticky průkazná odlišnost ale byla zjištěna jen oproti genotypu *CC*, genotyp *CT* se od zbývajících genotypů průkazně neodlišoval.

Filipčík et al. (2015) pro maso býků českého strakatého skotu udává podíl nasycených MK 49,34 %, monoenoových MK pak 44,78 % a polynenasycených MK 5,89 %. Daley et al. (2010) pro maso simenských býků, vykrmovaných koncentrovanou krmnou směsí, udává hodnotu SFA 44,49 %. Podíl n-3 mastných kyselin v mase simenských býků popisuje Orrù et al. (2011) – pro n-3

mastné kyseliny udává hodnotu obdobnou zjištěným výsledkům, a to 0,732 %, pro n-6 pak hodnotu vyšší – 9,677 %. Vlastní poměr omega-6 a omega-3 mastných kyselin je důležitý z pohledu jejich vzájemného vlivu na metabolismus mastných kyselin, protože dokáží vzájemně omezit jejich ukládání do tukové tkáně a modifikovat jejich biologický dopad (Daley et al., 2010). Z toho důvodu je právě udáván jako optimální, či minimální poměr těchto mastných kyselin, v živinách konzumovaných člověkem, 4:1. Vyšší poměr zvyšuje riziko vzniku kardiovaskulárního onemocnění, přesto, že omega-6 kyseliny příznivě působí na hladinu LDL (nízkodenzitní lipoprotein) cholesterolu (Candela et al., 2011).

6. ZÁVĚR

V předkládané práci byl analyzován soubor 333 býků českého strakatého skotu z hlediska ukazatelů jatečné hodnoty. Výkrm býků probíhal za standardních podmínek na stanici kontroly výkrmnosti skotu. Krmná dávka byla složena tak, aby zajišťovala průměrný denní přírůstek na úrovni 1300 g. Podklady byly získány za roky 2009 až 2013. Uvedené výsledky prokázaly, že sledovaný polymorfismus *LEP* ovlivňuje nejen v literatuře zmiňovaný energetický metabolismus a růst, ale i kvalitativní ukazatele hovězího masa a částečně i profil mastných kyselin intramuskulárního tuku. Vlastní průkazná zjištění je možné rozčlenit dle jednotlivých cílů:

1. *Cíl: Vyhodnotit vliv jednotlivých genotypů leptinového genu na vybrané kvalitativní ukazatele hovězího masa a popsat rozdíly kvalitativních ukazatelů v rámci jednotlivých genotypů.*

Z technologického hlediska je významná hodnota pH, která rozhoduje o údržnosti masa. Technologicky důležitou vlastností je také vaznost, která charakterizuje možné hmotnostní ztráty během chlazení masa po porážce, ale i vaznost přidané vody, která určuje možnost využití hovězího masa při výrobě masných výrobků. Provedené analýzy prokázaly vliv genotypů *LEP* na hodnoty pH jak jeden den *post mortem*, tak po 14 dnech zrání, přičemž maso ani jednoho sledovaného genotypu nevykazovalo jakostní odchylku DFD a nemělo tedy sníženou údržnost. Vyšší hodnoty pH pak pozitivně ovlivnily vaznost přidané vody jeden den *post mortem* i po 14 dnech zrání, která byla v rámci sledovaných genotypů nejvyšší u genotypu *TT* a takové maso je tedy nejvhodnější k využití v masných výrobcích.

Ze spotřebitelského hlediska jsou důležité především organoleptické vlastnosti. Přestože je možné provádět objektivní senzoričnou analýzu, nelze takto hodnotit veškeré prodávané hovězí maso. Nejdůležitější spotřebitelské vlastnosti, tedy chuť

a křehkost či šřavnatost je možné hodnotit až po tepelné úpravě a při nákupu se spotřebitel může rozhodovat pouze podle zraku. Přestože je tmavé maso často označováno jako maso horší kvality, pocházející ze starých a vyřazených zvířat, provedená analýza zjistila vliv genotypů *LEP* na světlost (L^*) 1 den *post mortem*, přičemž nejtmaší maso býků genotypu *TT* bylo zároveň po tepelné úpravě křehčí. Po 14 dnech zrání v kontrolovaných podmínkách ovšem byla síla stříhu masa srovnatelná mezi všemi genotypy, a to jak v případě masa syrového, tak masa tepelně upraveného (grilovaného). Průkazný vliv genotypů studovaného polymorfismu *LEP* byl u vyzrálého masa zjištěn u ukazatele charakterizující podíl žlutého spektra a dále celkové barevné sytosti (chroma). Nejvyšší hodnoty, a tedy sytější barvy masa byly zjištěny v případě genotypu *CC*. Ze skupiny ukazatelů chemického složení byl zjištěn průkazný vliv polymorfismu *LEP* na podíl intramuskulárního tuku v analyzovaném hověším mase pocházejícím z heterozygotních (*CT*) jedinců. Zároveň nejniší, ale ještě uspokojivý podíl intramuskulárního tuku byl zjištěn v mase dominantních homozygotních jedinců. Intramuskulární tuk bývá často označován jako nositel šřavnatosti a zároveň křehkosti hovězího masa.

2. *Cíl: Určit rozdíl mezi jednotlivými genotypy genu pro leptin v rámci podílů hlavních masitých částí a morfometrických parametrů jatečně upraveného těla.*

Pro chovatele vykrmovaných zvířat je nejdůležitější růstová schopnost zvířat, dobrá konverze krmiva a vynikající ukazatele jatečné hodnoty, především zmasilost a protučnělost, které jsou spolu s hmotností rozhodujícími faktory při zpeněžování jatečných zvířat. Provedená analýza prokázala, že genotypy studovaného polymorfismu *LEP* ovlivňují hmotnost jatečně upraveného těla a následně další ukazatele, které jsou významně ovlivněny celkovou hmotností *JUT* (např. hmotnost pravé poloviny *JUT*, hmotnost masa či hmotnosti jednotlivých hlavních masitých částí *JUT* jako kýta bez

kosti, plec bez kosti atd.). Nejprůzřivější hmotnost jatečně upraveného těla a dalších ukazatelů charakterizujících podíl jednotlivých tkání a masitých částí byl zjištěn u dominantního homozygotního genotypu (*CC*) genu pro leptin. V případě nejhodnotnějších partií, tedy svíčkové a roštěnce nebyl prokázán vliv genotypů *LEP* na hmotnost těchto částí jatečně upraveného těla a z tohoto pohledu nelze hodnotit jednotlivé genotypy jako horší či lepší.

Na druhou stranu je nutné zmínit, že vyšší hmotnost jatečných těl (a dalších ukazatelů charakterizujících části JUT) byla spojena s genotypem u kterého byl zjištěn i nejnižší podíl intramuskulárního tuku. Zde dochází ke střetu chovatelských a, v jistém ohledu, i spotřebitelských požadavků. Ideální východisko představuje prodej masa býků, recesivního homozygotního genotypu (*TT*) přímo chovatelem, což je trend posledních let, především v chovech masných plemen skotu. Chovatel tak má možnost spotřebitele přesvědčit o kvalitách nabízeného produktu a zároveň může získat, i přes mírně nižší hmotnost jatečně upraveného těla býků recesivního genotypu, stejné nebo vyšší finanční ohodnocení.

3. Cíl: Stanovit difference mezi sledovanými genotypy genu pro leptin v obsahu vybraných mastných kyselin a indexů mastných kyselin.

V neposlední řadě byl prokázán vliv genotypů *LEP* na profil mastných kyselin, přičemž nejlépe lze hodnotit maso býků recesivního genotypu *TT*, kde byl zjištěn nejvyšší podíl polynenasycených mastných kyselin, omega-3 mastných kyselin a nejnižší poměr omega-6/omega-3 mastných kyselin. Omega-3 mastné kyseliny jsou často zmiňovány jako faktor, který výrazně snižuje vznik kardiovaskulárních onemocnění a nižší poměr omega-6/omega-3 mastných kyselin tak příznivěji působí na lidské

zdraví. Maso býků genotypu *TT* tak představuje vhodnější složku lidské stravy s lepším profilem mastných kyselin.

Tento faktor, spolu s výbornými senzoricými vlastnostmi hovězího masa domácí provenience, může zpomalit dlouhodobější tuzemský trend poklesu celkové spotřeby masa a pokles podílu hovězího masa v celkové spotřebě. Kromě ekonomických faktorů na pokles spotřeby hovězího masa mohou negativně působit i studie zaměřené na vliv konzumace červeného masa na rozvoj karcinomu tlustého střeva a médií zveřejňované články charakterizující Českou republiku jako rizikovou zemi s vysokou konzumací masa, masných výrobků a jedním z nejvyšších výskytů karcinomu tlustého střeva.

Výsledek provedené molekulárně genetické analýzy lze, při spojení s dalšími lokusy kandidátních genů ovlivňujících kvalitativní ukazatele hovězího masa, použít v plemenářské práci. Základní využití je při sestavování přípařovacích plánů zaměřených na produkci kvalitních plemenných zvířat se zdůrazněním vyšších kvalitativních standardů produkovaného masa. Nutné je ovšem přihlídnout k užitkovému typu českého strakatého skotu. Proto nesmí být opomenuta stránka mléčné užitkovosti a ukazatelů fitness, zdraví zvířat, které jsou zahrnuty do souhrnného selekčního indexu. Dále je nutné zdůraznit, že i přes pokrok, který selekce na základě markerů poskytuje, je třeba dodržovat základní zootechnická opatření při sestavování vykrmovaných skupin a podávat kvalitní krmnou dávku optimálního živinového složení, čímž dojde k maximálnímu využití genetického potenciálu zvířat. V neposlední řadě pak kvalita výsledného produktu, hovězího masa, závisí na vlastním předporážkovém zacházení, které výrazně ovlivní jeho kvalitu a tím i možnost jeho finálního zpeněžení.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Anton I. et al. (2011): Effect of leptin, DGAT1 and TG gene polymorphisms on the intramuscular fat of Angus cattle in Hungary. *Meat Science*, 135(2-3): 300-303.
- Bartoň L. et al. (2007): Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais × Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages. *Czech Journal of Animal Science*, 52(9): 269-276.
- Bartoň L. et al. (2010): The polymorphisms of stearoyl-CoA desaturase (SCD1) and sterol regulatory element binding protein-1 (SREBP-1) genes and their association with the fatty acid profile of muscle and subcutaneous fat in Fleckvieh bulls. *Meat Science*, 85(1): 15-20.
- Beneš K. et al. (2013): The Relationship between slaughter age and beef quality traits. In: 8th International Conference of Journal of Central European Agriculture, Nitra, Slovak Republic, 20-22 November, p. 43.
- Bezdíček J. et al. (2010): Relationships of sire breeding values and cutting parts of progeny in Czech Fleckvieh bulls. *Archiv Tierzucht*, 53(4): 415-425.
- Buchanan F.C. et al. (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.
- Buchanan F.C. et al. (2007): The leptin arg25cys affects performance, carcass traits and serum leptin concentrations in beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 87: 153-156.
- Candela C.G. et al. (2011): Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. *Nutritional recommendations. Nutrición Hospitalaria*, 26(2): 323-329.
- Correia B.R. et al. (2016): Production and quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. *Meat Science*, 118: 157-163.
- Chládek G. et al. (2005): A comparison of carcass proportions in Czech Pied and Montbeliarde bulls with a high carcass weight. *Czech Journal of Animal Science*, 50(3): 109-115.
- ČSN 570185 (1963): Zkoušení masa, masných výrobků a masných konzerv a hotových jídel v konzervách. *Chemické a fyzikální metody*. Praha: Český normalizační institut, 24 s.
- Dikeman M., Devine C. (2014): *Encyclopedia of Meat Sciences*. London: Academic Press, 1712 p. ISBN 9780123847348.

- Dračková E. et al. (2016): The effect of genotype (purebred Czech Fleckvieh and their crosses) on some beef quality characteristics in bulls. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.*, 64: 769-773.
- Ekerljung M. et al. (2012): Associations between candidate SNPs in the calpain 1, calpastatin and leptin genes and meat tenderness among Swedish beef populations. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 62(3): 114-119.
- Filipčík R. et al. (2008): Vliv kategorie skotu na jakostní parametry jatečně upraveného těla. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.*, 56(5): 45-50.
- Filipčík R. et al. (2013): The effect of leptin gene on beef efficiency of Czech Fleckvieh cattle. *Animal Welfare, Ethology and Housing Systems* 9(3), 6-11.
- Filipčík R. et al. (2015): Comparison of the carcass and beef quality of the Czech Fleckvieh bulls with genotype TT and CT for leptin and bulls of Galloway and Charolais breeds. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.*, 63(1): 29-37.
- Foote A.P. (2015): Relationship of leptin concentrations with feed intake, growth, and efficiency in finishing beef steers. *Journal of Animal Science*, 93(9): 4401-4407.
- Foote A.P. et al. (2016): Leptin concentrations in finishing beef steers and heifers and their association with dry matter intake, average daily gain, feed efficiency, and body composition. *Domestic Animal Endocrinology*, 55: 136-141.
- Geary T.W. et al. (2003): Leptin as a predictor of carcass composition in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 81(1): 1-8.
- Hanzelková Š. et al. (2011): The effect of breed, sex and aging time on tenderness of beef meat. *Acta Veterinaria Brno*, 80(2): 191-196.
- Huff-Lonergan E., Lonergan S.M. (2005): Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1): 194-204.
- Ingr I. (1977): *Technologie živočišných výrobků II: Návody do cvičení*. SNP, Praha, 100 s.
- Jeleníková J. et al. (2008): The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Science*, 80(3): 870-874.

- Juárez M. et al. (2016): Relative contribution of electrical stimulation to beef tenderness compared to other production factors. *Canadian Journal of Animal Science*, 96(2): 104-107.
- Kaplanová K. et al. (2009): Association of single nucleotide polymorphisms in TG, LEP and TFAM genes with carcass traits in cross-breed cattle. In: *Mendel Net Agro*, 25. listopadu, Brno, s. 647-651. ISBN 9788073753528.
- Kaplanová K. et al. (2013): The association of CAPN1, CAST, SCD, and FASN polymorphisms with beef quality traits in commercial crossbred cattle in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*, 58(11): 489-496.
- Komprda et al. (2005): Arachidonic acid and long-chain n-3 polyunsaturated fatty acid contents in meat of selected poultry and fish species in relation dietary fat sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(17): 6804-6812.
- Kim Y.H.B. et al. (2013): Effect of low voltage electrical stimulation on protein and quality changes in bovine muscles during postmortem ageing. *Meat Science*, 94(3): 289-296.
- Lawrie R.A., Ledward D.A. (2006): *Lawrie's meat science* 7th ed. CRC Press, Boca Raton, 442 p. ISBN 9781845691592.
- Li X. et al. (2013): Association of polymorphisms at DGAT1, leptin, SCD1, CAPN1 and CAST genes with color, marbling and water holding capacity in meat from beef cattle populations in Sweden. *Meat Science*, 94(2): 153-158.
- Minokoshi Y. et al. (2002): Leptin stimulates fatty-acid oxidation by activating AMP-activated protein kinase. *Nature*, 415: 339-343.
- Nkrumah J.D. et al. (2007): Genetic and phenotypic relationships of serum leptin concentration with performance, efficiency of gain, and carcass merit of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 85: 2147-2155.
- Nollet L.M. et al. (2007): *Handbook of meat, poultry and seafood quality*. Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing, 719 p. ISBN 9780813824468.
- Orrù L. et al. (2011): Association analyses of single nucleotide polymorphisms in the LEP and SCD1 genes on the fatty acid profile of muscle fat in Simmental bulls. *Meat Science*, 87: 344-348.
- Pavlík A. et al. (2013): Effect of missense mutation of leptin gene on serum leptin concentration and some blood metabolic parameters in Czech Pied bulls. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(6): 1425-1430.

- Przybylski W., Hopkins D. (2015): Meat Quality: Genetic and Environmental Factors. London: CRC Press, 472 p. ISBN 9781482220315.
- Schenkel F.S. et al. (2005): Association of single nucleotide polymorphisms in the leptin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *Journal of Animal Science*, 83(9): 2009-2020.
- Smith S.B. (2016): Marbling and Its Nutritional Impact on Risk Factors for Cardiovascular Disease. *Korean Journal of Food Science and Animal Resources*, 36(4): 435-444.
- Svaz chovatelů českého strakatého skotu (2013): Metodika kontroly masné užitkovosti pro český strakatý skot a fylogeneticky příbuzná plemena. Dostupné z: http://www.cestr.cz/files/pokyny_a_formulare_pk/metodika_masa.pdf (cit. 10-12-2016).
- Tian J. et al. (2013): Association of the leptin gene E2-169T > C and E3-299T > A mutations with carcass and meat quality traits of the Chinese Simmental-cross steers. *Gene*, 518(2): 443-448.
- Toit E., Oguttu J.W. (2013): Calpain and Calpastatin Activity Post Mortem and Meat Tenderness: Are the Two Related? *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 12(6): 683-688.
- Trakovická A. et al. (2015): SNPs analyses of the bovine LEP and PIT-1 genes by multiplex PCR-RFLP method and their effect on milk performance traits in Slovak Simmental cattle.
- Zahrádková R. et al. (2009): Masný skot od A do Z. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu, 397 s. ISBN 978-80-254-4229-6.

8. ŽIVOTOPIS

Jméno: Ing. Karel Beneš
Adresa: L. M. Pařízka 8, 370 01 České Budějovice
Telefon: +420 728 455 149
E-mail: benes.karel@hotmail.com
Datum narození: 11. 4. 1987

Vzdělání:

2003–2007

Střední odborná škola veterinární, mechanizační a zahradnická a jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky, Rudolfovská 92, České Budějovice, obor Výpočetní technika a automatizace mechanizovaných služeb

2007–2012

Magisterské studium, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, obor Provozní podnikání

2012–2017

Doktorské studium, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra zootechnických věd, obor Speciální zootechnika

Pracovní zkušenosti:

2003–2012 Výstavba plynovodů spol. s r.o.

správa počítačové sítě, servis HW, tvorba cenových nabídek, tvorba technické dokumentace a výkresů, příprava stavební dokumentace, implementace směrnice ISO 3834, implementace skladového systému

2008–2016 Petr Neumann, První Plynotopná České Budějovice

správa a údržba počítačové sítě, správa HW, správa SW

2015 – současnost Jihočeská univerzita v ČB, Zemědělská fakulta
vědecký pracovník

Jazyky a další znalosti:

Angličtina

slovem i písmem, úroveň B2 (certifikát FCE 2013)

Řidičský průkaz

skupiny A, B, C1

PC

poweruser,administrator: Microsoft Windows 95-10 a Office 97-2016

uživatelská znalost: Unix, Adobe Acrobat, Lightroom, Photoshop, Illustrator, Zoner Photostudio, AutoCAD, Solidworks, SAS Jmp, Statsoft Statistica

správa a údržba síťových prvků, dálková správa PC

9. SEZNAM PUBLIKOVANÝCH PRACÍ

- Rutkayová J., Jawad L., Nebesářová J., **Beneš K.**, Petrášková E., Naslund J. (2016): First records of scale deformities in seven freshwater fish species (Actynopterygii: Percidae and Cyprinidae) collected from three ponds in the Czech Republic. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 46(3): 225-238.
- Voříšková J., **Beneš K.**, Kobes M., Pozdíšek J. (2012): Behavioural manifestations of dairy cattle in the pasture-based system. *Journal of Agrobiology*, 29(2): 71-80.
- Beneš K.**, Voříšková J., Maršálek M. (2013): The relationship between slaughter age and beef quality traits. In: 8th International conference of Journal of Central European Agriculture, Book of abstracts, 20-22. 11. 2013 SPU Nitra FAPZ, s. 43. ISBN 978-80-552-1102-2.
- Voříšková J., **Beneš K.**, Kocábek J. (2015): Jsou dvojčata radost nebo starost? *Zpravodaj ČSCHMS*, 2015(1): 42-43.
- Voříšková J., **Beneš K.**, Šubrt J., Dufek A. (2012): The effects of ageing on selected meat quality parameters of dual purpose cattle. In: Šlechtění na masnou užitkovost a aktuální otázky produkce jatečných zvířat, 12. 9. 2012 MENDELU v Brně, AF, s. 107-111. ISBN 978-80-7375-645-1.
- Beneš K.**, Voříšková J., Maršálek M. (2013): Vliv genotypu na kvalitativní ukazatele hovězího masa. In: *Zootechnika 2013*, 20. 6. 2013 JU ZF, s. 40-48. ISBN 978-80-7394-420-9.
- Beneš K.**, Voříšková J., Maršálek M. (2013): The effect of fat content on texture properties of beef. In: VIII. Vedecká konferencia doktorandov, 22. 11. 2013, SPU Nitra FAPZ, s. 89-92. ISBN 978-80-552-1091-9.
- Beneš K.**, Kleinová A., Voříšková J., Zedníková J., Maršálek M. (2014): The effect of ageing on beef quality. In: *Zootechnika 2014*, 20. 6. 2014 JU ZF, s. 68-75. ISBN 978-80-7394-454-4.
- Kašparů M., **Beneš K.**, Maršálek M. (2015): Relationship of temperature and humidity conditions for honey production. In: *Zootechnika 2015*, 19. 6. 2015 JU ZF, s. 55-63. ISBN 978-80-7394-518-3.

- Beneš K.**, Vernerová K., Voříšková J. (2015): The effect of genotype of leptin gene on selected quality traits of beef. In: Zootechnika 2015, 19. 6. 2015 JU ZF, s. 110-117. ISBN 978-80-7394-518-3.
- Beneš K.**, Kocábek J., Vráblík M., Voříšková J., Maršálek M. (2016): Vícečetné porody v české populaci aberdeen angus. In: Zootechnika 2016, 27. 6. 2016 JU ZF, s. 12-18. ISBN 978-80-7394-579-4.
- Kašparů M., **Beneš K.**, Strob M., Mráček J., Maršálek M. (2016): Mikroklimatické podmínky ve vztahu ke včelstvům a možnosti provádění elektronického sběru dat. In: Zootechnika 2016, 27. 6. 2016 JU ZF, s. 73-84. ISBN 978-80-7394-579-4.
- Tothová L., Čítek J., Večerek L., Hanusová L., Voříšková J., **Beneš K.** (2016): Metabolic indicators in cattle breeding. 27th Genetic days, 7. - 9. 9. 2016, SPU Nitra, 10.
- Kašparů M., **Beneš K.**, Rutkayová J., Strob M., Mráček J., Maršálek M. (2017): Možnosti využití teplotně vlhkostních parametrů a zvuku v chovu včel. In: Zootechnika 2017, 15.6. 2017 JU ZF, s. 110-122. ISBN 978-80-7394-641-8.