



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



**Histologická analýza kosterní příčně pruhované
svaloviny skotu**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
prof. MVDr. Zbyšek Sládek, Phd.

Vypracoval:
Bc. Marek Vavřík

Zadání

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:.....

.....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

Děkuji prof. MVDr. Zbyškovi Sládkovi Ph.D. za odborné vedení DP. Dále prof. Ing. Tomáši Urbanovi za pomoc při statistické analýze dat.

abstrakt

Cílem této práce je porovnat mikroskopické parametry svalového vlákna s makroskopickými vlastnostmi jatečně upraveného těla pomocí analýzy histologických řezů svalovou tkání býků českého strakatého skotu. Jako hlavní mikroskopické parametry byly analyzovány šířka svalového vlákna a šířka vmezeřeného vaziva. Tyto parametry byly srovnávány jednak mezi sebou pro ověření přesnosti měření a dále s hmotností jatečného těla, věkem poraženého zvířete a klasifikací dle systému SEUROP. V práci jsou také srovnávány jednotlivé vlivy makroskopických parametrů jatečného těla na mikroskopické vlastnosti svaloviny.

Klíčová slova: svalové vlákno, masná užitkovost, histologie svalu, jatečná kvalita

abstract

Primary goal of this thesis is comparing microscopic parameters of muscle fibre to macroscopic trait of beef carcass by histological analysis of tissue from Czech Fleckvieh. As the main parameters were analyzed by microscopic muscle fiber width and the width interstitial ligament. These parameters were compared among each other for verifying the measurement accuracy and also carcass weight, age slaughtered animal, and classification according to the system SEUROP. This thesis proceed comparing each macroscopic effects to microscopic traits of beef muscle fibre.

Key words: muscle fibre, beef production, muscle histology, carcass quality

1 Obsah

1	Obsah	6
2	Úvod	8
3	Cíl práce.....	9
4	Literární přehled	10
4.1	Anatomie Svalu	10
4.1.1	Makroanatomie svalu	10
4.1.2	Mikroskopická anatomie svalu	12
4.2	Energetické zásobení svalu	17
4.3	Typy svalových vláken	17
4.3.1	Červená vlákna	17
4.3.2	Bílá vlákna	18
4.3.3	Smíšená vlákna	18
4.4	Tuková tkáň kosterní svaloviny	19
4.5	Dělení svaloviny.....	20
4.6	Vlivy působící na jakostní parametry svaloviny	21
4.6.1	Vnitřní vlivy působící na šířku vláken.....	21
4.6.2	Vnější vlivy.....	23
5	Materiál a metodika	24
5.1	Odběr vzorků.....	24
5.2	Zpracování vzorků	24
5.3	Zhotovení preparátů	25
5.4	Mikroskopie a vyhotovení snímků.....	25
5.4.1	Kvalita preparátů a jejich zobrazení v mikroskopu	26
5.4.2	Měřítko a měření vzorků.....	30
5.4.3	Měření a záznam hodnot.....	33
5.4.4	Statistická analýza získaných dat.....	34

6	Výsledky a diskuze.....	35
6.1	Celkové statistiky	35
6.2	Hodnocení přesnosti měření svalových vláken.....	37
6.2.1	Korelace měření šířky svalového vlákna při zvětšení 40X a 100X u průměru měření podélných a příčných řezů	37
6.2.2	Regrese měření svalového vlákna.....	38
6.2.3	Korelace všech měření.....	39
6.3	Vliv šířky svalového vlákna na šířku vmezeřeného vaziva	39
6.3.1	Korelace šířky svalového vlákna s šířkou vmezeřeného vaziva.....	39
6.3.2	Regrese mezi šířkou svalového vlákna a šířkou vmezeřeného vaziva	40
6.4	Vliv zmasilosti a hmotnosti na šířku vlákna	40
6.4.1	Analýza vztahu zmasilosti a šířky svalových vláken.....	40
6.5	Vliv zmasilosti na šířku vmezeřeného vaziva	41
6.6	Vliv věku na šířku vmezeřeného vaziva	42
6.7	Vliv věku na šířku svalového vlákna	42
6.8	Vliv tučnosti na množství vaziva	42
7	Závěr.....	44
8	Seznam použité literatury	46
9	Seznam obrázků.....	49
10	Seznam tabulek.....	50
11	Seznam zkratk	51
12	Přílohy.....	52

2 Úvod

Hovězí maso je jeden z významných zdrojů bílkovin ve stravě lidí a také důležitá surovina v gastronomii. V České Republice současně stagnuje spotřeba hovězího masa okolo 10 kg na osobu a rok. Přesto se jedná o jeden z vyhledávaných zdrojů masa v jídelníčku. Vyššímu zájmu o hovězí maso a jeho spotřebě brání hlavně jeho cena a dostupná kvalita. Přesto se objevuje nový trend vyhledávat kvalitní vyzrálé hovězí maso i za vyšší ceny. Z tohoto důvodu je nutné poskytnout spotřebitelům hovězím maso požadované kvality a zajistit jeho potřebu z českých chovů. Hovězí maso je zařazováno mezi takzvaná červená masa, která jsou často spojována možnými zdravotními obtížemi při nadbytečné konzumaci. Telecí maso je však řazeno mezi masa bílá, je vhodné pro diety, obsahuje málo tuku a velké množství bílkovin se snadnou stravitelností. Mezi další přednosti hovězího masa patří vysoký obsah železa, zinku a vitamínu skupiny B, je také zdrojem důležitých mikroprvků pro lidskou výživu. Hovězí maso by se dalo charakterizovat jako soustava příčně pruhované svaloviny jatečného těla skotu, které musí projít mimo jiné procesem zrání, aby z něj vzniklo hovězí maso. O kvalitě masa rozhodují kvalita svaloviny jatečného kusu a proces zrání a uchování masa.

3 Cíl práce

Cílem této práce bylo porovnat mikroskopické parametry svalových vláken s jatečnými makroskopickými parametry svaloviny vykrmovaných býků plemene Českého strakatého skotu pomocí metody histologických řezů.

4 Literární přehled

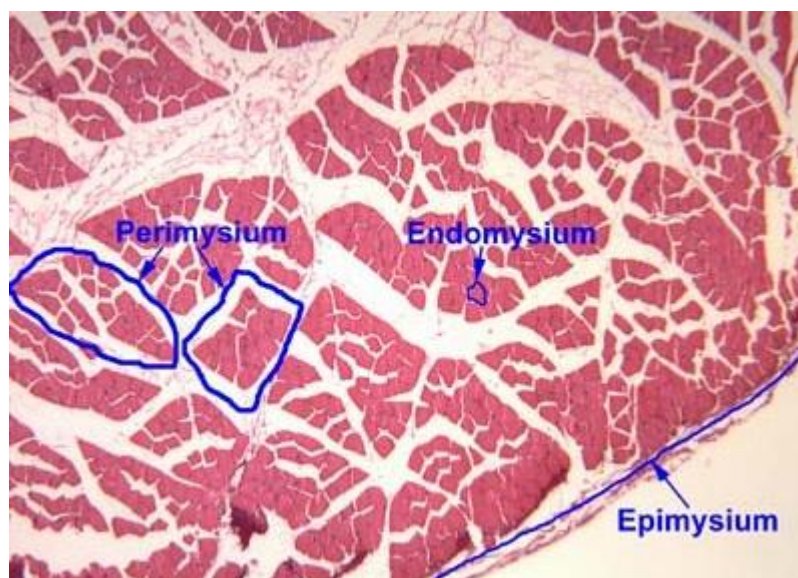
4.1 Anatomie Svalu

4.1.1 Makroanatomie svalu

Kosterní sval tvoří samostatný orgán, který sdružuje svalová vlákna souběžně probíhající a současně se smršťující. Svalová vlákna na obou koncích navazují na kolagenní fibrily a šlachy (Najbrt *et al.*, 1973).

Sval se skládá ze svalového bříška a šlachy. Svalové bříško (*Venter musculi*) tvoří svalová vlákna, spojená řídkým vmezeřeným vazivem, které vede cévy a nervy a do něhož se ukládá i tuk (Najbrt *et al.*, 1973). Vmezeřené vazivo se dělí na *endomysium*, *perimysium internum* a *perimysium externum*.

Endomysium obaluje jednotlivá vlákna příčně probíhajícími kolagenními vlákenky. *Perimysium internum* sbaluje svalová vlákenka do snopců a tvoří přehrady uvnitř svalového bříška. *Perimysium externum* tvoří svými kolagenními a elastickými vlákny pevný obal na povrchu svalu. Ukázka vmezeřeného vaziva jsou na obr. 1.



Obr. 1 Zobrazení a popis jednotlivých druhů vmezeřeného vaziva.

zdroj: <http://www.ouhsc.edu/histology/Text%20Sections/Muscle.html>

Kosterní sval má z pravidla barvu temně rudou, u mladých zvířat mají kosterní svaly barvu světlejší. U vykrmených zvířat se do svalu ukládá značné množství tukové tkáně a svalové snopce se ztrácejí v tukové tkáni. Do svalu vstupují, uprostřed jeho délky, nervy a cévy, větví se ve vmezeřeném vazivu a zasahují i mezi kolagenní vlákna šlachy (Najbrt *et al.*, 1973).

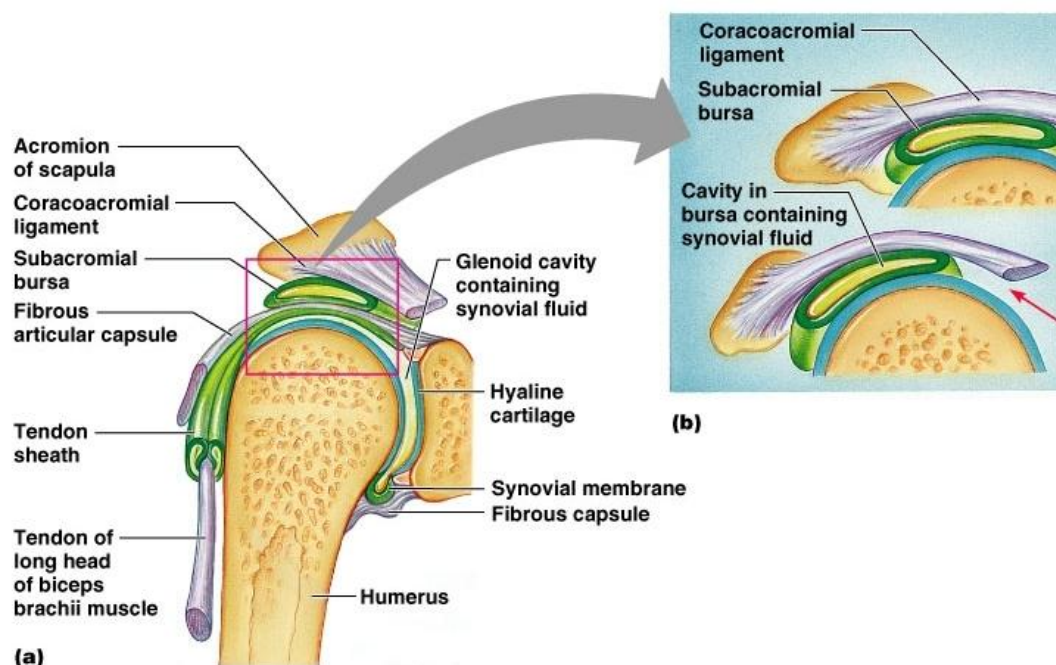
Šlacha (*Tendo*) má podobné uspořádání jako svalové břicho. Jejím základem rovnoběžné kolagenní fibrily navazující na svalová vlákna. Jedna šlacha svalu se obvykle označuje jako odstupová, druhá jako úponová. Průřez šlachy je vždy podstatně menší, než průřez svalového břicha, protože pouze malá část svalových vláken navazuje přímočaře na šlachu (Najbrt *et al.*, 1973). Na silněji namáhaných místech vznikají sezamské uzly. Na zvláště namáhaných místech se dokonce vytvářejí sezamské kosti (Marvan, 2003).

4.1.1.1 Pomocná svalová ústrojí

Svalová povázka (*Fascia*) - tuhá fibrózní blána, obsahující i hojná elastická vlákna. Podle polohy můžeme rozlišit povázky hluboké a povrchové. Povrchové obalují celé tělesné krajiny a jsou uloženy souběžně s kůží. Hluboké tvoří pouzdra, v nichž se svaly hladce pohybují, aniž by se třely o sousední orgány, viz obr. 2. U některých svalů slouží k odstupování a úponu (Marvan, 2003).

Tihové váčky (*Bursae synoviales*) - tihové váčky se vkládají mezi šlachu a kost, nebo mezi sval a jiné orgány, které s ním hraničí. Vznikají všude tam, kde dochází k velkému tření. Složení je podobné kloubu a jejich nažloutlý obsah se podobá kloubnímu mazu. Také jsou vloženy mezi šlachu a kost, či sval a kost v místě přechodu přes hrboly a výstupky (Marvan, 2003).

Tihová pochva (*Vagina synovialis*) - tihová pochva je obdobou tíhového vaku, je však delší a obklopuje šlachu ze všech stran. Můžeme na ní rozlišit vnější a vnitřní list. Na koncích tíhové pochvy přechází jeden list v druhý (Najbrt *et al.*, 1973).



Obr. 2 Zobrazení pomocných svalových ústrojí v ramenním kloubu u člověka.

zdroj:

<http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%20%20Review/Ch%208%20Synovial%20Joints.htm>

Acromion of scapula-acromion lopatky, coracoaromial ligament-cocaroacromiální vaz, subacromial bursa-podakromiální váček, fibrous articular capsule-vláknitá kapsule kloubu, tendon sheath-šlachová pochva, tendon of long head of biceps brachii muscle-šlacha dlouhé hlavy dvojhlavého pažního svalu, humerus-pažní kots, synovial membrane-synoviální membrána- hyaline cartilage- hyalinní chrupavka, glenoid cavity containing synovial fluid-glenoidní dutina obsahující synoviální tekutinu.

4.1.2 Mikroskopická anatomie svalu

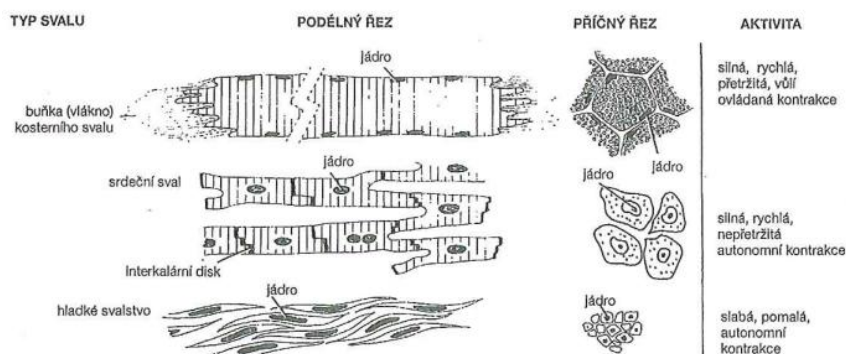
Svalovina těla se skládá ze tří základních typů svalové tkáně-hladké, příčně pruhované a srdeční. Tato základní diference byla popsána již na konci devatenáctého století Louisem Antoine Ranvierem na základě zbarvení a kontrakce svalu (Jensen *et al.*, 2004).

Tyto tři druhy svalové tkáně mají rozdílný embryonální původ. Příčně pruhované svalstvo se vyvíjí z prvosegmentů mezodermy-myotomů, srdeční svalovina z viscerálního mezoblastu a hladká svalovina převážně z mezenchymu splanchnopleury. (Belák, 1990).

Dnešní metody umožňují rozdělení svaloviny na daleko více druhů. Jejich rozdělení se provádí hlavně na základě biochemických vlastností. Mezi tyto vlastnosti patří: enzymová aktivita, kompozice, izoforma řetězce myosinu, myosinová aktivita ATPáz. (Jensen *et al.*, 2004).

Toto je také důkazem, že každá svalová tkáň je téměř jedinečná a má své jedinečné vlastnosti. Na základě těchto metod a zaměření lze rozdělit svalovou tkáň od dvou (založených na struktuře) do šesti (založených na myosinové isoformě) druhů vláken. Avšak více než 95% svalové tkáně lze rozlišit do 3 základních druhů. (Jensen *et al.*, 2004).

Základní schéma rozdílu druhů svalových vláken je zachyceno na obr. č.3.

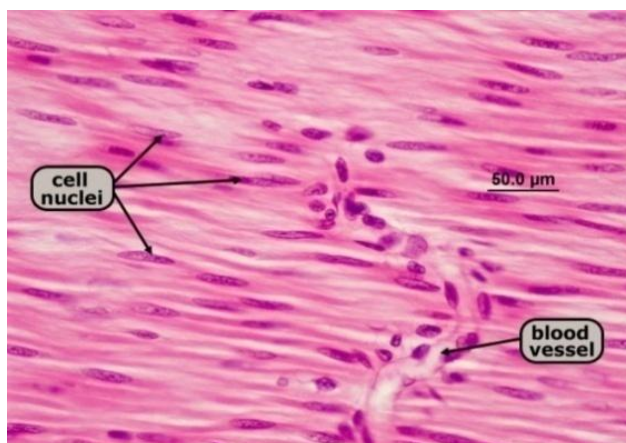


Obr. 3 Zobrazení tří základních druhů svalové tkáně na podélném a příčném řezu (Junqueira *et al.*, 1997).

4.1.2.1 Hladká svalovina

Základ hladké svaloviny tvoří podlouhlé, vřetenovité buňky, které jsou na konci zaostřené a mají kruhový, nebo oválný průřez. Jejich délka závisí na živočišném druhu a stupni okamžité kontrakce, pohybuje se od 15 do 500 μm (Belák, 1990), či 20-200 μm (Deller, 2010). Šířka hladkosvalové buňky se pohybuje

mezi 4-7 μm (Belák, 1990). Dle Deller (2010) je to mezi 3-10 μm . Nejmenší délky dosahují svalová vlákna v malých cévách, největší v gravidní děloze. Jádro svalových buněk je válcovité (viz. Obr 4), či tyčinkovité s několika jadérky a kontrakcí se zkracuje. Kontrakce hladké svaloviny jsou pomalejší a návrat do relaxované polohy trvá déle. Díky těmto vlastnostem se hladká svalovina vyskytuje hlavně v útrobních orgánech.



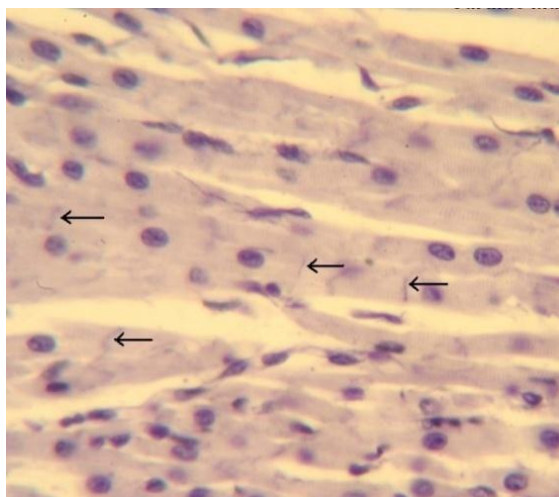
Obr. 4 Mikroskopie hladkého svalu ze stěny střeva.

Zdroj: <http://www.deanza.edu/faculty/mccauley/6a-labs-tissues-01.htm>

Na obrázku jsou zachyceny buněčná jádra (cell nuclei) a krevní kapiláry (blood vessel).

4.1.2.2 Srdeční svalovina (myokard)

Srdeční svalovina je oproti hladké svalovině spíše podobná příčně pruhované svalovině, ale má několik znaků, které ji odlišují. Trámce myokardu jsou síťovitě spojené. Jádra jsou lokalizována centrálně a ne periferně, myokard obsahuje daleko více mitochondrií, protínají ho interlekální disky (Belák, 1990). Stavební jednotkou srdeční svaloviny jsou buňky srdeční svaloviny-kardiomyocyty. Odlišnost kardiomyocytů od buněk příčně pruhované svaloviny je v odlišném umístění jader buněk a to ve středu, kdežto u buněk kosterní svaloviny jsou v periferii buněk (Murray, 2002). Šířka buněk u člověka se pohybuje mezi 10–20 μm a délka mezi 50-100 μm (Martini, 2001).



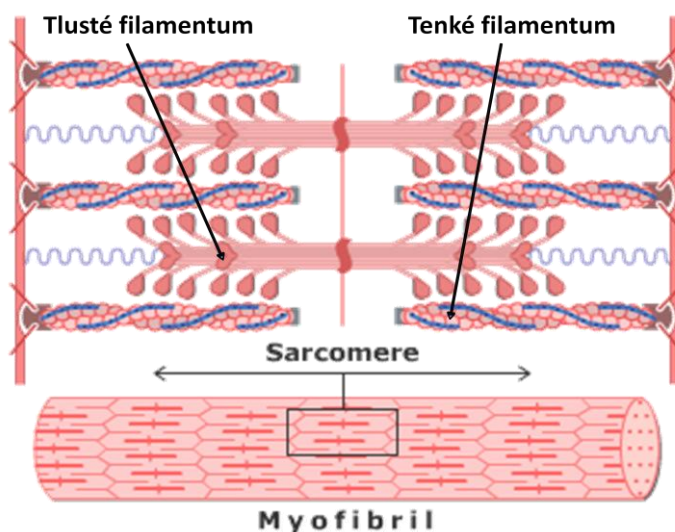
Obr. 5 Mikroskopie srdečního svalu, zvětšeno 400x. Šipky označují interlekální disky.

zdroj:

<http://employee.lsc.edu/faculty/BrianBich/Picture%20Library/Forms/DispForm.aspx?ID=280>

4.1.2.3 Příčně pruhovaná svalovina

Příčně pruhovaná svalovina tvoří podstatnou část svaloviny těla. Základní stavební a funkční jednotkou je svalové vlákno, které tvoří protáhlé mnohojaderné buněčně-cytoplazmatické struktury, které se nazývají syncycium. Svými rozměry daleko převyšuje hladkosvalové buňky. Dosahuje délky 10-400 mm a šířky od 10 do 50 μm (Belák, 1990). Svalové vlákno je obalené membránou-sarkolemou. V syncyciu se vyskytuje větší počet jader. Jádra jsou oválné až vřetenovité, v průměry mají délku 10 μm a šířku 5 μm (Belák, 1990). Jádra jsou u savců uloženy povrchově při periferii vlákna. Cytoplazma je tvořena sarkoplazmou ve které jsou uloženy myofibrily.



Obr. 6 Zobrazení detailu myofibrily.

zdroj: <http://www.getbodysmart.com/ap/muscle/tissue/structures/menu/animation.html>

V detailu sarkomery je možné vidět kompozici vsunutí tenkých a tlustých filament. Na tlustém filamentu je také patrná myosinová hlavička, která se posouvá tenkých filamentech a dochází ke kontrakci svalu

V sarkoplazmě lze pozorovat Golgiho komplex, glykogen, tukové kapénky a mitochondrie. Myofibrily, jsou vlákna o šířce 0,2-2 μm , rozmístěné rovnoměrně, nebo zkoncentrované do svazků viditelných na příčném řezu jako polygonální plochy. Myofibrily nejsou po celé délce jednotně zbarveny, ale skládají se ze světlejších a tmavších míst. Tmavší úsek se nazývá anizotropní úsek, světlejší je izotropní úsek. Střídání těchto úseků tvoří dojem příčného pruhování. Anizotropní úsek je prořat v prostředí tmavší plochou-mezofragmou (také M proužek). Hlavním proteinem M linie je kreatinkináza, která katalyzuje přenos fosfátových skupin z kreatinfosfátu (Eroschenko, 2005). Izotropní úsek má ve svém středu natažený silný dvojlomný proužek telofragmu (T-proužek). Úsek myofibrily je ohraničený dvěma proužky Z a nazývá se sarkomera, Je dlouhý 2-3 μm a je funkční jednotou myofibrily. Myofibrily mají průměr 1-2 μm . Sarkomera obsahuje 2 typy filament. Označují se jako tenká a tlustá. Tlustá filamenta jsou 1,6 μm dlouhá a 15 nm široká (Junqueira *et al.*, 1997). Tenká filamenta probíhají mezi a rovnoběžně s tlustými filamenty a jsou jedním

koncem zakotvena v Z linii. Tenká filamenta měří 1,0 μm do délky a jsou 8 nm široká (Junqueira *et al.*, 1997).

Dle Belák *et al.* (1990) existují tři typy myofilament:

- a) Myozinová filamenta: Jsou uložena paralelně. Jejich délka je 1,5 μm a tloušťka 10 nm, vzdálené jsou od sebe 45 nm. Táhnou se v celé délce anizotropního úseku. Střední část myozinových filament je mírně ztlustělá a umožňuje existenci mezofragmy
- b) Aktinová filamenta: Jsou tlustá 5 nm a odstupují od Z proužku na obě strany ve vzdálenosti 1 μm po celé délce izotropního úseku. Tato myofilamenta zasahují i do anizotropního úseku tak, že vnikají do štěrbiny mezi dvě tlustá myofilamenta.
- c) Leptomerní filamenta: Jsou krátké, tvoří asi 1/10 délky normálních myofilament. Byla zjištěna v kosterní i srdeční svalovině. Jde o vřetenovitá myofilamenta, která se nacházejí ve výšce Z proužku často příčně k normálním myofibrilám.

4.2 Energetické zásobení svalu

Kvůli vysoké pracovní náročnosti jsou kosterní svaly bohatě zásobeny energií pro výkon své práce. Nejlépe využitelná energie je deponována ve formě ATP a fosfokreatinu. Chemická energie je také uložena ve formě glykogenu, která představuje asi 0,5-1 % váhy svalu (Junqueira *et al.*, 1997).

Energie uložená ve formě ATP a fosfokreatinu je ve svalu získávána odbouráváním mastných kyselin pomocí β -oxidace. Mastné kyseliny jsou hlavním substrátem v klidové fázi, nebo při regeneraci po kontrakci svalu (Junqueira *et al.*, 1997). Naopak při krátkodobém zatížení slouží jako energetický substrát glukóza, která je odbourávána na laktát.

Z histochemického hlediska a dle odlišnosti metabolismu lze tedy svalová vlákna rozdělit na 3 typy.

4.3 Typy svalových vláken

4.3.1 Červená vlákna

Mají vysoký obsah myoglobinu a cytochromů, které jim dodávají sytě červené zbarvení. Kontrahují se pomaleji, než bílá vlákna, ale jsou schopná trvalé a

silné kontrakce. energii získávají pomocí oxidativní fosforylace (Junqueira *et al.*, 1997). Vlákná obsahují mnoho mitochondrií, ale méně myofibril (Belák, 1990). Tyto vlákna jsou obsažena v prsní svalovině ptáků, nebo například ve stabilizačních svalech zádových u člověka.

4.3.2 Bílá vlákna

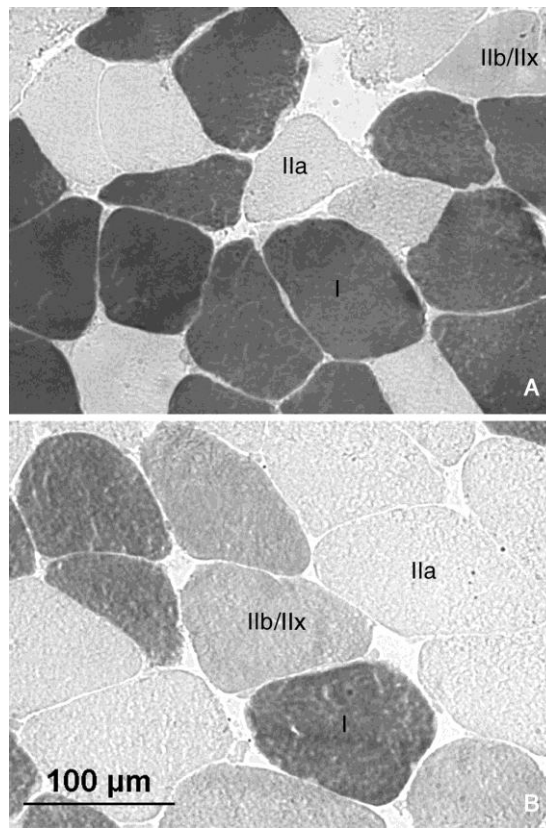
Mají nízký obsah myoglobinu a cytochromu, ale oproti červeným vláknům mají větší průměr. Obsahují méně myofibril, ale více vláken. Z těchto vláken jsou tvořeny hlavně prsní svaly drůbeže s masnou užitkovostí, nachází se také ušlechtilých plemen koní, u telat. Velký vliv na výskyt bílých vláken a na jejich celkovém zastoupení má šlechtění (Belák, 1990). Energie těchto vláken je získávána anaerobní glykolýzou. Těmto svalovým vláknům se také přezdívá rychlá vlákna.

4.3.3 Smíšená vlákna

Jsou přechodným typem mezi předešlými dvěma. Svalovina se většinou skládá ze všech tří vláken v různých poměrech zastoupení.

S pokrokem v histochemii a zlepšení technik barvení se vlákna začala rozlišovat na základě aktivity enzymu ATPázy. Dnes tedy častěji používá rozlišení svalů na ty I, IIA, IIB (Starson, 1997). Často se lze v literatuře setkat také s typem II X, do kterého se zařazují různé vlákna II typu s odlišnou ATPázovou aktivitou.

Obr. 7 Ukázka a porovnání typů svalových vláken.



Vzorek svalové tkáně od staršího (A) a mladšího jedince (B) pro porovnání. Barvení pro odlišnost svalových vláken bylo provedeno na odlišné aktivitě ATPázy. Z obrázku je patrné, jak se v průběhu věku mění poměr v zastoupení jednotlivých druhů vláken.

zdroj: <http://ajpendo.physiology.org/content/292/1/E151/F1.expansion>

4.4 Tuková tkáň kosterní svaloviny

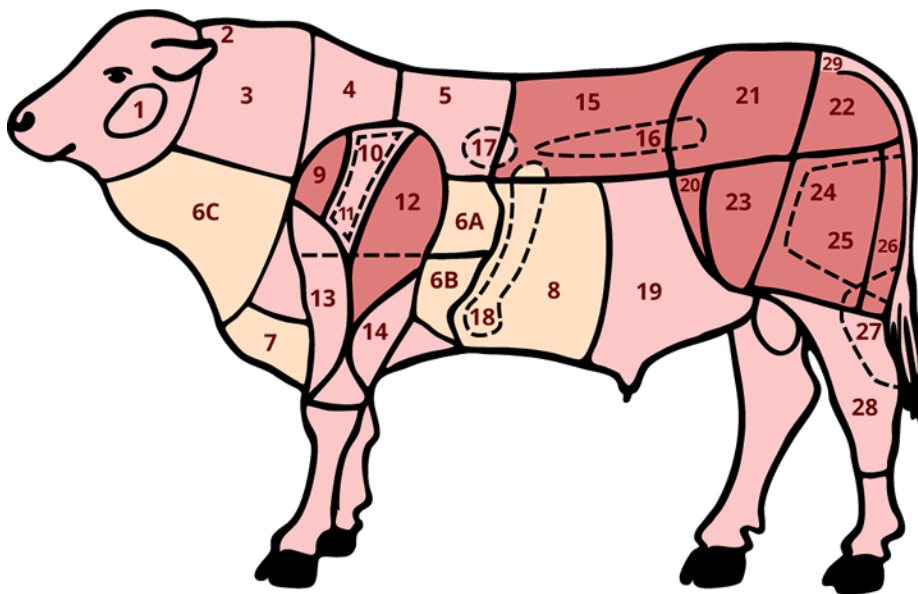
Tuková tkáň je běžně přítomna v příčně pruhované svalovině. Tato tkáň zajišťuje energetické zásobení tkáně. Tuk je také nositelem chuťových a sensorických vlastností masa. Obsah intermuskulárního tuku je u skotu od 3 do 7,5 % (Jensen *et al.*, 2004). Adipocyty (tukové buňky), nacházející se ve svalové tkáni, se liší svou velikostí od adipocytů ve velkých depech tělního tuku. V podkožní svalovině dosahují adipocyty rozměrů od 100 µm do 500 µm, kdežto intramuskulární adipocyty dosahují pouze 25-50 µm (Jensen *et al.*, 2004).

4.5 Dělení svaloviny

Svalovinu na těle skotu lze dělit dle anatomického hlediska. Toto rozdělení je klasické na svaly hlavy, krku, trupu, pánevní a hrudní končetiny a ocasu. Svalovinu lze také rozdělit technologicky dle topografie na jatečně upraveném těle. Technologické dělení svaloviny je znázorněno na obr. 8.

Obr. 8 Technologická topografie jatečně upraveného těla.

Zdroj: <http://www.milujuhovezi.cz/hovezi-maso/deleni>



1-líčka, 2-špička krku, 3-krk, 4-podplečí, 5-vysoký roštěnec, 6a-žebro vysoké, 6b- žebro holé, 7-hrudí, 8-žebro nízké, 9-kulatá plec, 10-loupaná plec, 11-plecový plátek, 12-vysoká plec, 13-husička, 14- přední kliška, 15-nízký roštěnec, 16-pravá svičková, 17-veverka, 18-oponka, 19-bok bez kosti, 20-holubička, 21-květová špička, 22-tabulová špička, 23-velký ořech, 24-spodní šál, 25-vrchní šál, 26-váleček, 27-karabáček, 28-zadní kliška

Béžová-přední maso s kostí, světle růžová-přední maso bez kosti, tmavě růžová-zadní maso.

4.6 Vlivy působící na jakostní parametry svaloviny

Jako jeden z významných parametrů kvality a kulinářské jakosti masa je považována šířka svalových vláken. Trnka a Okrouhlá (2007) uvádějí šířku svalových vláken jako jeden z faktorů, které ovlivňují kvalitu masa. Svalovina, která obsahuje větší množství tenčích vláken, představuje maso vyšší kvality, než když je vyšší obsah hrubších vláken.

Jambor (2007) popisuje vztah mezi délkou sarkomer a křehkostí tak, že *„existuje korelace mezi křehkostí masa a délkou sarkomer různých svalů. Maso s dlouhými sarkomerami v myofibrilách je křehčí, než maso se zkrácenými sarkomerami, jak je tomu u kontrahovaných svalů.“* Z toho plyne, že šířka svalových vláken je přímo úměrná křehkosti masa a tím i jeho jakostním parametrům a kulinářské zpracovatelnosti a hodnotě. Vlivy působící na šířku svalových vláken lze rozdělit na vnitřní (geneticky determinované) a vnější (chovatelské) vlivy.

4.6.1 Vnitřní vlivy působící na šířku vláken

Trnka a Okrouhlá (2007) uvádějí, že šířka svalových vláken je ovlivněna růstem, věkem a pohlavím zvířat. Mezi další faktory lze zařadit druhovou a plemennou příslušnost, výživa a kvalita chovu.

4.6.1.1 Vliv plemene

ŠUBRT *et al.* (2005) analyzovali jakostní parametry roštěnce celkem 324 býků 6 užitkových typů podle použitého otcovského masného plemene v dvouplemenném křížení. Jako mateřská populace byly zvoleny krávy Českého strakatého skotu. Nejjemnější svalová vlákna vykazovali potomci po otcích plemene Charolais ($34,75 \pm 4,91 \mu\text{m}$) a Aberdeen Angus ($34,97 \pm 5,37 \mu\text{m}$), nejširší vlákna byla naměřena u plemene Piemontese ($39,68 \pm 4,80 \mu\text{m}$) a Masný Simentál ($38,13 \pm 4,55 \mu\text{m}$).

4.6.1.2 Vliv věku

Doty *et al.* (1961) uvádí, že kusy poražené v komerční jatečné zralosti mají mírně širší svalová vlákna než mladší zvířata. Analýza variance měření diametru svalového vlákna v rib eye area¹ byla statisticky významně větší u vyšší porážkové hmotnosti než u nižší.

¹*Rib eye area-příčný řez nejdelšího svalu zádového (musculus longissimus dorsi) v místě odstupu dvanáctého žebra z páteře. Řez v tomto místě a následné měření plochy svalu se používá jako indikátor zmasilosti.*

Šubrt *et al.* (2005) také sledovali vliv věku v době porážky na sílu vláken, kde zjistili neprůkazné rozdíly mezi kategoriemi. Ve věku do 500 dnů byla šířka svalových vláken $36,77 \pm 0,54 \mu\text{m}$. U zvířat poražených ve vyšším věku (501–560 dnů) byla naměřena slabší vlákna – $36,16 \pm 0,49 \mu\text{m}$. Nad 561 dnů byla zjištěna hodnota diametru svalového vlákna $36,28 \pm 0,89 \mu\text{m}$. Tato měření však probíhala při dvouplemenném křížení Českého strakatého skotu a masných plemen.

4.6.1.3 Vliv hmotnosti

Jurdová (2012) zkoumala jako jeden z parametrů kvality hovězího masa diametr svalového vlákna. V její práci byla šířka svalového vlákna statisticky rozdílná ($p < 0,05$) mezi býky s hmotností 450 - 500 kg ($37,60 \mu\text{m}$) ve srovnání se skupinou 601 - 700 kg ($39,51 \mu\text{m}$) a skupinou 701 - 900 kg ($39,85 \mu\text{m}$).

Vliv porážkové hmotnosti na kvalitu JUT² sledovali Filipčík *et al.* (2009). Maso analyzovali u 106 býků Českého strakatého skotu z *musculus longissimus thoracis*. Jatečná zvířata byla rozdělena do dvou hmotnostních skupin- první 500–580 kg a druhá 600–730 kg. Býci první kategorie byli poráženi ve věku 535 ± 28 dnů a netto přírůstek u této skupiny činil $570 \pm 145 \text{ g.den}^{-1}$. Přes 80 % těchto býků bylo klasifikováno třídou zmasilosti R a v průměru ohodnoceni 2,27 body protučnění. U této skupiny býků byla naměřena významně ($p < 0,05$) slabší svalová vlákna ($38,07 \pm 2,51 \mu\text{m}$), než u druhé hmotnostní skupiny, u kterých byl věk porážky 585 ± 38 dnů. Hmotnost JUT se pohybovala od 333 kg do 411 kg. Netto přírůstek v této skupině byl $689 \pm 234 \text{ g.den}^{-1}$. Při hodnocení bylo nejvíce býků zařazeno do skupiny U a třída protučnělosti v průměru 2,61 bodů. Šířka vláken se zvýšila na $39,56 \pm 3,05 \mu\text{m}$. Z této práce vyplývá, že se s věkem zvyšuje šířka vláken a tedy snižuje jemnost masa.

²JUT-jatečně upravené tělo.

4.6.1.4 Vliv topografie

Doty *et al.* (1961) také dokázali rozdílnost šířky svalového diametru mezi *musculus longissimus dorsi* a *musculus semitendinosus* u stejně starých zvířat, kdy u *musculus semitendinosus* byla šířka diametru vyšší.

4.6.1.5 Vliv užítkovosti

Jurdová (2012) také zkoumala vliv výsledné užítkovosti dle systému SEUROP³ na šířku svalových vláken. Diametr svalového vlákna byl u jalovic zařazených do třídy „U“ 45,0 µm a jalovic třídy „R“ 40,6 µm.

³SEUROP-systém subjektivního hodnocení zmasilosti JUT klasifikátorem.

Význam zkratky jatečné kvality: S-nejvyšší, E-vynikající, U-velmi dobrá, R-dobrá, O-průměrná, P-špatná

4.6.1.6 Vliv přírůstku

Existuje nepřímá souvislost netto přírůstku a diametru svalového vlákna. Jedinci s vyšším přírůstkem při stejné porážkové hmotnosti mají tenčí svalová vlákna (Bjelka *et al.*, 2005).

4.6.2 Vnější vlivy

Mezi vnější vlivy působící na šířku svalových vláken se řadí hlavně výživa a její kvalitu v jednotlivých fázích života, dále pak systém chovu a ustájení. Vagner (2008) uvádí, že šířka svalových vláken souvisí i s intenzitou pohybu ve výkrmu.

Dále jako zajímavost lze uvést zjištění Doty *et al.* (1961). Analýza variance měření diametru rib eye získaných od kusů poražených v říjnu prokázala rozdíl od kusů poražených v srpnu, kdy zvířata poražená říjnu měla širší svalová vlákna. Dále diametr svalových vláken byl větší u zvířat poražených v srpnu, než u kusů v červnu. Je tedy možné zaznamenat vliv ročního období porážky, či narození.

5 Materiál a metodika

5.1 Odběr vzorků

Vzorky kosterní svaloviny býků Českého strakatého skotu a jeho kříženců byly získány v rámci projektu „Korelační a regresní závislost mezi ukazateli masné užitkovosti, jakostními parametry a křehkostí masa býků Českého strakatého skotu“ RIV/62156489:43210/13:00193814. Vzorky byly odebrány v den porážky každého kusu a konzervovány v 5% formalinu. Vzorky byly odebírány ze svalu *musculus longissimus et thoracis* (MLT) z oblasti rib eye area. Tato oblast se nachází v řezu za posledním hrudním obratlem.

5.2 Zpracování vzorků

Každý odebraný vzorek se zpracovával odvodněním v alkoholové řadě a následnou fixací parafinem.

Postup fixace:

1. V přikrajovacím boxu z každého dodaného materiálu byly odebrány (přikrojeny) vzorky o velikosti cca 10×10×5 mm a dány do zalévacích kazetek (firma Bamed s.r.o., Malacky, Slovensko)
2. Vzorky byly vloženy do vakuového tkáňového procesoru Intelsint – RVG/1 (firma Bamed s.r.o., Malacky, Slovensko), kde dochází k odvodnění stoupající řadou alkoholů, prosycení rozpouštědlem zalévacího média (xylen), který se mísí s etanolem - fáze projasnění
3. konečné prosycení zalévacím médiem-parafin Ba Wax (firma Bamed, s. r. o., Malacky, Slovensko)
4. zalití materiálu v zalévací lince Leica EG 1150 H (Leica Camera, Wetzlar, Německo) rozehřátým parafinem (60 °C) do zalévací komůrky.
5. Po zchladnutí byl materiál nakrájen na rotačním mikrotomu Leica RM 02235 (Leica Camera, Wetzlar, Německo) na 4μm silné parafínové řezy, ty přeneseny do vodní lázně, kde došlo k napnutí řezů. Ty byly nataženy na podložní sklo a vloženy na jednu hodinu do termostatu.
6. Takto připravená podložní skla byla obarvena základním barvením Hematoxylinem-Eozinem. Postup barvení:

- a. Odparafínování – xylen, 5 min.
- b. Sestupná řada alkoholů - 96%, 70%, 50%, 3 až 5 min. u každé koncentrace
- c. Hematoxylin – jádra buněk barví modře, 7 až 10 min.
- d. Eozin – cytoplazmu buněk a ostatní tkáň zbarví červeně, 1 až 3 min.
- e. Vzestupná řada alkoholů – 50%, 70%, 96%, 3 až 5 min. u každé koncentrace
- f. Projasnění – aceton, xylen, 5 min.

5.3 Zhotovení preparátů

Z každého odebraného vzorku byly provedeny dva řezy. Jeden podélně po svalovém vlákne a jeden napříč svalovými vlákny. Z každého řezu byly na sklíčko umístěny dva řezy. Dva řezy na sklíčko zvyšovaly pravděpodobnost zachycení kvalitní oblasti pro měření šířky svalových vláken. Vzorky byly označeny čísly 1 až 60. Vzorek s příčným řezem dostal k číslu ještě písmeno „a“ a vzorek s podélným řezem byl označen „b“. Odebráno bylo tedy šedesát vzorků, každý ještě rozdělen do dvou kategorií, celkem 120 sklíček k měření. Na každém sklíčku byly ještě dva řezy, k měření se vybíral pouze jeden, kvalitnější z obou řezů.

5.4 Mikroskopie a vyhotovení snímků

Vzorky byly analyzovány pomocí optického mikroskopu Olympus BH-2 (Olympus, Tokio, Japonsko). Jejich následné měření se však provádělo pomocí elektronického pravítka. Vzorky byly vyfotografovány Canon EOS 1100D (Canon Inc., Tokio, Japonsko) z mikroskopu a byly měřeny pomocí elektronického pravítka. Měřítka pro analýzu vzorků bylo vloženo ke každému vzorku z QuickPHOTO MICRO 3.0 (PROMICRA s.r.o., Praha, Česká Republika), který byl kalibrován pro měření histologických preparátů za pomoci daného fotoaparátu a mikroskopu.

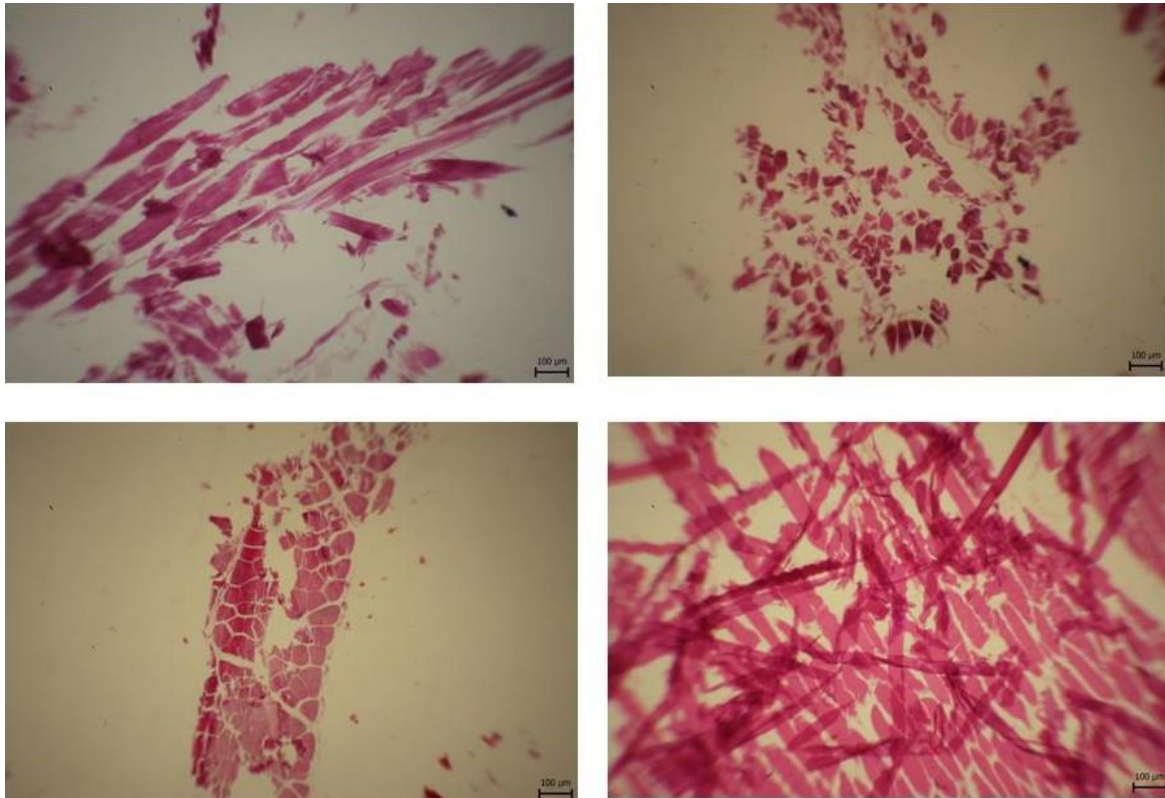
Všechny vzorky byly fotografovány ve zvětšení objektivu 40× a 100×. Tato zvětšení byla zvolena kvůli přesnosti měření a zmenšení chyby lidského faktoru při měření a snížení odchylky přesnosti měření. Z každého preparátu na sklíčku byla vybrána optimální oblast měření. Parametry pro výběr ideální oblasti byly následné:

- Celistvá oblast s nepotrhanými vlákny.
- Maximum nedeformovaných vláken v oblasti.
- Bez artefaktů ze zpracování vzorků.
- Dostatečně velký počet vláken pro měření.
- Oblast šla optimálně zaostřit.
- Nedošlo k překrytí vrstev v preparátu.
- Bylo možné nastavit ideální prosvětlení snímku.
- Oblast měla referenční parametry bez známek výkyvu.
- Vlákna pokrývala celou oblast focení.

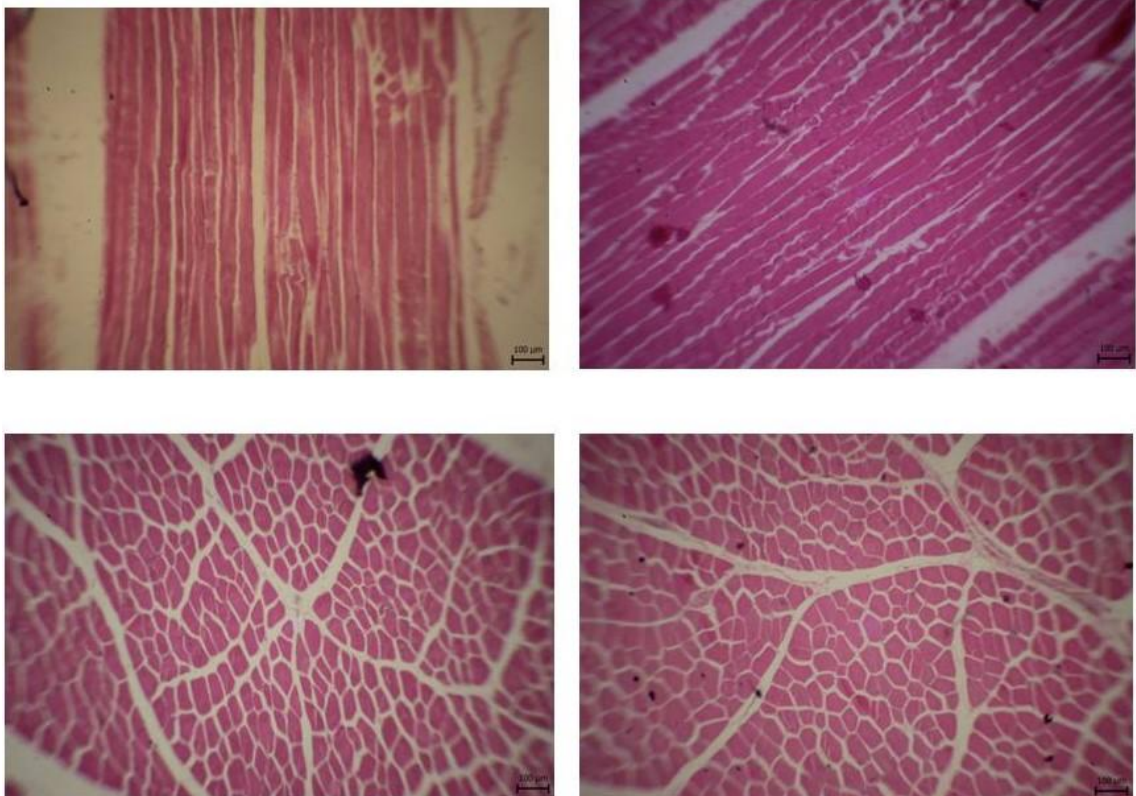
Díky těmto nárokům na kvalitu zachycované oblasti nebylo možné v některých vzorcích možné nalézt adekvátní oblast, která by splňovala všechny nastavené parametry a byla zachycena oblast s co největším počtem odpovídajících parametrů.

5.4.1 Kvalita preparátů a jejich zobrazení v mikroskopu

V průběhu výroby preparátů (řezu svalovou tkání) mohlo dojít k více, či méně možným deformacím svalové tkáně. Ne všechny snímky proto bylo možné zařadit do měření z hlediska objektivy. Níže jsou uvedeny kontrasty kvalitních a nekvalitních preparátů (obr. 9 a 10).

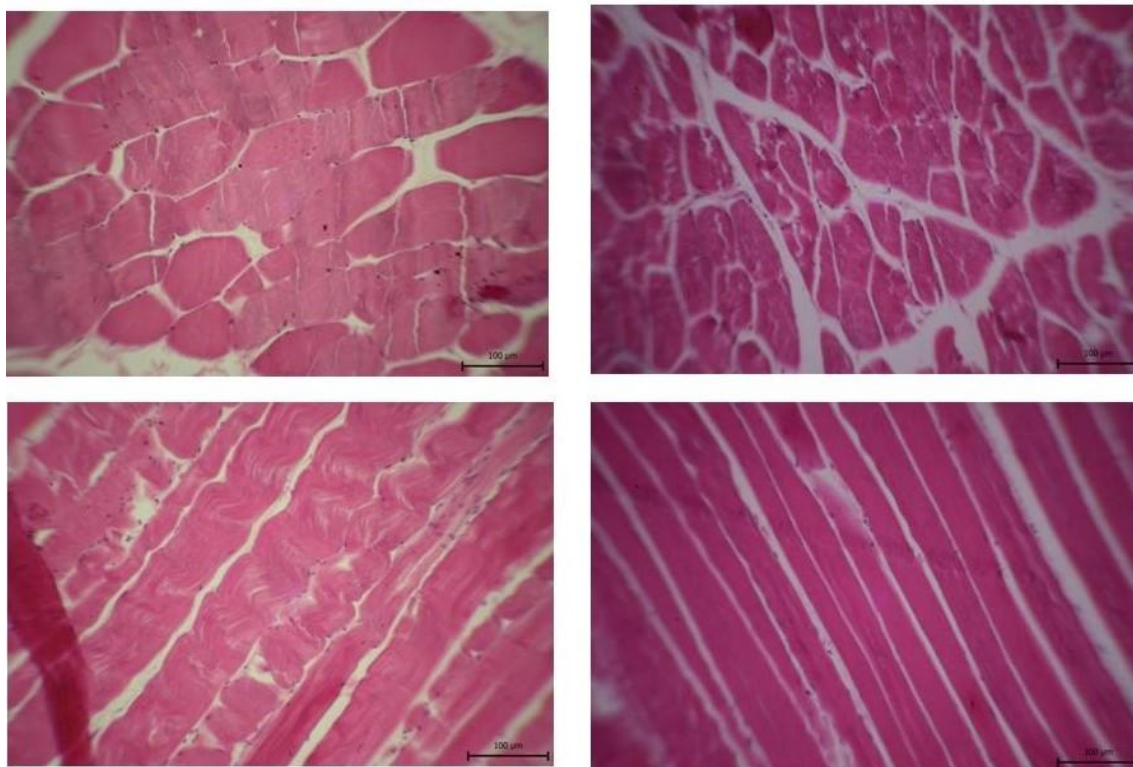


Obr. 9 Ukázka snímků špatné kvality, kde se vyskytují vady preparátu. Na těchto snímcích je téměř nemožné nalézt ideální oblast k měření a potřebné množství vláken pro měření. Na snímcích se nachází podélné i příčné řezy svalovými vlákny. Snímek je zachycen při zvětšení objektivu 40×.



Obr. 10 Ukázka snímků s dobrou kvalitou pro měření jednotlivých parametrů vlákna. Šířka svalových vláken je vyrovnaná a také jejich rozestupy a tedy i množství vmezeřeného vaziva. Na snímcích jsou oblasti s ideálními parametry pro měření šířku vláken i vmezeřeného vaziva. Snímek zachycen při zvětšení 40×.

Jako jeden z ukazatelů kvality zhotovení preparátů a rozdílnosti v parametrech svalových vláken a vmezeřeného vaziva lze vidět kontrast vláken na obrázku č 11. Z obrázku je také patrná odlišná struktura svalových vláken a utváření vmezeřeného vaziva.



Obr. 11 Kontrast šířek svalového vlákna. Na levé straně jsou šířky vláken až dvojnásobné oproti levé straně, mezery mezi svalovými vlákny jsou někdy až neznatelné. Na levém preparátu jsou šířky svalových zhruba poloviční. Snímky jsou zachyceny při zvětšení 100×.

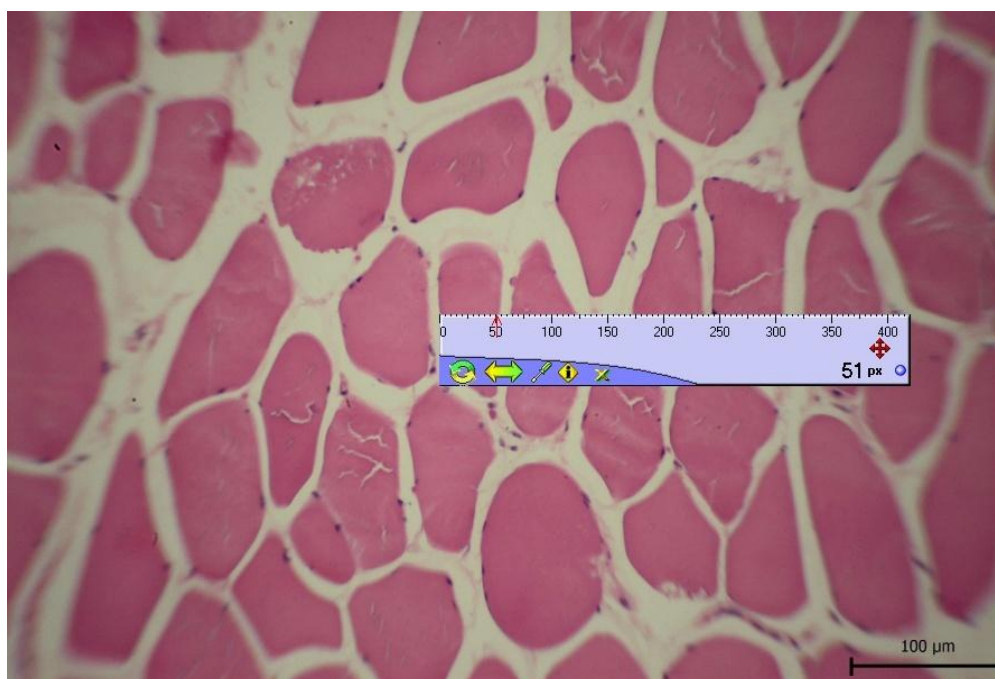


Obr. 12 Kontrast šířek vmezeřeného vaziva. Ze snímku jsou patrné rozdíly šířek vmezeřeného vaziva. Na snímku vlevo jsou téměř neznatelné mezery jednotlivými svalovými vlákny, naopak u snímku vpravo jsou vidět markantní mezery mezi svalovými vlákny. Snímky jsou zaznamenány při zvětšení 40×.

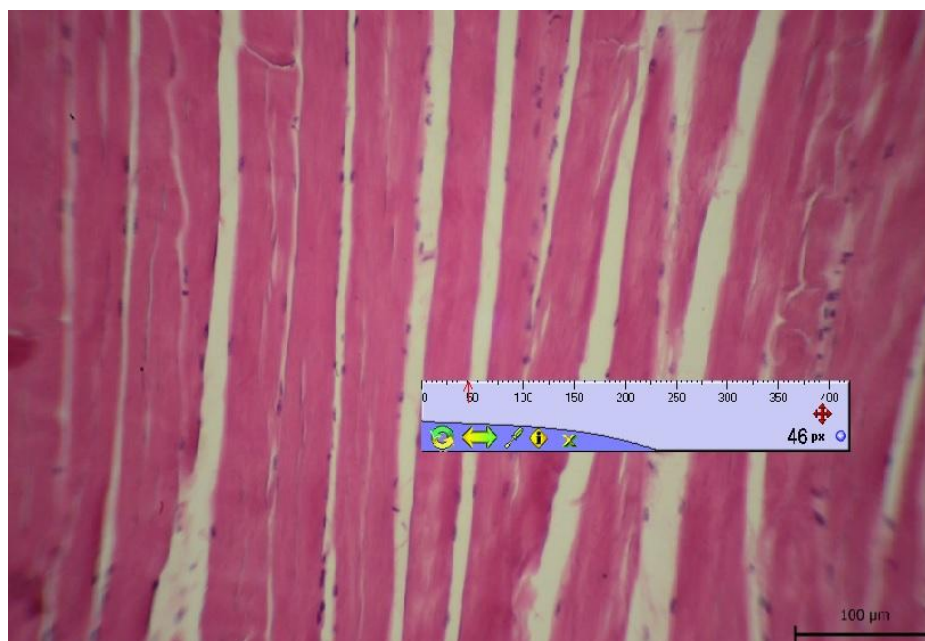
5.4.2 Měřítka a měření vzorků

5.4.2.1 Šířka svalových vláken

Ke každé fotografii vzorku o zvětšení objektivu 40× a 100× bylo připojeno elektronicky měřítko z kalibrovaného mikroskopu vpravo dole. Na základě tohoto měřítka bylo nastaveno elektronické pravítko pro měření vzorků v pixelech (pxs). Měřítka mělo referenční hodnotu 100 μm (obr. 13).



Obr. 13 Zachycení postupu měření elektronickým pravítkem. Vzorek č. 2 na příčném řezu, zvětšení 100. Červená šipka na pravítku označuje konec měření od nuly a výsledná hodnota v pixelech je na pravítku vpravo dole)



Obr. 14 Zachycení postupu měření elektronickým pravítkem. Vzorek č. 2 na podélném řezu, zvětšení 100. Červená šipka na pravítku označuje konec měření od nuly a výsledná hodnota v pixelech je na pravítku vpravo dole)

Na základě naměření pixelů této délky byl stanoven koeficient přepočtu pixelů na mikrometry.

Výpočet:

Zvětšení 40×:

$$100 \mu\text{m} = 55 \text{ pxs}$$

$$1 \text{ px} = 100/55 = \underline{1,181818 \mu\text{m}}$$

Zvětšení 100×:

$$100 \mu\text{m} = 138 \text{ pxs}$$

$$1 \text{ px} = 100/138 = \underline{0,724638 \mu\text{m}}$$

Tabulka obsahuje naměřené hodnoty v pixelech a jejich konečný přepočet na mikrometry (viz. Přílohová tabulka 1).

5.4.2.1.1 Postup měření

K měření každého vzorku bylo použito elektronické pravítko s přesností měření na 1 px. Vzhledem k velikosti rozlišení obrazovky, rozlišení a oddělení vláken a zachování měřítka byly hodnoty zaokrouhlovány na pět celých pixelů. Měření prováděl pouze autor, tak je chybová odchylka minimální, na rozdíl kdyby měření provádělo více osob.

5.4.2.1.2 Kvantifikace měření

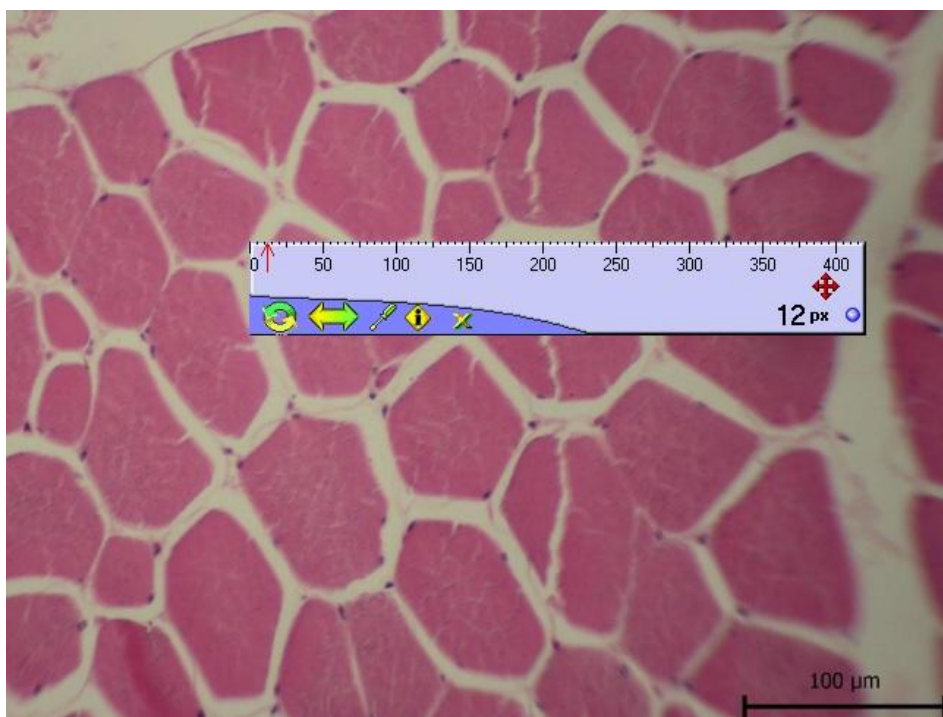
U každého vzorku (příčný, podélný, zvětšení 40× a 100×) se do tabulky zapisovalo 10 naměřených hodnot vzorku. Celkově tedy zapsáno 40 měření u každého vzorku. Z deseti hodnot měření u každého vzorku byla vytvořena jedna hodnota aritmetickým průměrem naměřených hodnot. V konečné tabulce pro statistické zpracování byla tedy jedna hodnota u podélného a příčného řezu při zvětšení 40× a jedna hodnota u podélného a příčného řezu při zvětšení 100×.

5.4.2.2 Šířka vaziva

Stanovení šířky vaziva mezi svalovými vlákny se měřilo stejným způsobem jako šířka svalových vláken. Byla vybrána referenční oblast pro měření, která splňovala kriteria:

- Stejná šířka prostoru mezi vlákny na sousedních stranách svalových vláken
- Nerozšiřování a nesuzování prostoru mezi vlákny na jedné straně
- Mezi vlákny se nevyskytovaly jiné tkáňové struktury-tuková tkáň, kapiláry
- Strany svalových vláken byly jasně ohraničené, nerozmazané
- Měřená oblast byla ostrá, dobře prosvětlená

Měření se opět provádělo elektronickým pravítkem s přesností měření na pět celých pixelů. U každého vzorku bylo zaznamenáno 10 hodnot, z kterých byl vytvořen aritmetický průměr. Výsledná hodnota byla zahrnuta celkové tabulky. Přepočítání pixelů na mikrometry byl stejný, jako u šířky vláken při zvětšení 100×. Měření se provádělo vždy při zvětšení 100×.



Obr. 15 Zachycení postupu měření množství vaziva elektronickým pravítkem. Vzorek č. 7 na podélném řezu, zvětšení 100×.

Výpočet:

$$100 \mu\text{m} = 138 \text{ pxs}$$

$$1 \text{ px} = 100/138 = \underline{\underline{0,724638 \mu\text{m}}}$$

5.4.3 Měření a záznam hodnot

Všechny naměřené šířky svalových vláken a vmezeřeného vaziva byly zaznamenány ke každému vzorku. Při měření šířky svalového vlákna bylo vždy zaznamenáno 10 měření vláken ze středové oblasti snímku s největší ostrotí a jasem. Stejný postup byl zvolen i u šířky vmezeřeného vaziva. Z těchto hodnot byl vytvořen aritmetický průměr na jednu hodnotu. Výsledkem byly tedy průměrná šířka vlákna na podélném řezu, průměrná šířka na příčném řezu, obě tyto hodnoty při zvětšení 40× a 100×. U vaziva byla výsledná jedna hodnota při zvětšení 100×. Měření vmezeřeného vaziva při zvětšení 40× by bylo nepřesné, vzhledem k malému množství vmezeřeného vaziva. U některých vzorků dosahoval téměř neměřitelných hodnot i při zvětšení 100× .

5.4.4 Statistická analýza získaných dat

Do základních statistik byly zahrnuty celkové počty vzorků a jejich kategorizace. Byly zahrnuty nejmenší a největší hodnoty a středové hodnoty měření. Do některých analýz byly vkládány vypočtené hodnoty Y1 a Y2. Y1 je průměrná hodnota měření podélných řezů vláken při zvětšení 40× a 100×. Y2 je průměrná hodnota měření příčných řezů vláken při zvětšení 40× a 100×. Tyto hodnoty byly vkládány do dílčích tabulek, které byly následně analyzovány statistickým programem SAS od společnosti SAS ® Software. V tomto programu byla použita základní analýza dat regrese mezi dvěma množinami naměřených hodnot. Jako funkce regrese byly použity Pearsonovy korelační koeficienty, které sloužily pro porovnání korelace pro dvě a více skupin naměřených hodnot. Základní údaje pro statistickou analýzu obsahuje přílohová tabulka 2.

U porovnávání vlivu jednotlivých parametrů, ať už jatečných, či parametrů svaloviny byl použit zobecněný lineární model GLM (Generalized Linear Model). Statistická průkaznost byla stanovena metodou součtu nejmenších čtverců LSM.

6 Výsledky a diskuze

6.1 Celkové statistiky

Ke zpracování analýzy bylo použito celkem 60 vzorků. Dva parametry byly charakteru kategorií- SEUROP a Tučnost (obě kategorie jsou subjektivní hodnocení klasifikátora z porážky) Ostatní parametry byly vyjádřeny hodnotou. V kategorii tučnost se nacházely skupiny protučnění 2 a 3, dle klasifikace. V parametru SEUROP se nacházely celkem 3 skupiny zmasilosti 3,4 a 5, které odpovídají zařazení dle klasifikace SEUROP. Výsledky zastoupení udává tabulka č.1.

Tabulka č. 1 Zastoupení vzorků jednotlivých kategorií dle klasifikace z jatek.

		stupeň protučnění		Součet <u>n=60</u>
		2	3	
U		4	2	<u>6</u>
		6,67%	3,33%	10%
		66,67%	33,33%	100%
		8,7% ^a	14,29% ^b	
R		39	10	<u>49</u>
		65%	16,67%	81,67%
		79,59%	20,41%	100%
		84,78% ^a	71,43% ^b	
O		3	2	<u>5</u>
		5%	3,33%	8,33%
		60%	40%	100%
		6,52% ^a	14,29% ^b	

1. Řádek kategorie zmasilosti - vyjádření celkového počtu vzorků
2. Řádek kategorie zmasilosti – procentuální zastoupení v kategorii dle zmasilosti.

Tabulka je ukázka procentuálního zastoupení dle kategorie zmasilosti a v jednotlivých kategoriích stupně protučnění z celkového počtu vzorků. Součet třetích řádků v každé kategorii tučnosti zvláště dává 100 %. Pro stupeň protučnění 2 horní index ^a, pro stupeň protučnění 3 horní index ^b.

Z výsledků vyplývá, že nejvíce je zastoupena kategorie zmasilosti R (49 vzorků, 81,67% z celkového počtu). V kategorii zmasilosti R a stupni protučnění 2 se nachází nejvíce vzorků (39 vzorků, 60% z celkového počtu vzorků).

Do celkového hodnocení histologické analýzy byly mimo jatečné parametry zahrnuty mikroskopicky naměřené parametry svalových vláken. Zastoupení všech hodnot je shrnuto v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 Naměřené průměrné hodnoty u stanovených parametrů a druhů měření.

Proměnná	N	\bar{x}	s^2x	sx	$s\bar{x}$	Minimum	Maximum
Věk	60	664,52	3450,32	58,74	7,58	605	752
prepHm	60	722,27	17467,24	132,16	17,06	484,2	1236
VAZIVO	60	10,04	19,07	4,37	0,56	1,45	19,2
pric40	60	46,37	105,13	10,25	1,32	30,9	73,6
podel40	60	46,19	82,07	9,06	1,17	32,7	71,8
pric100	60	45,38	89,02	9,44	1,22	32,2	72,8
podel100	60	45,49	85,78	9,26	1,2	31,5	71
Svalvlakno	60	45,86	83,83	9,16	1,18	32,88	72,30
y1podelne	60	45,84	81,93	9,05	1,17	32,75	71,40
y2pric	60	45,87	94,80	9,74	1,26	32,30	73,20

Věk - věk poraženého zvířete ve dnech,

prepHm - přepočítaná hmotnost zvířete v kg,

VAZIVO - šířka vmezeřeného vaziva v μm ,

pric 40- naměřená šířka svalového vlákna při zvětšení $40\times$ na příčném řezu v μm ,

podel 40 - naměřená šířka svalového vlákna při zvětšení $40\times$ na podélném řezu v μm ,

pric 100 - naměřená šířka svalového vlákna při zvětšení $100\times$ na příčném řezu v μm ,

podel100 - naměřená šířka svalového vlákna při zvětšení $100\times$ na podélném řezu v μm ,

svalvlakno - aritmetický průměr všech naměřených šířek v μm ,

y1podelne - průměr měření podélných řezů při zvětšení $40\times$ a $100\times$ na podélném řezu

v μm ,

$y_{2\text{pric}}$ - průměr měření příčných řezů při zvětšení 40 x a 100 x na příčném řezu v μm .

\bar{x} - aritmetický průměr,

s^2x - rozptyl,

sx - směrodatná odchylka,

$s\bar{x}$ - standardní chyba odhadu

Z lineárního modelu GLM vychází u všech měření velmi podobný průměr měření, ať už byla analýza provedena zvlášť u měření podélných, či příčných vláken, nebo při zvětšení 40 x a 100x. Průměr vláken vychází nejčastěji $45,86 \pm 9,16 \mu\text{m}$., což odpovídá Šubrt *et al.*(2005), kteří měřili šířku svalových vláken u dvouplemenných kříženců, kde bylo jako mateřská populace zvoleno plemeno České strakaté. Němcová (2011) naměřila u vysokopodílových kříženců Českého strakatého skotu hodnoty šířky svalových vláken $39,97 \pm 4,12 \mu\text{m}$.

Rozptyl hodnot nabýval mezi 31,5 až po 73,2 μm . Průměrná hodnota šířky vmezeřeného vaziva byla 10,04 μm . Průměrné stáří poraženého kusu bylo 664,5 dne a nabývalo hodnot od 605 do 752 dnů. Průměrná přepočítaná hmotnost JUT byla 722,2 kg.

6.2 Hodnocení přesnosti měření svalových vláken

6.2.1 Korelace měření šířky svalového vlákna při zvětšení 40X a 100X u průměru měření podélných a příčných řezů

Tabulka č. 3

	$y_{1\text{podelne}}$	$y_{2\text{pric}}$	Pr > t
$y_{1\text{podelne}}$	1.00000	0.89985	<.0001
$y_{2\text{pric}}$	0.89985	1.00000	<.0001

$y_{1\text{podelne}}$ - průměr měření podélných řezů při zvětšení 40 x a 100 x na podélném řezu,

$y_{2\text{pric}}$ - průměr měření podélných řezů při zvětšení 40 x a 100 x na příčném řezu.

Korelace mezi průměry je statisticky vysoce průkazná. To znamená, že průměry měření svalového vlákna při zvětšení $40 \times$ a $100 \times$ mezi sebou korelují a není zde statistický významný rozdíl v měření při zvětšení $40 \times$ a $100 \times$.

6.2.2 Regrese měření svalového vlákna

Tabulka č. 4

Proměnná	DF	Odhad	Standardní	t hodnota	Pr > t
		parametru	chyba		
y2pric	1	0.83657	0.05325	15.71	<.0001
y1podelne	1	0.96791	0.06161	15.71	<.0001

Při výběru závislé proměnné y2pricna k y1podelně vyšla vysoká korelace $0,9679 \pm 0,0616$ se statisticky vysokou průkazností ($P < 0,0001$).

Při výběru závislé proměnné y1podelně k y2pricna vyšla vysoká korelace $0,8366 \pm 0,0533$ se statisticky vysokou průkazností. ($P < 0,0001$)

Pro ověření měření byla použita analýza shody měření podélných a příčných řezů. Do analýzy byly vloženy průměry z měření při zvětšení $40x$ a $100x$.

Dále byla analyzována všechna měření mezi sebou, metodou Pearsonových korelačních koeficientů. Všechna měření vykazovala vysokou korelaci a jsou statisticky průkazné, viz. Tabulka č. 5.

6.2.3 Korelace všech měření

Tabulka č. 5 Korelace všech měření mezi sebou

	pric40	podel40	pric100	podel100	svalvlakno	y1podelne	y2pric
pric40	1,0000	0,8758	0,9563	0,8783	0,9651	0,8876	0,9899
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
podel40	0,8758	1,0000	0,8502	0,9527	0,9525	0,9878	0,8731
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
pric100	0,9563	0,8502	1,0000	0,9130	0,9665	0,8926	0,9881
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
podel100	0,8783	0,9527	0,9130	1,0000	0,9696	0,9884	0,9048
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
Svalvlakno	0,9651	0,9525	0,9665	0,9696	1,0000	0,9727	0,9765
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
y1podelne	0,8876	0,9878	0,8926	0,9884	0,9727	1,0000	0,8999
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
y2pric	0,9899	0,8731	0,9881	0,9048	0,9765	0,8999	1,0000
	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001

Z výsledné tabulky je patrné, že měření byla přesná s minimální, nebo žádnou odchylkou a že všechna měření vykazují mezi sebou statistickou průkaznost. Tyto výsledky konstatují objektivní přístup analýzy dat, neboť shodnou metodu měření a analýzy svalových vláken nelze v literatuře dohledat.

6.3 Vliv šířky svalového vlákna na šířku vmezeřeného vaziva

6.3.1 Korelace šířky svalového vlákna s šířkou vmezeřeného vaziva

Korelace šířky svalového vlákna s šířkou vmezeřeného vaziva je -0,27 po zaokrouhlení a statisticky průkazná ($P < 0,05$). To znamená, že se zvyšující se šířkou svalového vlákna klesá šířka vmezeřeného vaziva. K analýze byly použity Pearsonovy korelační koeficienty. Jedinci s širšími vlákny a tedy horšími kulinářskými vlastnostmi mají méně vaziva. Z toho lze usoudit, že když má maso těchto jedinců horší kulinářské vlastnosti, nenese zároveň zhoršené nutriční

parametry ve formě špatně zpracovatelných a pro člověka těžko stravitelných stromatických bílkovin (elastin, stromatin), které se vazivu nacházejí.

6.3.2 Regrese mezi šířkou svalového vlákna a šířkou vmezeřeného vaziva

Jako závislé proměnná byla zvolena šířka vlákna k množství vaziva. Výsledek je $-0,55789 \pm 0,26$ s přesností $P < 0,01$. Při zvolení množství vaziva jako závislé proměnné hodnota $-0,12693 \pm 0,06$ s přesností $P < 0,01$. Výsledek regrese potvrzuje výsledky z předchozí kapitoly 5.3.1.

6.4 Vliv zmasilosti a hmotnosti na šířku vlákna

6.4.1 Analýza vztahu zmasilosti a šířky svalových vláken

Tabulka č. 6 Výsledky lineárního modelu GLM, hodnoty uvedeny v μm .

	SEUROP		
	3	4	5
svalvlak	$55,11 \pm 3,84^{ab}$	$45,9 \pm 1,57^a$	$44,50 \pm 4,04^b$
pric40	$57,63 \pm 4,29^{ac}$	$46,64 \pm 1,75^{ab}$	$42,54 \pm 4,52^{bc}$
podel40	$55,69 \pm 3,84^a$	$45,49 \pm 1,57^a$	$46,00 \pm 4,05$
pric100	$55,85 \pm 3,88^{ac}$	$46,09 \pm 1,59^{ab}$	$42,65 \pm 4,09^{bc}$
podel100	$55,29 \pm 3,84^{ab}$	$45,38 \pm 1,59^a$	$46,80 \pm 4,11^b$

Horní indexy s malými písmeny (a,b,c) označují výsledky, které mezi sebou vykazují statistickou průkaznost ($P < 0,05$). Výsledky bez indexů jsou mezi sebou statisticky neprůkazné.

Analýza průkaznosti se prováděla metodou LSM (součet nejmenších čtverců). Z výsledných hodnot vyplývá, že se zvyšující se jatečnou zmasilostí dochází ke zmenšení průměru svalového vlákna. U analýzy jednotlivých druhů měření se výsledky mírně odlišují. U analýzy celkových měření (svalvlak) je patrná klesající šířka s vyšší zmasilostí. Pouze u měření podélných vláken při zvětšení $40 \times$ a $100 \times$ dochází mezi kategoriemi zmasilosti 4 a 5 k nárůstu hodnot. Z výsledků vyplývá, že se zvyšující se zmasilostí JUT dochází ke snížení šířky svalových vláken.

Podobné výsledky naměřila i Jurdová (2012), a to že lineární trend ke zvyšování šířky svalových vláken (37,36 – 38,02 – 39,76 μm) se projevuje i se zvyšující se porážkovou hmotností (do 550 kg, 551 – 600 kg, nad 600 kg). Stejný trend potvrdila i Němcová (2011), kdy u býků nad 750 kg porážkové hmotnosti významně vzrostla šířka svalového vlákna. Je nutné brát v úvahu, že autorky Jurdová i Němcová měřily vlákna metodou rozvolnění svalových vláken a uvádějí diametr svalových vláken.

6.5 Vliv zmasilosti na šířku vmezeřeného vaziva

Analýza vztahu makroskopického parametru zmasilosti (SEUROP) a šířky vmezeřeného vaziva se prováděla pomocí metody ANOVA. V tabulce č. 7 jsou zaznamenány výsledky lineárního modelu a statistické průkaznosti dle metody LSM

Tabulka č. 7 Výsledky lineárního modelu GLM

SEROP	Vazivo (μm)	Pr > t
3	7,18 \pm 1,79	0,0002
4	9,30 \pm 0,74 ^A	<0,0001
5	9,22 \pm 1,97 ^A	<0,0001

Horní indexy s písmeny (A) označují výsledky, které mezi sebou vykazují vysokou statistickou průkaznost.

Z výsledků vyplývá, že se zvyšující se zmasilostí se zvyšuje také množství vaziva mezi svalovými vlákny. Skokově mezi hodnocením zmasilosti 3 a 4 (Rozdíl 2,12 μm). Mezi kategorií 4 a 5 se už projevil menší vzestup 0,08 μm šířky vaziva. U kategorie 5 je také větší odchylka měření.

Z výsledků porovnání šířky svalových vláken s množstvím vaziva a šířky svalových vláken se zmasilostí je tedy patrné, že se zvyšující se tělesnou zmasilostí dle SEUROP dochází ke zvyšování podílu vmezeřeného vaziva, ale se zvyšující se šířkou svalového vlákna dochází ke snižování šířky vmezeřeného vaziva. Teoreticky lze tedy konstatovat, že mezi šířkou svalového vlákna zmasilostí je negativní korelace při stejném množství vaziva. Vzhledem k metodice analýzy

pomocí histologických řezů a měření síly vaziva, se nenachází konfrontace v literatuře.

6.6 Vliv věku na šířku vmezeřeného vaziva

Výsledek korelace věku a šířky vaziva je 0,11. Korelace věku a vaziva je pozitivní, avšak velmi nízká. Výsledek je statisticky neprůkazný. Neprůkaznost je však způsobena malým množstvím sledovaných vzorků a širokým rozptylem hodnot. Z výsledků lze tedy vyvodit, že věkový rozdíl u býků při porážce má minimální vliv na množství vaziva. Zvýšené množství vaziva by se mohlo vyskytovat u býků poražených ve vyšším věku, než je jatečný, cca od tří let a výše. Stejně údaje uvádí i Jensen *et al.* (2004), kdy popisuje, že po dvou letech věku nedochází k výraznému zvýšení šířky (množství) vaziva, ale k nárůstu dochází až zhruba po třetím roce života. Zvýšení množství vaziva zapříčiňuje pravděpodobné fyziologické stárnutí a nahrazování funkční tkáně vazivem.

6.7 Vliv věku na šířku svalového vlákna

Porovnání vlivu věku na šířku svalového vlákna vyšlo jako pozitivní korelace mezi věkem a šířkou vlákna. Toto jen potvrzuje výsledky od DOTY *et al.* (1961) a ŠUBRT *et al.* (2005). Výsledná korelace je $r = 0,2857$. Tento výsledek potvrzuje, že při pozdní porážce zvířete dochází k fyziologickému jevu rozšiřování svalových vláken, které je nežádoucí kulinářská vlastnost pro hovězí maso. Němcová (2011) došla ke stejným výsledkům, kdy se výrazně zvýšila šířka svalového vlákna u býků poražených od věku 701 dnů.

6.8 Vliv tučnosti na množství vaziva

Jedná se o srovnání mezi jatečně hodnoceným protučněním JUT a šířkou vaziva mezi svalovými vlákny. Jedná se o porovnání průměrné šířky vaziva mezi dvěma zastoupenými kategoriemi protučnění. Pro upřesnění celkových počtů se v kategorii tučnosti 2 nacházelo celkem 46 vzorků (76,67% z celkového počtu) a v kategorii 3 se nacházelo 16 vzorků (23,33% z celkového počtu vzorků), také viz. Tabulka č.1.

Tabulka č. 8

Tučnost	šířka vaziva v μm	Pr > t
2	11,3511075 \pm 1,08	<0,0001
3	5,7795035 \pm 1,52	0,0004

Z výsledků je patrné, že u vyšší kategorie tučnosti došlo ke snížení šířky vaziva mezi svalovými vlákny. Lze tedy konstatovat, že když je svalovina JUT tučnější nese sebou i zvýšený podíl vmezeřeného vaziva a sním i zvýšené negativní důsledky na zpracování a stravitelnost masa. Vzhledem k metodice analýzy pomocí histologických řezů a měření síly vaziva, se nenachází konfrontace v literatuře, stejně jako v kapitole 5.5.

7 Závěr

V této práci byla k měření parametrů svalových vláken použita metoda s vytvořením histologickým řezů a jejich následná analýza. Využití této metody oproti standardní metodě diametru svalových vláken umožňuje zahrnout do pozorování i jiné parametry, které metodou rozvolnění svalových vláken sledovat nelze.

Mikroskopická metoda je oproti standardnímu diametru časově, energeticky a finančně daleko více náročná a není tedy vhodná pro běžnou analýzu. Na druhou stranu, tato metoda umožňuje pohled na svalová vlákna v nativním stavu, je tedy možné sledovat nejen jejich šířku, ale například i tvar, deformace, řazení do svalových snopců, množství a rozptýlení vmezeřeného vaziva. Tyto jednotlivé parametry jsou spíše subjektivního charakteru, než měřitelného a objektivního, jak je tomu při rozvolnění a následné analýze za pomoci softwaru. Dávají však další úhel pohledu a cenné informace o mikroskopické anatomii a patologii svaloviny a možném vlivu těchto pouhým okem neviditelných parametrů na konečné vlastnosti hovězího masa.

Z výsledků práce vyplívá, že měření šířky svalových vláken v histologickém řezu je stejné, jako při použití rozvolňovací metody pomocí kyseliny dusičné a následné sčítání vláken pomocí softwaru, které se využívá standardně k analýze diametru vlákna.

Při porovnávání vlivu mikroskopických parametrů je zajímavý fakt, že při zvyšující se šířce svalových vláken dochází ke snižování šířky, tedy množství vmezeřeného vaziva. Také je nutné zmínit, že se zvyšující se zmasilostí odchází ke snížení šířky svalového vlákna. V praxi lze tedy říci, že zvířata s vyšší zmasilostí JUT, která mají více svaloviny, mají rovněž tenčí svalová vlákna a více vmezeřeného vaziva. Toto by mohlo znamenat, že zmasilejší zvířata, která jsou žádanější a mohou s sebou nést ve svalovině i více stromatických a hůře stravitelných bílkovin. Naopak méně zmasilá zvířata mohou mít svalovinu jemnější. K tomuto tvrzení je nutné uvést fakt, že zvířata méně zmasilá bývají více protučnělá a na JUT může být více nežádoucího loje a je nutno také brát v úvahu porážkový věk zvířat.

Dle výsledků naopak věk neovlivňuje množství vmezeřeného vaziva, ovšem neprůkazně. Standardně platí, že čím je zvíře poráženo ve vyšším věku, zhoršují se kulinářské a kvalitativní parametry masa.

Jeden z pozitivních výsledků je, že zvýšená tučnost JUT neznamena větší množství vmezeřeného vaziva. V praxi to znamená, že více tučný býk, nemusí mít zhoršenou kvalitu masa s horší stravitelností.

Při zhodnocení celkových poznatků z výsledků o vykrmených býcích Českého strakatého skotu platí obecný fakt, že dobře rostoucí zvířata poražená v nižším věku dosahují lepších kulinářských vlastností a konečné ekonomiky a zhodnocení (vezme li v potaz, že zvířata byla krmena přibližně stejně a měla stejné podmínky chovu). Nemusíme se však vyhrazovat masa býků s vyšším protučněním a výkrmu do vyšších porážkových hmotností, kde bychom se báli větších negativních vlivů na kvalitu masa. Tento efekt je možné nalézt u intenzivních masných plemen a jejich špičkových linií.

8 Seznam použité literatury

ASOCIACE CHOVATELŮ MASNÝCH PLEMEN RAPOTÍN, VÚCHS Rapotín a [redakční zpracování Marek BJELKA]. *Využití genetických metod ve šlechtění skotu na masnou užitkovost a její ovlivnění faktory prostředí: sborník příspěvků k semináři : Rapotín 2005*. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen, 2005. ISBN 80-903-1437-6.

BELÁK, Milan. *Veterinární histologie*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1990, 498 s. Veterinárstvo. ISBN 80-070-0249-9.

DELLER, Welsch. Unter Mitarb. von Thomas. *Lehrbuch Histologie*. 3. Aufl. München: Elsevier, Urban, 2010. ISBN 34-374-4431-X.

DOTY, D. M. a John C. PIERCE. *Beef Muscle Characteristic as Related to Carcass grade, Carcass weight and Degree of Aging*. United States department of agriculture, 1961.

EROSCHENKO, Victor P. a Mariano S. H. di. FIORE. *Di Fiore's atlas of histology with functional correlations*. 10th ed. /. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, c2005. ISBN 978-0781750219.

FILIPČÍK, Radek, Jan HOMOLA a Eliška DRAČKOVÁ. Kvalita hovězího masa býků českého strakatého skotu. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 2009, **12**(1), 18-20. ISSN SSN 1335-258X.

JAMBOR, Aleš. *Kvalita hovězího masa v závislosti na věku, porážkové hmotnosti a pohlaví*. Brno, 2007. Bakalářská práce. Mendelova univerzita. Vedoucí práce Jan Šubrt.

JENSEN, Werner K, Carrick DEVINE a Michael DIKEMAN. *Encyclopedia of meat sciences*. 1-4. Oxford [England]: Elsevier, 2004, 3 v. (xxxv, 1473 p.). ISBN 012464970X3.

JURDOVÁ, Marcela. *Vliv porážkové hmotnosti skotu na kvalitu hovězího masa*. Brno, 2012. Diplomová práce. Mendelova univerzita. Vedoucí práce Radek Filipčík.

L. CARLOS JUNQUEIRA, L. José Carneiro a [z angličtiny přeložil Richard JELÍNEK]. *Základy histologie*. 7. vyd., v ČR 1. Jinočany: H, 1997. ISBN 80-857-8737-7

MARTINI, Frederic, William C OBER a Edwin F BARTHOLOMEW. *Fundamentals of anatomy*. 5th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, c2001, xl, 1101 p.: ISBN 01-301-7292-8.

MURRAY, Robert K. *Harperova Biochemie*. 23. vyd., (4. české vyd.), v H & H 3. Jinočany: H & H, 2002. Lange medical book. ISBN 80-7319-013-3.

MARVAN, František. *Morfologie hospodářských zvířat*. Vyd. 3. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze v nakl. Brázda, 2003, 303 s., [4] s., xx s. obr. příl. ISBN 80-213-1172-X.

NAJBRT, Radim, Čeněk ČERVENÝ, Jiří KAMAN, Emil MIKYSKA a Oldřich ŠTRACHA. *Vaterinární anatomie 1*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1973. ISBN 07-097-80.

NĚMCOVÁ, Kateřina. *Vyhodnocení působnosti zvolených faktorů na sílu svalových vláken jatečných zvířat*. Brno, 2011. Disertační práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Prof. Ing. Jan Šubrt, CSc.

NĚMCOVÁ, K., J. ŠUBRT, R. FILIPČÍK a E. DRAČKOVÁ. *Změny průměru svalových vláken v závislosti na různých faktorech*. Brno, 2008. Dostupné z: http://mnet.mendelu.cz/mendelnet08agro/files/articles/zoo_nemcova.pdf

STARON, RS. Human skeletal muscle fiber types: delineation, development, and distribution. *Revue Canadienne de physiologie appliquée Canadian journal of applied physiology*. 1997, roč. 22, č. 4, s. 307-327. ISSN 1543-2718. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9263616?dopt=Abstract>

ŠUBRT, J., FILIPČÍK, R., SIMEONOVÁ, J., BJELKA, M., 2005: Faktory ovlivňující masnou užitkovost kříženců se specializovanými výkrmovými plemeny skotu, s. 22–42. In: Využití genetických metod ve šlechtění skotu na masnou užitkovost a její ovlivnění faktory prostředí, Asociace chovatelů masných plemen Rapotín, 91 s.

ŠUBRT J., FILIPČÍK R., SIMEONOVÁ J., BIELKA M., 2005: Faktory ovlivňující masnou užitkovost kříženců se specializovanými výkrmovými masnými plemeny skotu, s. 22 – 42. *Využití genetických metod ve šlechtění skotu na masnou užitkovost a její ovlivnění faktory prostředí: sborník příspěvků k semináři : Rapotín 2005*. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen, 2005. ISBN 80-903143-7-6.

TRNKA, M., OKROUHLÁ, M. (2007): Svalová vlákna – významný ukazatel kvality vepřového masa. In: *Náš chov*, Profi Press, s. r. o., 67, 11, s. 32 – 34, ISSN 0027-8068.

VAGNER, Roman. *Změny v kvalitě masa v závislosti na věku a hmotnosti skotu před porážkou*. Brno, 2008. Diplomová práce. Mendelova Univerzita. Vedoucí práce Jan Šubrt.

9 Seznam obrázků

Obr. 1 Zobrazení a popis jednotlivých druhů vmezeřeného vaziva.	10
Obr. 2 Zobrazení pomocných svalových ústrojí v ramenním kloubu u člověka.	12
Obr. 3 Zobrazení tří základních druhů svalové tkáně na podélném a příčném řezu.....	13
Obr. 4 Mikroskopie hladkého svalu ze stěny střeva.	14
Obr. 5 Mikroskopie srdečního svalu, zvětšeno 400x. Šipky označují interlekální disky.	15
Obr. 6 Zobrazení detailu myofibrily.	16
Obr. 7 Ukázka a porovnání typů svalových vláken.	19
Obr. 8 Technologická topografie jatečně upraveného těla.	20
Obr. 9 Ukázka snímků špatné kvality, kde se vyskytují vady preparátu.	27
Obr. 10 Ukázka snímků s dobrou kvalitou pro měření jednotlivých parametrů vlákna.	28
Obr. 11 Kontrast šířek svalového vlákna.	29
Obr. 12 Kontrast šířek vmezeřeného vaziva.	29
Obr. 13 Zachycení postupu měření elektronickým pravítkem.	30
Obr. 14 Zachycení postupu měření elektronickým pravítkem.	31
Obr. 15 Zachycení postupu měření množství vaziva elektronickým pravítkem.	33

10 Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Zastoupení vzorků jednotlivých kategorií dle klasifikace z jatek.....	35
Tabulka č. 2 Naměřené průměrné hodnoty u stanovených parametrů a druhů měření. .	36
Tabulka č. 3.....	37
Tabulka č. 4.....	38
Tabulka č. 5 Korelace všech měření mezi sebou.....	39
Tabulka č. 6 Výsledky lineárního modelu GLM, hodnoty uvedeny v μm	40
Tabulka č. 7 Výsledky lineárního modelu GLM	41
Tabulka č. 8.....	43

11 Seznam zkratek

JUT – jatečně upravené tělo

SEUROP-system subjektivního hodnocení zmasilosti JUT klasifikátorem.

Věk - věk poraženého zvířete ve dnech,

prepHm - přepočítaná hmotnost zvířete,

VAZIVO - šířka vmezeřeného vaziva,

pric 40- naměřená šířka svalového vlákna při zvětšení 40× na příčném řezu,

podel 40 - naměřená šířka svalového vlákna při zvětšení 40× na podélném řezu,

pric 100 - naměřená šířka svalového vlákna při zvětšení 100× na příčném řezu,

podel100 - naměřená šířka svalového vlákna při zvětšení 100× na podélném řezu,

svalvlakno - aritmetický průměr všech naměřených šířek,

y1podelne - průměr měření podélných řezů při zvětšení 40 x a 100 x na podélném řezu,

y2pric - průměr měření příčných řezů při zvětšení 40 x a 100 x na příčném řezu.

\bar{x} - aritmetický průměr,

s^2x - rozptyl,

sx - směrodatná odchylka,

$s\bar{x}$ - standardní chyba odhadu

12 Přílohy

Přílohová tabulka 1. Naměřené hodnoty šířky svalových vláken

vzorek	šířka vlákna		šířka vlákna x 100	
	příčně	podélně	Příčně	podélně
1	57,3	51,8	52,2	51,1
2	56,4	57,3	52,9	51,1
3	37,3	35,5	37,7	39,9
4	45,5	45,5	44,9	43,1
5	50	48,2	44,2	45,7
6	51,8	47,3	48,6	46,7
7	52,7	49,1	48,6	46,7
8	44,5	42,7	43,8	41,3
9	68,2	61,8	65,9	64,1
10	47,3	47,3	51,8	50,7
11	73,6	71,8	72,8	71
12	38,2	37,3	39,9	38
13	67,3	63,6	63,4	64,9
14	40,9	39,1	37	37,7
15	34,5	36,4	34,1	35,5
16	33,6	34,5	33	33,3
17	49,1	48,2	45,3	44,9
18	45,5	45,5	42,8	43,8
19	39,1	4,09	48,6	47,8
20	50,0	50	48,6	47,8
21	63,6	60,9	60,5	62
22	46,4	49,1	46,7	47,5
23	45,5	49,1	48,2	47,8
24	49,1	48,2	46,4	46
25	46,4	50	46,4	47,1
26	43,6	46,4	44,2	44,6
27	61,8	58,2	59,4	60,5
28	45,5	47,3	42,4	43,5
29	40,0	38,2	37	36,2
30	44,5	47,3	45,7	46,7
31	35,5	38,2	38,8	39,9
32	30,9	35,5	33,7	36,6
33	39,1	37,3	35,9	37,3
34	47,1	53,6	43,3	48,9
35	59,1	37,3	54,7	39,5
36	43,6	57,3	40,9	54
37	37,3	38,2	33,7	34,1
38	49,1	54,5	49,6	54,3
39	59,1	47,3	59,1	46,7
40	35,5	50	35,9	49,3
41	35,5	37,3	32,6	31,5
42	35,5	37,3	33	31,5
43	46,4	47,3	43,5	44,6
44	35,5	34,5	33	31,5
45	57,3	60,9	55,1	56,9
46	33,6	35,5	32,2	31,5
47	48,2	45,5	46	47,1
48	31,8	32,7	34,8	34,4
49	35,5	37,3	32,6	34,1
50	57,3	54,5	52,5	53,3
51	39,1	38,2	0	44,2
52	44,5	41,8	48,2	48,2
53	49,1	43,6	46,7	45,3
54	50,0	48,2	47,8	50
55	44,5	45,5	47,8	47,5
56	56,4	56,4	56,9	56,5
57	32,7	33,6	33,3	31,9
58	32,7	33,6	38	34,1
59	68,2	64,5	64,1	63,8
60	42,7	45,5	41,7	43,8

Přílohavá tabulka 2. Tabulka všech naměřených hodnot i s šířkou vaziva a údaji z jatek. Tato tabulka sloužila jako vstupní údaje do zpracování statistické analýzy

číslo vzorku	Modré číslo	Datum poráž.	věk	přep. Hm.	zmasilost	prostučnění	hm. JUT	vazivo	šířka vlákna 40 x zvětšení		šířka vlákna 100 x zvětšení	
									příčně	podélně	příčně	podélně
1	1	02.05.2013	738	790,1	4	2	434,1	10,1	57,3	51,8	52,2	51,1
2	2	02.05.2013	742	754,5	4	2	414,5	9,1	56,4	57,3	52,9	51,1
3	3	02.05.2013	712	838,3	4	2	460,6	11,6	37,3	35,5	37,7	39,9
4	4	02.05.2013	707	761,6	4	2	418,5	9,4	45,5	45,5	44,9	43,1
5	5	02.05.2013	713	808	4	2	443,9	15,2	50	48,2	44,2	45,7
6	6	02.05.2013	729	920,3	3	2	505,7	15,6	51,8	47,3	48,6	46,7
7	7	02.05.2013	737	868,6	3	2	477,3	10,9	52,7	49,1	48,6	46,7
8	8	02.05.2013	752	786,6	4	2	432,2	16,7	44,5	42,7	43,8	41,3
9	1	06.06.2013	737	900,7	4	3	494,9	9,1	68,2	61,8	65,9	64,1
10	2	06.06.2013	732	747,3	4	3	410,6	3,3	47,3	47,3	51,8	50,7
11	3	06.06.2013	733	808	4	2	443,9	2,9	73,6	71,8	72,8	71
12	4	06.06.2013	737	875,8	4	2	481,2	3,3	38,2	37,3	39,9	38
13	5	06.06.2013	724	763,4	4	2	419,4	3,6	67,3	63,6	63,4	64,9
14	6	06.06.2013	729	804,4	4	2	442	9,8	40,9	39,1	37	37,7
15	7	06.06.2013	742	847,2	4	2	465,5	10,1	34,5	36,4	34,1	35,5
16	1	12.06.2013	740	767	4	2	421,4	12,0	33,6	34,5	33	33,3
17	2	12.06.2013	708	847,2	4	2	465,5	10,5	49,1	48,2	45,3	44,9
18	3	12.06.2013	714	783	4	2	430,2	15,6	45,5	45,5	42,8	43,8
19	4	12.06.2013	740	816,9	4	2	448,8	19,2	39,1	4,09	48,6	47,8
20	5	12.06.2013	689	709,9	4	2	390	15,9	50,0	50	48,6	47,8
21	6	12.06.2013	727	888,2	4	2	488	15,9	63,6	60,9	60,5	62
22	7	12.06.2013	708	718,8	4	2	394,9	6,9	46,4	49,1	46,7	47,5
23	1	26.06.2013	729	1236	3	2	679,1	9,8	45,5	49,1	48,2	47,8
24	2	26.06.2013	703	759,8	4	2	417,5	10,9	49,1	48,2	46,4	46
25	3	26.06.2013	700	973,9	4	2	535,1	11,6	46,4	50	46,4	47,1
26	4	26.06.2013	739	874	4	2	480,2	14,9	43,6	46,4	44,2	44,6
27	5	26.06.2015	720	838,3	3	2	460,6	10,9	61,8	58,2	59,4	60,5
28	6	26.06.2013	739	834,7	4	2	458,6	4,7	45,5	47,3	42,4	43,5
29	1	02.08.2013	617	674,1	4	2	378,7	10,9	40,0	38,2	37	36,2
30	2	02.08.2013	610	604	4	2	339,3	14,5	44,5	47,3	45,7	46,7
31	3	02.08.2013	616	644,4	4	3	362	12,3	35,5	38,2	38,8	39,9
32	4	02.08.2013	609	583,7	5	2	327,9	10,5	30,9	35,5	33,7	36,6
33	5	02.08.2013	608	649,7	4	2	365	6,5	39,1	37,3	35,9	37,3
34	6	02.08.2013	616	484,2	5	2	272	6,2	47,1	53,6	43,3	48,9
35	7	02.08.2013	616	617,8	4	2	347,1	3,3	59,1	37,3	54,7	39,5
36	8	02.08.2013	608	573,5	5	2	322,2	17,4	43,6	57,3	40,9	54
37	9	02.08.2013	611	552,7	4	2	310,5	18,1	37,3	38,2	33,7	34,1
38	10	02.08.2013	612	649,9	4	2	365,1	8,3	49,1	54,5	49,6	54,3
39	11	02.08.2013	608	694,6	4	3	390,2	5,4	59,1	47,3	59,1	46,7
40	1	09.08.2013	612	721,1	4	2	405,1	9,8	35,5	50	35,9	49,3
41	2	09.08.2015	609	584,7	4	2	328,5	10,9	35,5	37,3	32,6	31,5
42	3	09.08.2015	611	623,5	4	2	350,3	15,2	35,5	37,3	33	31,5
43	4	09.08.2015	612	610,5	4	2	343	10,5	46,4	47,3	43,5	44,6
44	5	09.08.2013	609	701	4	3	393,8	5,8	35,5	34,5	33	31,5
45	6	09.08.2015	605	506,2	4	2	284,4	10,1	57,3	60,9	55,1	56,9
46	1	22.08.2013	611	624,1	4	2	350,6	9,8	33,6	35,5	32,2	31,5
47	2	22.08.2013	608	605,7	4	2	340,3	12,7	48,2	45,5	46	47,1
48	3	22.08.2015	611	651	4	2	365,7	9,1	31,8	32,7	34,8	34,4
49	4	22.08.2013	610	576,4	4	2	323,8	12,7	35,5	37,3	32,6	34,1
50	5	22.08.2013	608	696,7	4	3	391,4	7,6	57,3	54,5	52,5	53,3
51	6	22.08.2013	611	561,1	5	3	315,2	9,1	39,1	38,2	0	44,2
52	7	22.08.2013	610	685,1	4	3	384,9	10,1	44,5	41,8	48,2	48,2
53	8	22.08.2013	614	631,5	4	3	354,8	15,6	49,1	43,6	46,7	45,3
54	9	22.08.2013	610	573,2	5	3	322	5,8	50,0	48,2	47,8	50
55	1	30.08.2013	608	677,8	4	3	380,8	4,3	44,5	45,5	47,8	47,5
56	2	30.08.2013	615	698,1	3	3	392,2	1,4	56,4	56,4	56,9	56,5
57	3	30.08.2013	613	602,2	4	2	338,3	6,2	32,7	33,6	33,3	31,9
58	4	30.08.2013	607	599,7	4	2	336,9	15,2	32,7	33,6	38	34,1
59	5	30.08.2013	611	751,9	3	3	422,4	3,6	68,2	64,5	64,1	63,8
60	6	30.08.2013	615	603,6	4	3	339,1	4,3	42,7	45,5	41,7	43,8

