

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**

---



**Sledování jakosti hovězího masa během zrání**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*

Ing. Miroslav Jůzl, Ph.D

*Vypracovala:*

Bc. Monika Kavanová

---

Brno 2016

## ZADÁNÍ PRÁCE

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji panu Ing. Miroslavu Jůzlovi, PhD. za odborné vedení, vstřícnost a cenné rady i připomínky v průběhu zpracování diplomové práce. Dále děkuji rodině a blízkým za podporu a trpělivost v průběhu celého studia.

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Sledování jakosti hovězího masa během zrání 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

## ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na sledování jakosti v průběhu zrání hovězího masa. V literárním přehledu jsou definovány pojmy hovězí maso a jakost, dále je uvedena spotřeba hovězího masa, popsáno jeho složení a vlastnosti. Následuje výčet faktorů, které jakost hovězího masa ovlivňují. Faktory jsou rozděleny na intravitální a postmortální. Hluběji jsou popsány postmortální procesy, doplněné o možnosti a následky jejich abnormálního průběhu a další jakostní vady. Praktická část práce je věnována porovnání vybraných parametrů masa jalovic ( $n = 6$ ) masného plemene Aberdeen Angus (AA) a kombinovaného plemene České strakaté (SŠ). Ve výsekových částech *Musculus longissimus dorsi* (nízký roštěnec - NR) a *Musculus adductores* (svrchní šál - SŠ) byly po dobu osmi týdnů zrání ve vakuu (1-2 °C) sledovány parametry pH, elektrická vodivost a barva. Barva byla měřena spektrofotricky s využitím barevného prostoru CIELAB.

**Klíčová slova:** hovězí maso, jakost, pH, CIELAB, elektrická vodivost

## ABSTRACT

The diploma thesis is dealing with the monitoring of quality of beef meat during the process of ageing. In the literary overview the terms “beef meat“ and “quality“ are defined, the consumption of beef meat is stated and the composition and attributes of the beef meat are described. The list of factors that influence the quality of beef meat follows. The factors are divided into intravital and postmortal. The postmortal processes are described more thoroughly; the possibilities and consequences of their abnormal progress and other quality defects are added. The practical part of the thesis is devoted to the comparison of chosen parameters of heifer meat ( $n = 6$ ) of the Aberdeen Angus breed (AA) and Czech Fleckvieh breed (CS). In the cut-out parts *Musculus longissimus dorsi* (NR) and *Musculus adductores* (SŠ) the parameters of pH, electrical conductivity and color were observed for eight weeks of aging in the vacuum (1-2 °C). The color was measured spectrophotometrically with the application of the CIELAB color space.

**Key words:** beef, quality, pH, CIELAB, electrical conductivity

## OBSAH

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | Úvod .....  | 8  |
| 2       | Cíl .....   | 9  |
| 3       | Literární přehled .....                                     | 10 |
| 3.1     | Definice hovězího masa .....                                | 10 |
| 3.2     | Spotřeba hovězího masa v České republice.....               | 10 |
| 3.3     | Chemické složení a výživová hodnota hovězího masa .....     | 11 |
| 3.3.1   | Bílkoviny .....   | 12 |
| 3.3.2   | Lipidy .....  | 12 |
| 3.3.3   | Vitamíny .....  | 13 |
| 3.3.4   | Mínérální látky.....  | 13 |
| 3.3.5   | Extraktivní látky.....                                      | 13 |
| 3.4     | Jakost hovězího masa .....                                  | 14 |
| 3.5     | Vybrané vlastnosti hovězího masa .....                      | 15 |
| 3.5.1   | Barva .....   | 15 |
| 3.5.2   | Vaznost.....  | 16 |
| 3.5.3   | Textura.....  | 17 |
| 3.6     | Intravitální faktory ovlivňující jakost hovězího masa ..... | 17 |
| 3.6.1   | Plemeno a užitkový typ .....                                | 18 |
| 3.6.1.1 | Charakteristika vybraných plemen skotu .....                | 19 |
| 3.6.2   | Pohlaví a kastrace.....                                     | 20 |
| 3.6.3   | Věk .....   | 21 |
| 3.6.4   | Chov a výživa .....   | 22 |
| 3.6.5   | Zdravotní stav .....  | 23 |
| 3.6.6   | Předporážkové manipulace .....                              | 24 |
| 3.6.7   | Přeprava.....   | 24 |
| 3.6.8   | Předporážkové ustájení a ošetření.....                      | 25 |
| 3.6.9   | Porážka .....   | 26 |
| 3.6.9.1 | Omračování .....  | 26 |
| 3.6.9.2 | Vykrvování .....  | 27 |
| 3.7     | Postmortální faktory ovlivňující jakost hovězího masa ..... | 28 |
| 3.7.1   | Vnější jatečné opracování.....                              | 28 |
| 3.7.2   | Vnitřní jatečné opracování.....                             | 28 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.7.3   | Chlazení a chladírenské skladování .....   | 30 |
| 3.7.4   | Postmortální změny.....  | 30 |
| 3.7.4.1 | Prae-rigor mortis .....  | 31 |
| 3.7.4.2 | Rigor mortis .....   | 32 |
| 3.7.4.3 | Zrání masa .....   | 33 |
| 3.7.4.4 | Hluboká autolýza .....   | 34 |
| 3.7.4.5 | Mikrobiální proteolýza .....   | 34 |
| 3.7.5   | Abnormální průběh postmortálních změn .....  | 35 |
| 3.7.5.1 | Jakostní odchylka DFD .....  | 35 |
| 3.7.5.2 | Jakostní odchylka PSE .....  | 37 |
| 3.7.5.3 | Cold shortening.....   | 38 |
| 3.7.6   | Bourání.....   | 39 |
| 3.7.7   | Mrazení a mrazírenské skladování.....  | 39 |
| 4       | Materiál a metodika .....  | 41 |
| 4.1     | Materiál.....  | 41 |
| 4.2     | Metodika.....  | 43 |
| 4.2.1   | Sledované parametry .....  | 45 |
| 4.3     | Statistické zpracování dat .....   | 49 |
| 5       | Výsledky a diskuze.....  | 50 |
| 5.1     | Porovnání jatečné výtěžnosti v závislosti na plemeni.....                                | 50 |
| 5.2     | Porovnání vývoje hodnot pH v čase v závislosti na plemeni a svalu.....                   | 51 |
| 5.3     | Porovnání vývoje hodnot elektrické vodivosti v čase v závislosti na plemeni a svalu..... | 52 |
| 5.4     | Porovnání vývoje hodnot barvy v čase v závislosti na plemeni a svalu.....                | 54 |
| 5.4.1   | Vývoj hodnot L* .....  | 55 |
| 5.4.2   | Vývoj hodnot a*.....   | 56 |
| 5.4.3   | Vývoj hodnot b* .....  | 58 |
| 5.4.4   | Změna barvy $\Delta E^*$ .....   | 59 |
| 6       | Závěr .....  | 62 |
| 7       | Seznam použité literatury a pramernů .....   | 63 |
| 8       | Seznam tabulek.....  | 78 |
| 9       | Seznam obrázků .....   | 79 |
| 10      | Seznam zkratek.....  | 80 |

# 1 ÚVOD

Maso je z nutričního hlediska vysoce hodnotná potravina, zejména díky vysokému obsahu plnohodnotných bílkovin, vitamínů skupiny B a řady minerálních látek. Hovězí maso je navíc ceněno pro obsah zinku a jeho libové části lze zařadit mezi nízkotučné potraviny.

V produkci hovězího masa je Česká republika soběstačná a patří k jeho čistým vývozcům (Abramahová a Bludný, 2013). Hovězího maso je v České republice třetím nejkonzumovanějším masem, jeho spotřeba od roku 1987 do 2013 klesala, v roce 2014 se mírně zvýšila (ČSÚ, 2015). Jedním z hlavních důvodů poklesu spotřeby a nízké oblíbenosti je jeho nestálá kvalita. Mezi další faktory ovlivňující spotřebu masa lze zařadit výskyt nemocí typu BSE nebo SLAK, a dále náboženské vyznání, které má však na celkovou spotřebu hovězího masa v České republice neznatelný vliv.

Jakost hovězího masa ovlivňuje řada faktorů. Základní vliv má plemeno, resp. užitkový typ, dále pohlaví, věk a porážková hmotnost jatečných zvířat. Vhodný výběr těchto parametrů však nezaručí výsledný jakostní produkt. Kvalita masa je úzce spjata s průběhem postmortálních změn, během kterých se svalovina stává masem. Správný průběh postmortálních změn nezávisí pouze na podmínkách, za kterých probíhá. Průběh těchto procesů je ovlivněn již před porážkou během předporážkových manipulací. V těchto chvílích působí na jatečná zvířata celá řada stresorů, které mohou vést k výskytu myopatií, v krajním případě až ke smrti. Při nesprávném zacházení se zvířaty dochází vedle zranění také k jejich vyčerpání, jehož následkem může být předběžné vyčerpání svalového glykogenu. V případě vyčerpání glykogenu před porážkou nedojde následně k potřebnému okyselení svalů, a tím k nejakostnímu produktu s odchylkou DFD. Pozitivem v tomto směru je neustálé zvyšování pozornosti k welfare zvířat v průběhu chovu i během předporážkových manipulací.

Významným faktorem ovlivňujícím jakost hovězího masa je zrání. Diplomová práce je zaměřena právě na proces zrání, během něhož se po dobu osmi týdnů sledují vybrané jakostní parametry.

Dlouhá doba potřebná pro dostatečné vyzrání hovězího masa je ekonomicky a prostorově velmi náročná, což se následně projevuje na jeho ceně. V důsledku tak bývá často na trh uváděno nevyzrálé maso s neuspokojivými sensorickými i kulinárními vlastnostmi.



## 2 CÍL

V literární části diplomové práce bylo cílem vypracovat rešerši k jakosti hovězího masa. Popsat jatečné opracování, zaměřit se na problematiku jakostních odchylek od standardu a shrnout jejich význam pro spotřebitele a zpracovatele.

Cílem experimentální části bylo po dobu osmi týdnů sledovat vývoj hodnot pH, elektrické vodivosti a barvy vakuově baleného masa. Konkrétně v nízkém roštěnci (*Musculus longissimus dorsi*) a svrchním šálu (*Musculus adductores*) jalovic plemen Aberdeen Angus a České strakaté.

Naměřené hodnoty byly následně statisticky zpracovány a vyhodnoceny.

### **3 LITERÁRNÍ PŘEHLED**

#### **3.1 Definice hovězího masa**

Hovězím masem se rozumí maso mladého skotu, mladého býka, býka, volka, jalovice a krávy (Vyhláška č. 264/2003 Sb., v platném znění). Získává se z jatečných zvířat, které jsou definována jako hospodářská zvířata určená k porážce a jatečnému zpracování a jejichž maso je určeno k výživě lidí (Zákon č. 166/1999 Sb., v platném znění).

Maso z telat se nazývá telecí. Teletem se rozumí těla zvířat bez ohledu na pohlaví s přejímací hmotností jatečně opracovaného těla do 160 kg a ve věku zvířat 1 až 7 měsíců, mladým skotem zvířata samčího i samičího pohlaví s přejímací hmotností jatečně opracovaného těla nad 160 kg a ve věku od 8 do 12 měsíců včetně, mladým býkem nekastrovaná zvířata samčího pohlaví starší než 12 měsíců a do 24 měsíců včetně, býkem nekastrovaná zvířata samčího pohlaví ve věku od 9 měsíců, volkem kastrováná zvířata samčího pohlaví starší než 12 měsíců, jalovicí neotelená zvířata samičího pohlaví starší 7 měsíců a krávou zvířata samičího pohlaví, která se již otelila (Vyhláška č. 264/2003 Sb., v platném znění).

#### **3.2 Spotřeba hovězího masa v České republice**

Celková spotřeba masa v České republice byla v roce 2014 75,9 kg/os/rok. Spotřeba hovězího masa se oproti roku 2013, kdy byla nejnižší v historii, v roce 2014 mírně zvýšila ze 7,6 na 8,2 kg/os/rok. Nejvyšší spotřeba hovězího masa byla zaznamenána v roce 1987, a to 30,7 kg/os/rok. Hovězí maso je v naší zemi 3. nejvíce konzumovaným masem. V roce 1948 byla jeho spotřeba rovna spotřebě vepřového, která ji od té doby převyšuje. Od roku 1988 je převýšena i spotřebou masa drůbežního. Nejvýraznější pokles byl zaznamenán v letech 1990-1991, a to z 28,0 na 22,4 kg/os/rok (ČSÚ, 2008; 2015).

Příčinou poklesu spotřeby masa je kombinace několika faktorů. Jedná se především o cenu a nevyrovnanou kvalitu. Dalšími důvody jsou nedostatečná informovanost spotřebitelů o zacházení s masem a vhodné kulinární úpravě jednotlivých svalových partií. Ke zvýšení zájmu spotřebitelů může vést informovanost

o původu, chovu, výživě zvířat a zacházení s nimi (Bureš a Bartoň, 2012). Abrahamová a Vaněk (2007) uvádějí, že hlavní příčinnou nízké spotřeby hovězího masa není jen snížení spotřeby výsekového, ale především masa určeného ke zpracování do výrobků, které je nahrazováno levnějším drůbežím masem. To konkuruje nejen nízkou cenou, ale spotřebitel jej volí i z důvodu snadnější kulinární úpravy a změny výživového trendu.

### 3.3 Chemické složení a výživová hodnota hovězího masa

Chemické složení je významnou jakostní charakteristikou masa, nicméně je prakticky nemožné je obecně jednoznačně stanovit (Steinhauserová a Steinhauser, 2000).

Obsah základních složek je variabilní a liší se nejen mezi druhy, plemeny nebo pohlavím zvířat, ale také mezi jednotlivými svaly (Ingr, 2003b), viz tab. 1. Závisí také na dalších faktorech, jako je věk, způsob výkrmu a složení krmiv nebo roční období (Pipek, 1991). Ovlivňuje je řada intravitálních vlivů ve svalu i průběh biochemických reakcí přeměňujících sval v maso (Steinhauserová a Steinhauser, 2000).

*Tab. 1 Porovnání rozdílu ve složení masa mezi různými druhy hospodářských zvířat a jednotlivými svalovými partiemi (%) (upraveno podle Pipka a Poura, 1998)*

| Maso                   | Voda         | Bílkoviny    | Tuky       | Minerální látky | Federovo číslo |
|------------------------|--------------|--------------|------------|-----------------|----------------|
| <b>Čistá svalovina</b> | <b>70-75</b> | <b>18-22</b> | <b>1-3</b> | <b>1-1,5</b>    | <b>3,65</b>    |
| <b>Vepřové maso</b>    |              |              |            |                 |                |
| Kýta                   | 53           | 15,2         | 31         | 0,8             | 3,5            |
| Pečeně                 | 58           | 16,4         | 25         | 0,9             | 3,5            |
| Plec                   | 49           | 13,5         | 37         | 0,7             | 3,6            |
| Bůček                  | 34           | 7,1          | 56         | 0,5             | 4,79           |
| <b>Hovězí maso</b>     |              |              |            |                 |                |
| Plec                   | 70,03        | 21,48        | 6,95       | 0,99            | 3,68           |
| Kýta                   | 73,43        | 20,25        | 5,04       | 1,10            | 3,63           |
| Svíčková               | 71,98        | 19,36        | 7,43       | 1,06            | 3,72           |
| Roštěnec               | 67,77        | 20,64        | 1,31       | 1,01            | 3,28           |
| Krk                    | 72,36        | 21,15        | 5,55       | 1,03            | 3,42           |
| Kližka                 | 70,85        | 21,69        | 6,68       | 1,02            | 3,27           |
| Žebro                  | 65,04        | 19,87        | 11,97      | 0,95            | 3,37           |
| Bok                    | 67,62        | 20,83        | 10,41      | 1,00            | 3,25           |
| <b>Telecí maso</b>     | <b>73,8</b>  | <b>21,8</b>  | <b>3,8</b> | <b>0,9</b>      | <b>3,39</b>    |

### 3.3.1 Bílkoviny

Jakost masa a následně masných výrobků je charakterizována obsahem čistých svalových bílkovin, tedy myofibrilárních a sarkoplazmatických. Významnými zástupci sarkoplazmatických bílkovin jsou barviva hemoglobin a myoglobin, která se podílí na barvě masa (Steinhauserová a Steinhauser, 2000).

Myofibrilární bílkoviny tvoří více než 50 % všech bílkovin (Kameník a Steinhauser, 2011). Jejich hlavními zástupci jsou aktin a myosin, ty tvoří aktinomyosinový komplex v době posmrtného ztuhnutí. Myofibrilární bílkoviny mají značný vliv za vaznost, průběh postmortálních změn, jsou zodpovědné za vlastnosti masa a svalovou kontrakci (Ingr, 2004).

Stromatické bílkoviny se nachází zejména v pojivových tkáních, z důvodu absence tryptofanu nejsou považovány za plnohodnotné (Steinhauserová a Steinhauser, 2000).

### 3.3.2 Lipidy

Přibližně 99 % lipidů (tuků) masa je tvořeno triacylglyceroly, zbylé 1 % zastupují fosfolipidy, dále steroly, lipochromy, lipolytické vitamíny a další doprovodné látky. V hovězím tuku se ukládají karoteny, které jej zbarvují do žluta (Pipek, 1991).

Obsah tuku v mase je variabilní. Libové části obsahují 1-6 %, tučné 15-25 % tuku (Steinhauser a Steinhauserová, 2000). Tuk v těle zvířat se dělí na intramuskulární a depotní. Intramuskulární tuk tvoří takzvané mramorování, patrné jako bílá žilková kresba na řezu masa. Mramorování je významný jakostní znak a maso, u něhož je vyvinuté, je především pro chuť a křehkost konzumenty více ceněno než maso libové. Depotní tuk tvoří samotnou tukovou tkáň (Pipek, 2012).

Tuk je zdrojem mastných kyselin. Z výživového hlediska je živočišným tukům vytýkána obsah SFA, které zastupují téměř 50 % všech obsažených mastných kyselin. Nicméně je také zdrojem některých PUFA n-3 a CLA, kterým je přikládána řada příznivých účinků na lidské zdraví (Bartoň et al., 2009). Kameník a Steinhauser (2011) uvádí, že tuk pastevně odchovaného skotu obsahuje až pětinasobně více CLA než jedinců krměných jádrem a siláží. Young et al. (2013) uvádí obsah CLA v hovězím mase v rozmezí 1-14 mg.g<sup>-1</sup> v závislosti na výživě.

Tuk je nositelem chuti, zodpovídají za ni převážně aminokyseliny, především kyselina glutamová, dále se uplatňují purinové báze, nukleotidy a nukleosidy. Maso s vyšším obsahem tuku je spotřebiteli sensoricky lépe hodnoceno (Cunningham, 2005).

### **3.3.3 Vitamíny**

V mase jsou zastoupeny především vitamíny skupiny B. Významný je obsah vitamínu B<sub>12</sub>, maso kryje jeho celkový příjem asi ze 70 %. Příjem masa dále pokrývá asi čtvrtinu celkového příjmu vitamínů B<sub>1</sub> a B<sub>2</sub> a téměř polovinu niacinu (Kameník a Steinhauser, 2011). V tukové tkáni jsou obsaženy lipolytické vitamíny A, D a E (Pipek, 1991).

### **3.3.4 Minerální látky**

Asi jednu třetinu celkového množství minerálních látek zastupuje draslík a přibližně čtvrtinu fosfor a síra. Dále je zastoupen hořčík, vápník, železo, kobalt, měď, zinek a mangan. Zbytek tvoří minerály nacházející se ve stopových množstvích, například nikl (Fowler a Lawrence, 2002). Z hlediska obsahu a především využitelnosti je maso nejlepším zdrojem železa. V hovězím a telecím mase je navíc vyšší obsah zinku (Kameník a Steinhauser, 2011).

### **3.3.5 Extraktivní látky**

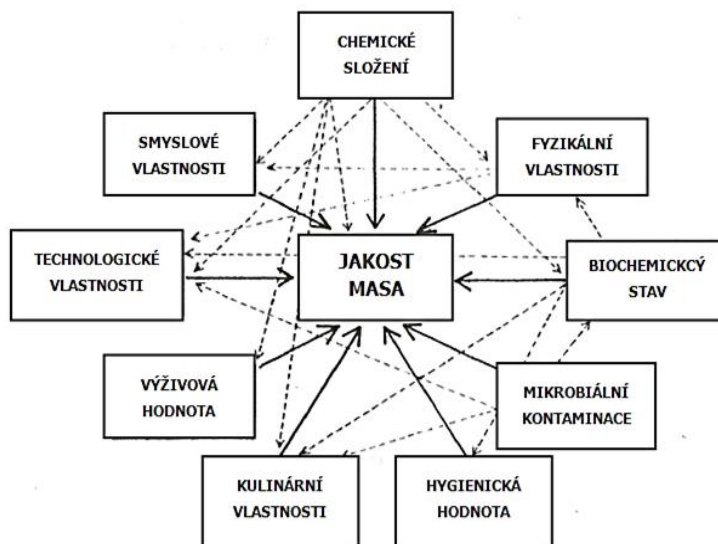
Extraktivní látky tvoří nesourodou skupinu, kam patří sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté extraktivní látky. Jejich obsah v mase je nízký, ale většina z nich má vliv na pach a chuť masa (Pipek a Pour, 1998).

Obsah sacharidů v mase dosahuje asi 0,5-1 % (Vlková et al., 2009). Významný je obsah glykogenu, který je důležitým energetickým zdrojem ve svalech. Jeho množství v okamžiku porážky je přímo úměrné hloubce okyselení tkáně, čímž má vliv na údržnost a vaznost masa (Pipek a Pour, 1998). Glykogen zastupuje 50-87 % všech sacharidů obsažených v mase (Lawrence a Fowler, 2002).

### 3.4 Jakost hovězího masa

Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích v platném znění definuje jakost jako soubor charakteristických vlastností jednotlivých druhů, skupin a podskupin potravin a tabákových výrobků, jejichž limity jsou stanoveny tímto zákonem, prováděcím právním předpisem anebo přímo použitelným předpisem Evropské unie.

Celková jakost masa je dána souhrnem jakostních charakteristik, které jsou ve vzájemné interakci, viz obr. 1. Tyto charakteristiky jsou tvořeny jakostním znaky (Ingr, 2003b).



Obr. 1 Interakce devíti jakostních charakteristik jakosti masa (Ingr, 2003b)

Jakost masa závisí na organoleptických vlastnostech (barva, textura, chuť či šťavnatost), které souvisí s charakteristikami anatomickými, zootechnickými (plemeno, věk, pohlaví, chov, krmení) a technologickými (Huidobro et al., 2003).

Mansón et al. (2004) zmiňuje, že důležitým faktorem ovlivňujícím jakost masa jsou také skladovací a teplotní podmínky.

Hui (2007) nahlíží na kvalitu z několika směrů, a to z pohledu zdravotní nezávadnosti, technologických vlastností a požadavku spotřebitelů. Dle Voříškové et al. (2012) hodnotí spotřebitelé kvalitu masa zejména ze sensorického hlediska (barva, vůně, chuť, texturní vlastnosti), dále je pro ně významným kritériem nutriční hodnota a bezpečnost masa.

### 3.5 Vybrané vlastnosti hovězího masa

Mezi základní vlastnosti masa patří barva, vaznost, křehkost a chutnost. Tyto vlastnosti jsou ovlivněny stavbou a chemickým složením svalu (Pipek, 2012). Jednou z nejvýznamnějších proměnných působících na řadu vlastností je hodnota pH. Rychlost a hloubka jejího poklesu ve svalu post-mortem má klíčový vliv na vlastnosti masa. Ovlivňuje vlastnosti proteinů svalového vlákna, což se následně projeví na barvě, vaznosti i křehkosti masa (Kameník, 2015).

#### 3.5.1 Barva

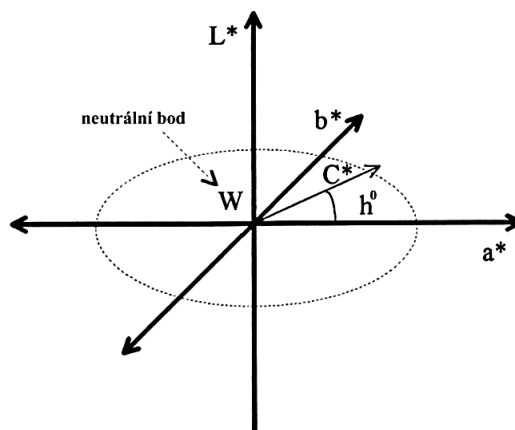
Barva masa je dána obsahem myoglobinu a jeho oxidačně-redukčním stavem. Ve výsledku je určena podílem deoxymyoglobinu, oxymyoglobinu a metmyoglobinu (Braden, 2013). Obsah myoglobinu se liší mezi jednotlivými druhy zvířat, plemeny i svaly. Je ovlivněn stářím, fyziologickými nároky svalu, stupněm mramorování, způsobem chovu a výživou hospodářských zvířat (Troy a Kerry, 2010). Na barvu vliv také teplota, obsah vody v mase a vliv okolního světla (Dračková et al., 2015).

Barva je jedním z nejvýznamnějších faktorů rozhodujících o koupi a konzumaci potravin. Barva pozorována lidským okem a následně interpretovaná mozkiem je výsledkem fyzikální interakce světla a masa, je vnímána individuálně. Barvu definují 3 základní znaky: odstín, jas a sytost. Odstín je vlastností, s jejíž pomocí se od sebe rozlišují jednotlivé barvy. Jas popisuje vlastnost barvy podle měřítka „tmavá-světlá“ a sytost vlastnosti barvy ve smyslu přechodu od slabého odstínu k živému, a to při stále hodnotě jasu.

Objektivně lze barvu hodnotit s použitím barevných standardů, měřením reflektanční spektrofotometrií, pomocí videoanalýzy nebo NIR spektroskopie.

Jedním z nepoužívanějších barevných prostorů pro měření barvy je prostor CIELAB. Barva je definována jako bod v trojrozměrném prostoru pomocí souřadnic  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (Saláková, 2012). Měrná světlost  $L^*$  nabývá hodnot v intervalu 0 (černá) až 100 (bílá). Osa  $a^*$  probíhá od barvy zelené k červené, osa  $b^*$  od barvy modré ke žluté. Z chromatických souřadnic  $a^*$ ,  $b^*$  lze dopočítat tzv. intuitivní veličiny, jež odpovídají lidskému pojetí tvorby barev. Jedná se o měrnou čistotu *chroma*  $C^*_{ab}$  (sytost) a měrný

úhel barevného tónu  $hue\ h^{\circ}_{ab}$  (odstín). Z hodnot  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  a  $\Delta b^*$  lze dopočítat měrnou barevnou odchylku  $\Delta E^*_{ab}$  (Zmeškal et al., 2002), viz obr. 2.



Obr. 2 Pravoúhlé a cylindrické souřadnice v prostoru CIELAB (Vik, 1995)

### 3.5.2 Vaznost

Vaznost je definována jako schopnost masa vázat vodu v něm přirozeně obsaženou a zároveň přijímat a držet vodu přidanou, a to i po tepelném opracování. Saláková a Bořilová (2014) uvádí, že vaznost významně ovlivňuje hodnota pH, teplota masa a stádium postmortálních změn. Dále stupeň rozmělnění, obsah soli, polyfosfátů a cizích bílkovin. Vliv na vaznost má také podíl svalové tkáně a podíl plazmatických a kolagenních bílkovin (Ingr, 2003b).

Vaznost je stěžejní vlastností z pohledu technologického i sensorického. Maso, které vodu udrží je šťavnaté a má plnou chuť. Naopak maso, které vodu ztrácí, je nevzhledné, při tepelné úpravě dochází ke ztrátám vody i rozpustných extraktivních látek, důležitých ze sensorického i nutričního pohledu (Pipek, 2014). Myoglobin je rozpustný ve vodě, při nadměrné ztrátě masné šťávy dochází k zesvětlení barvy (Apple a Yancey, 2013).

Metody pro zjištění přítomnosti volné vody jsou založené na stanovení ztrát masové šťávy samovolným odkapem a volné vody kompresní metodou (Nápravníková, 2001). Stanovení schopnosti vázat přidanou vodu se zjišťuje v homogenizovaném mase s přidávkem soli, a to i po jeho tepelné úpravě (Saláková a Bořilová, 2014).



### 3.5.3 Textura

Texturou se rozumí všechny mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti výrobku, vnímatelné prostřednictvím mechanických, dotykových, případně zrakových a sluchových receptorů. Mechanické vlastnosti se dělí na 5 základních charakteristik: tvrdost, soudržnost, viskozitu, pružnost a přilnavost (ČSN ISO 10036, 1997).

Texturu lze hodnotit senzoryckými nebo instrumentálními metodami. Lze využít i nepřímých metod, kdy se stanoví například obsah kolagenu. Nejběžnějšími instrumentálními metodami jsou Warner-Bratzlerovo hodnocení střížné síly a Analýza texturního profilu (TPA), při níž jsou simulovány podmínky blízké žvýkání. Starší metodou je penetrometrie, založená na hloubce průniku sondy skrz materiál a síle k tomu potřebné. V budoucnu lze očekávat rozvoj rychlejších, přesnějších, nedestruktivních metod (Saláková, 2012).

Frylinck et al. (2015) uvádí, že pro konzumenty je nejdůležitější vlastností masa křehkost, následuje šťavnatost a chuť. Hannula a Puolanne (2004) jmenují čtyři základní faktory, které křehkost ovlivňují, jsou to obsah pojivové tkáně, mramorování, svalové zkrácení a zrání masa. Dle Kameníka et al. (2014) delší doba uchování masa pozitivně ovlivňuje křehkost a aroma, ale negativně šťavnatost a barvu masa.

## 3.6 Intravitální faktory ovlivňující jakost hovězího masa

Mezi intravitální jsou řazeny ty vlivy na jakost masa, které na jatečné zvíře působí během jeho života. Mikulík a Pipek (1995) je dělí na genetické predispozice, okolnosti chovu a předporážkovou manipulaci s jatečnými zvířaty.

Stále více spotřebitelů se zajímá o to, jak je maso produkováno, zejména ve vztahu k welfare zvířat a přirozeným podmínkám chovu. Zda jsou zvířata chována, přepravována a porážena za co nejhumánnějších podmínek (Troy a Kerry 2010). Ochrana zvířat je zakotvena v celé řadě právních předpisů. V České republice je základním právním předpisem Zákon č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání.

### 3.6.1 Plemeno a užitkový typ

Plemenná příslušnost patří mezi významné faktory ovlivňující jakost výsledného produktu. Plemeno a porážková hmotnost ovlivňuje parametry jatečně upraveného těla a jakosti masa v několika směrech. Ovlivňuje vlastnosti a strukturu svalu, fyziologii masa, což následně ovlivňuje chlazení jatečně upraveného těla, rychlost glykolýzy, změny pH a celý proces přeměny svalu v maso (Sañudo et al., 2004).

Pro produkci masa jsou nejméně vhodná plemena mléčného užitkového typu, která mají v důsledku šlechtění na vysokou produkci mléka menší jatečnou výtěžnost a nízkou spotřebitelskou kvalitu (Ingr, 2000a).

Bureš a Bartoň (2012) uvádí, že přibližně jednu třetinu struktury populace chovu v České republice zaujímá mléčný Holštýnský skot, druhou třetinu kombinovaný Český strakatý skot. Poslední třetinu zastupuje skupina masných plemen. Tato skupina je z pohledu složení jatečného těla i kulinární úpravy nesourodá. Z hlediska původu jsou jedinci plemen s podílem krve britských plemen, například Aberdeen angus, poráženy v nižších porážkových hmotnostech, maso z nich získané má charakteristické výraznější mramorování. Naopak kontinentální plemena, u kterých dochází k menšímu ukládání tuku, lze vykrmovat do vyšších porážkových hmotností, vyznačují se vyšší jatečnou výtěžností.

Z pohledu velikosti se dělí na plemena malého, středního a velkého tělesného rámce. Plemena velkého tělesného rámce lze vykrmovat do vyšších porážkových hmotností, aniž by docházelo k nadměrnému ukládání tuku (Bureš a Bartoň, 2000).

Abrahamová a Bludný (2013) uvádějí, že v České republice jsou z masných plemen nejvíce zastoupena plemena Charolais, Aberdeen Angus, Limousine a jejich kříženci. Tato plemena zastupují více než 70 % celkového počtu u nás chovaných masných plemen.

Skot s kombinovanou užitkovostí produkuje zároveň mléko i maso vysokých kvalitativních parametrů výsledného produktu (Voříšková et al., 2012). Na domácím trhu zaujímá významný podíl Český strakatý skot, jenž je využíván k užitkovému křížení s masnými plemeny pro zvýšení efektivity výkrmu jatečných zvířat a produkce hovězího masa (Dračková et al., 2015). Na celkových stavech skotu v ČR se podílí v současné době přibližně jednou polovinou (Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2008).

Poslední uveřejněný početní stav vybraných plemen skotu v ČR je uveden v tab. 2.

Tab. 2 Početní stav vybraných plemen a kříženců skotu v ČR k 1. 1. 2015 (ks)  
(zpracováno dle Kvapilík et al., 2015)

| Plemeno (100% podíl krve plemene)   | Kategorie |         | Celkem  |
|-------------------------------------|-----------|---------|---------|
|                                     | Býci      | Krávy   |         |
| České strakaté                      | 81 214    | 186 839 | 268 053 |
| Aberdeen angus                      | 4 193     | 11 530  | 15 723  |
| Charolais                           | 4 086     | 13 867  | 17 953  |
| Limousine                           | 2 425     | 5 120   | 7 545   |
| Masný Simentál                      | 6 435     | 17 682  | 24 120  |
| <b>Plemeno a kříženci</b>           |           |         |         |
| Kříženci masných plemen             | 4 981     | 20 053  | 25 034  |
| Kříženci masných s Českým strakatým | 44 327    | 148 468 | 192 795 |

### 3.6.1.1 Charakteristika vybraných plemen skotu

**Český strakatý skot** je plemeno s kombinovanou užitkovostí. Má střední až větší tělesný rámec, dobré osvalení, harmonický zevnějšek. Hmotnost býků se pohybuje kolem 1150 kg, krav kolem 700 kg (Sambraus, 2006). Masnou užitkovost charakterizuje průměrný denní přírůstek nad 1300 g v intenzivním výkrmu býků a jatečná výtěžnost nad 58 % (Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2008).

**Aberdeen Angus** je masné plemeno, geneticky bezrohé s plášťově černým nebo červených zbarvením (Zahrádková, 2009). Má střední tělesný rámec, hluboký a široký hrudník a krátké končetiny (ČSCHMS, 2006). Denní přírůstek býků dosahuje přibližně 1400 g. Od živé hmotnosti 350 kg dochází k silnějšímu ukládání tuku (Sambraus, 2006). Jatečná výtěžnost se pohybuje kolem 61 %, u vykrmených býčků, dosahuje 65-70 %. Vzhledem k jemné kostře obsahuje nízký podíl kostí v jatečně opracovaném těle (14 - 16 %). Maso je chutné, mramorované, jemně vláknité, křehké, šťavnaté, specifické chuti. Slabinou plemene je vysoká ranost způsobující časné ukládání tuku u vykrmovaných zvířat (ČSCHMS, 2006; Chládek a Kučera, 2006). Typická je žlutá barva tuku (Sambraus, 2006).

**Charolais** patří do skupiny masných plemen velkého tělesného rámce, charakterizuje jej silná kostra a výrazné osvalení. Vyznačuje se velmi dobrou výkrmností, jatečnou hodnotou, nízkým podílem tuku (Chládek a Kučera, 2006). Plemeno je vhodné pro výkrm do vysoké hmotnosti (Sambraus, 2006). Charakteristická je pastevní schopnost s příznivou spotřebou objemných krmiv (ČSCHMS, 2006). Průměrný denní přírůstek býků odpovídá 1450 g, jatečná výtěžnost býků dosahuje 62 % (Sambraus, 2006).

**Limousine** je masné plemeno středního až většího tělesného rámce s výbornou zmasilostí, vysokým podílem zadního masa a výtěžností, a dále výbornými chuťovými vlastnostmi (Chládek a Kučera, 2006). Přírůstek býků dosahuje 1300 g. Plemeno má nízký sklon k tučnění. Poskytuje maso křehké, vláknité (Sambraus, 2006), šťavnaté, s nízkým podílem mramorování (Zahrádková, 2009). Nejvíce je plemeno využíváno v užitkovém křížení (ČSCHMS, 2006).

**Masný simentál** je masné plemeno většího tělesného rámce se silnými končetinami. Má výrazné osvalení a výborné jatečné vlastnosti a dobrou kvalita masa. Je vhodný pro výkrm do vyšších hmotností, aniž by docházelo k vysokému tučnění. Průměrný přírůstek býku dosahuje 1450 g a jatečná výtěžnost 62 % (Sambraus, 2006). Plemeno je nenáročné, přizpůsobivé drsnějším podmínkám prostředí (Zahrádková, 2009).

### 3.6.2 Pohlaví a kastrace

Pohlaví a kastrace mají vliv na produkci a ukládání tuku. Maso získané z jedinců samičího pohlaví obsahuje v důsledku rozdílným metabolickým procesům více tuku. Tuk ovlivňuje senzorní a technologické charakteristiky masa (Ingr, 2003b). Maso jalovic je křehčí a šťavnatější, obsahuje větší podíl intramuskulárního tuku, oproti masu býků, které je sušší (Dračková et al., 2014). Wariss et al. (2010) uvádí, že nejlibovější maso pochází z mladých býků. Také Filipčík et al. (2009) potvrzuje porovnáním masa získaného z býků, jalovic a volů, že v případě intramuskulárního tuku je nejmenší podíl u býků a největší u jalovic.

Gregory (2007) uvádí, že maso získané z vykastrovaných samců obsahuje více tuku v porovnání s nekastrovanými. Pipek a Pour (1998) řadí maso získané z volků, z pohledu tvorby a ukládání tuku, mezi samčí a samičí pohlaví. Nekastrovaní samci

v porovnání s kastrovanými rostou rychleji, lépe využívají krmivo, mají lepší jatečnou výtěžnost. Maso z nich získané obsahuje méně tuku a více požitelných částí. Kastrace je významná z pohledu křehkosti masa.

Jalovice dosahují oproti býčkům ve výkrmu nižší intenzity růstu, mají vyšší spotřebu živin a nižší výtěžnost, maso z nich získané je kvalitnější (Keane a Allen, 1998). Nicméně zisk masa z býků je ekonomičtější, jelikož vykazují nejvyšší podíl masa a nejnižší podíl odpadu (Filipčík et al., 2009), viz tab. 3. Jalovice se poráží zřídka, jejich primární funkcí je reprodukce a produkce mléka. Jejich výkrm je uplatňován především při užitkovém křížení (Bartoň a Bureš, 2000).

*Tab. 3 Podíl masa, tukové tkáně a kostí (%) v některých částech hovězího masa (český strakatý skot, hmotnost hovězí půlky 138 kg) (Pipek a Pour, 1998)*

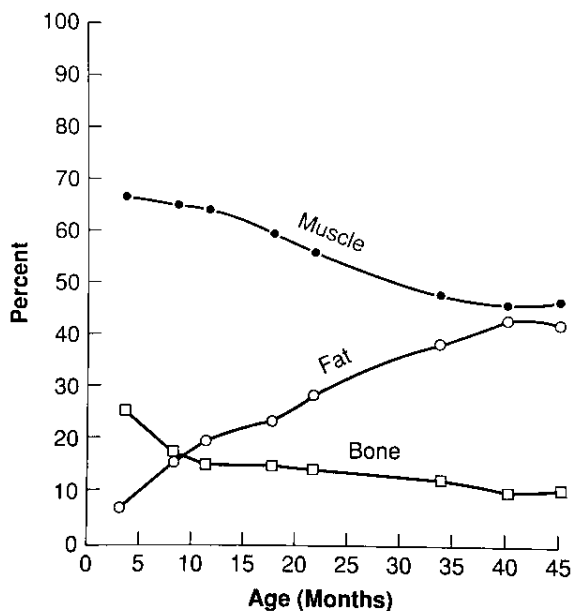
| Svalová partie | Býk   |      |     |       | Kráva |      |     |       |
|----------------|-------|------|-----|-------|-------|------|-----|-------|
|                | podíl | maso | lůj | kosti | podíl | maso | lůj | kosti |
| Hovězí půlka   | 100,0 | 79,0 | 1,4 | 19,6  | 100,0 | 77,8 | 2,4 | 19,8  |
| Zadní čtvrť    | 54,3  | 42,7 | 1,1 | 10,5  | 57,1  | 44,5 | 1,7 | 10,9  |
| Přední čtvrť   | 45,7  | 36,3 | 0,3 | 9,1   | 42,9  | 33,3 | 0,7 | 8,9   |
| Kýta           | 31,0  | 25,3 | 0,0 | 5,7   | 33,5  | 26,4 | 0,9 | 6,2   |
| Svíčková       | 1,8   | 1,8  | 0,0 | 0,0   | 1,7   | 1,7  | 0,0 | 0,0   |
| Nízký roštěnec | 9,8   | 6,5  | 0,0 | 3,3   | 9,7   | 6,8  | 0,1 | 2,8   |
| Bor s kostí    | 4,2   | 3,5  | 0,1 | 0,7   | 4,7   | 3,7  | 0,0 | 1,0   |
| Bok bez kosti  | 4,4   | 4,4  | 0,0 | 0,0   | 4,9   | 4,9  | 0,0 | 0,0   |
| Plec           | 16,0  | 12,5 | 0,3 | 3,2   | 15,9  | 12,3 | 0,4 | 3,2   |

### 3.6.3 Věk

Mladá jatečná zvířata mají nízkou výtěžnost, maso z nich získané je nevyzrálé a sensoricky nevýrazné z důvodu nízkého obsahu extraktivních látek. Nevykazuje příliš dobré technologické vlastnosti. Nicméně z dietického hlediska je díky nízkému obsahu tuku a lepší stravitelnosti velmi výhodné (Ingr, 2003b). Simeonovová et al. (2003) popisují maso jako světlejší, jemně vláknité, s pevnější texturou a nízkým obsahem masné šťávy. Telecí maso má bledou barvu, která je způsobena mléčnou výživou.

Nejvhodnějším obdobím pro produkci je stadium tzv. jatečné zralosti, kdy dochází k dosažení nejlepších parametrů osvalení a protučnění (Jůzl a Nedomová, 2015).

Po překlenutí této fáze převládá konverze živin na tuk, prodloužení výkrmu je v tak důsledku efektivní a také neekonomické (Mikulík a Pipek, 1995), viz obr. 3. Krmivo tvoří nejnákladnější položku v chovu masného skotu (Buček, 2013).



Obr. 3 Podíl kostí (bone), svalů (muscle) a tuku (fat) v průběhu růstu těla skotu (Dikeman, 2013); osa x: věk (měsíce), osa y: množství (%)

Maso starších zvířat je tužší. Jedním z důvodů jsou změny v kolagenu. Kolagen je protein obsažený v pojivových tkáních, s přibývajícím věkem dochází ke stabilizaci jeho struktury (Kameník, 2014).

### 3.6.4 Chov a výživa

Chov zvířat lze uskutečnit pastevním způsobem nebo ustájením, a to volně ve skupinách nebo individuálně vazně (Simeonovová et al., 2003). Pipek a Pour (1998) uvádí, že způsob chovu ovlivňuje množství a jakost vyprodukovaného masa. Ustájená zvířata mívají lepší péči, lze u nich zvyšovat intenzitu výkrmu. Jedinci z vazného ustájení častěji poskytují maso s odchylkou DFD. Ingr (2003b) uvádí, že pasená zvířata jsou zdravější a fyzicky i psychicky odolnější.

Při každém typu chovu je nutné respektovat etologické poznatky a dbát na welfare zvířat, jehož obecné zásady charakterizuje pět svobod (Večerek et al., 2012):

- Odstranění hladu a žízně
- Odstranění příčin nepohody
- Odstranění příčin vzniku bolesti, zranění a nemoci
- Vytvoření podmínek pro uskutečnění přirozeného chování
- Odstranění příčin strachu a deprese

Prostory a zařízení, ve kterých jsou zvířata chována, musí být udržována v dobrém technickém stavu a vhodných hygienických a mikroklimatických podmínkách (Večerek, 2000). Kubiček a Novák (2000) uvádějí příklad na výšce teploty, kdy příliš nízká vede ke zhoršení konverze krmiv z důvodu jejich spotřeby na udržení tělesné teploty a vysoká ke zhoršení metabolismu.

Cílem moderní techniky produkce masa je současné navyšování svalové hmotnosti i kvality masa. Tyto charakteristiky však nejsou vždy v pozitivní korelaci. Volba způsobu krmení závisí na růstové schopnosti, ranosti, věku a předpokládané porážkové hmotnosti (Sañudo et al., 2004).

O efektivitě výkrmu rozhoduje řada faktorů, mezi něž patří vhodná skladba krmné dávky, technika, frekvence a intenzita krmení (Simeonovová et al., 2003).

Výživa má vliv také na chuť hovězího masa (Solomon et al., 2010). Jednostranné krmení negativně ovlivňuje jakost masa. Velké množství zeleného krmiva nebo řídké siláže může způsobit tmavší, vodnatější a méně chutné maso. Nevhodné jsou taktéž vysoké dávky jadrných krmiv, kdy například nadbytek ječmene působí přílišnou tuhost loje, naopak nadbytek kukuřice může vést k jeho měkkosti a nažloutlé barvě (Straková a Suchý, 2005).

### **3.6.5 Zdravotní stav**

Zdravotní stav významně ovlivňuje hmotnostní přírůstky i následnou jakost masa. Je důležitý nejen před poražením, ale po celou dobu výkrmu. Při hořečnatých onemocněních dochází ke snížení obsahu nutričně významných látek a zhoršení organoleptických vlastností masa. V důsledku vyšší lomivosti cév dochází k častějším

krevním výronům do svaloviny. Zvířata se nedokonale vykrvují, následkem je snížená údržnost masa. Maso může být zdravotně závadné, jelikož dochází k průniku mikroflóry trávicího traktu do svaloviny.

Závažné jsou infekční choroby. Zvířata mají malé hmotnostní přírůstky a působí pohyblivě. Tito jedinci jsou při příjmu na jatkách vyřazováni a maso z nich získané nelze užít k lidské spotřebě (Pipek, 1991).

Nemocná nebo z nemoci podezřelá jatečná zvířata se dle Zákona č. 166/1999 Sb., v platném znění porážejí na jatkách nebo oddělení jatek určených pro tento účel. Se souhlasem krajské veterinární správy mohou být porážena i na jatkách v prostorech určených k porážení zdravých zvířat, avšak časově odděleně.

Ke zhoršení zdravotního stavu může dojít během přepravy. Přepravní nemoc je způsobena psychickou a fyzickou námahou, klimatickými vlivy, stylem jízdy. Projevuje se mimo jiné podrážděním a neklidem, který může vést ke zraněním. Tyto projevy jsou závažnější u říjících zvířat. U skotu není výskyt přepravní nemoci běžný, vyskytuje u nevydojených nebo mastitidních krav.

Během předporážkových manipulací může docházet k úrazům. U skotu jsou nejčastěji pozorovány zhmožděny v oblasti beder, kyčlí, krku. Tato zranění snižují jakost masa, dochází ke kažení masa od kosti. Delší působení stresových situací může vést k výskytu DFD a PSE odchylek (Ingr, 2000b).

### **3.6.6 Předporážkové manipulace**

Předporážková manipulace zahrnuje nakládání, přepravu a vykládání jatečných zvířat, následně předporážkové ošetření, ustájení a přehánění na porážku. Úspěšné provedení manipulací je ovlivněno zdravotním stavem, fyzickou a psychickou kondicí jatečných zvířat a značně závisí na lidském přístupu (Ingr, 2000b).

### **3.6.7 Přeprava**

Během přepravy působí na jatečná zvířata řada stresorů, které mají v negativní dopad na welfare a zdravotní kondici zvířat, a také na kvalitu masa z nich získaného. Na indukci



přepavního stresu se podílí řada faktorů, které mají vedle povahy živočišného druhu, podmínkách chovu původ také v organizaci a způsobu přepravy (Šimová et al., 2015).

Warris (2010) řadí mezi nejčastější stresory působící během přepravy vysokou teplotu, vibrace, náhlé změny rychlosti, hluk a stěsnané podmínky Šimová et al. (2015) dělí stres na teplotní, sociální a manipulační.

Jednou z nejčastějších příčin výjimečného úhynu skotu při přepravě je hypertermie, která je důsledkem produkce velkého množství tepla metabolismem. Množství vyprodukovaného tepla souvisí s typem produkce, plemenem či způsobem ustájení. Zvířata, která před přepravou pobývala na pastvinách, produkují méně tepla než jedinci ustájení v uzavřených prostorách. Největší množství tepla je produkováno v bacheru při procesu trávení potravy, který vrcholí 4-6 hodin po nakrmení. Z tohoto důvodu je vhodné převážet pouze vylučněná zvířata (Šimová et al., 2015). Vylučnění také snižuje viditelné znečištění povrchu těla zvířat výkaly během přepravy, čímž se usnadňuje hygienické provedení jatečných operací, dochází omezení kontaminace JUT gastrointestinálním obsahem (Aguilar-Guggembuhl, 2012). Lačnění delší než 24 hodin může vést k vyčerpání zvířat, vadě DFD a ztrátě hmotnosti 5 % (Južl a Nedomová, 2015).

Doba přepravy je klíčovým faktorem ovlivňujícím welfare zvířat. Čím déle trvá, tím déle na organismus zvířete působí všechny přítomné stresující faktory. Dlouhodobější stres snižuje imunitu zvířat, což vede ke zvýšenému výskytu nemocí. Dochází k poraněním, pohmožděninám, poškozením kůže. Pokud nedojde k poranění, nejsou kratší cesty (pod 4 hodiny) pro skot stresovou zátěží (Maria et al., 2003; Šimová et al., 2015). Delší transport na porážku má obvykle negativní vliv na jakost parametry masa (Villarrol et al., 2003). K úhynům skotu dochází výjimečně, nicméně zvířata nejcitlivější nepřepavní stres - telata a býci z vazného ustájení, bývají poráženi co nejdříve po příjezdu na jatky (Ingr, 2000b).

### **3.6.8 Předporážkové ustájení a ošetření**

Jatečná zvířata se, až na výjimky, neporáží ihned po přivezení na jatka, ale nechají se na potřebně dlouhou dobu ustájená, aby se uklidnila a odpočinula si a došlo k obnovení hladiny glykogenu ve svalovině. Příliš krátká doba odpočinku i příliš dlouhá doba

ustájení vede k nárůstu výskytu myopatií. Optimální doba ustájení skotu se pohybuje v rozmezí 1-4 hodiny (Pipek a Pour, 1998).

Chovatel je povinen na jatky dodat čisté zvíře. V případě potřeby je možné skot v teplém počasí osprchovat. Sprchování těsně před porážkou ale není považováno za vhodné, jelikož dochází během následného jatečného opracování ke kontaminaci svaloviny rozmočenými nečistotami (Gregory, 2007). Steinhauserová et al. (2015) uvádí, že očištění zvířat před poražením odstraní viditelné nečistoty, nemá však průkazný vliv na snížení počtu mikroorganismů na jatečně upraveném těle. Pokud jsou zvířata před porážkou mokrá, může být mikrobiální kontaminace naopak vyšší, než u neočištěných jedinců.

Inspektoři Státní veterinární správy vykonávají na jatkách stálý dozor, který se kromě ochrany veřejného zdraví a bezpečnosti spotřebitele, zaměřuje také na kontrolu podmínek ochrany jatečných zvířat. Vedle zdravotního stavu a kondice se taktéž kontrolují podmínky ochrany a welfare (Voslářová et al., 2012).

### **3.6.9 Porážka**

Porážkou se dle Zákona č. 166/1999 Sb., o veterinární péči rozumí usmrcení jatečného zvířete za účelem využití jeho produktů, a to způsobem, který není v rozporu s předpisy na ochranu zvířat proti týrání. Hlavní právní předpis, upravující ochranu hospodářských zvířat při porážení proti týrání v České republice je Zákon č. 246/199 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů.

Od roku 2012 je možné porážet skot ve věku do 24 měsíců v domácích podmínkách. Lze tak učinit na základě povolení krajské veterinární správy, které je vydáváno na dobu 3 let. Každá jednotlivá porážka musí být písemně ohlášena nejméně 7 dní předem (Zákon č. 166/1999 Sb., v platném znění).

#### **3.6.9.1 Omračování**

Účelem omračování je uvést jatečné zvíře do stavu bezvědomí, aby mohlo být vykřveno bez utrpení. Skot bývá omračován mechanickým způsobem pistolí s upoutaným

projektilem (Önenç a Kaya, 2004). Před omráčením vstupuje jatečné zvíře do omračovací pasti a poté vypadává bočnicí.

V některých zahraničních podnicích se omračuje elektrickým proudem (Pipek, 2000). Používá se střídavý proud o kmitočtu 50 Hz v hodnotách 2,5 A pro skot a 1,0 A pro telata (Ingr, 2003b). Elektrický proud však nesmí být využit pro znehybnění. Mezi další zakázané metody znehybnění patří přetnutím míchy, vyzdvihnutím nebo zavěšením při vědomí, svazováním nebo upínáním končetin (Voslářová, 2013). Zivotofsky a Strous (2012) považují za nehumánnější kombinaci elektrického omráčení a následného vykrvení, kdy elektrické omráčení způsobí rychlou a jednoznačnou ztrátu vědomí a citlivosti.

Omračování je až na výjimky povinné. U zvířat, která nejsou omračována, dochází k masivnějšímu vyčerpání glykogenu, jehož koncentrace ve svalu v době porážky je jedním z nevýznamnějších postmortálních faktorů ovlivňující jakost hovězího masa (Önenç a Kaya, 2004). U neomráčených zvířat dochází k horšímu vykrvení (Ingr, 2003b).

Proražení čelní kosti může způsobit kontaminaci zbytku těla mozkovou tkání a mozkomíšním mokem. V souvislosti s onemocněním BSE proto byly intenzivněji zkoumány ostatní metody omračování. Kim et al. (2013) uvádějí, že omračování pomocí CO<sub>2</sub> negativně ovlivňuje pH a vaznost, naopak zlepšuje křehkost hovězího masa.

### **3.6.9.2 Vykrvování**

Bezprostředně po omráčení skotu následuje zavěšení těla a provedení vykrvovacího vpichu. Vykrvení vede k usmrcení zvířete a jeho nedokonalé provedení může vést ke zhoršení údržnosti i vzhledu masa. Časová prodleva mezi omráčením a vykrvovacím vpichem by neměla překročit několik sekund. Vykrvení je pak rychlé a zabrání se rozvodu stresových hormonů do svaloviny a tím vzniku jakostních odchylek (Pipek, 2012).

## **3.7 Postmortální faktory ovlivňující jakost hovězího masa**

### **3.7.1 Vnější jatečné opracování**

Z hlediska prevence mikrobiální kontaminace masa je důležité zabránit kontaminaci z povrchu těla jatečného zvířete. Významným zdroje bakteriální kontaminace je kůže, která je v kontaktu s podestýlkou a výkaly (Steihauserová et al., 2015).

Opracování povrchu těla se u skotu provádí odříznutím nožin, hlavy a stahováním kůží, které předchází napařovací řezy. Postupuje se od boků k hřbetu, od krku k ohánce nebo od ohánky ke krku (Kameník, 2014). Stahování od krku k ohánce je snazší, než od ohánky ke krku, nicméně s sebou nese větší riziko kontaminace jatečného těla nečistotami z kůže. Stahování musí probíhat šetrně, aby nedošlo k poškození kůže a vytrhávání svaloviny či tukové tkáně z podkožních vrstev. Problémy často činí rozdíly v pevnosti spojení kůže a podkožím v různých částech těla (Pipek a Kužniar, 1995).

### **3.7.2 Vnitřní jatečné opracování**

Vnitřní jatečné opracování zahrnuje otevření hrudní, břišní a pánevní dutiny, vyjmutí trávicího traktu a orgánů (Pipek, 2012). Během vykolování je třeba dbát na to, aby nedošlo ke prokolení a tím je kontaminaci masa bakteriemi, které jsou obsaženy v trávicím traktu. Pravděpodobnost prokolení je vyšší u řádně nevylačněných zvířat (Steinhauserová et al., 2015). Vyjmuté orgány a hlava jsou postoupeny k veterinární prohlídce (Nápravníková, 2001).

Tento technologický krok by měl být vykonán co nejdříve od vykrvení zvířete. Delší časový interval sebou nese riziko průniku mikroorganismů a enzymů do svaloviny z trávicího traktu (Ingr, 2003b).

Ke kontaminaci svaloviny a tím zhoršení jakosti výsledného produktu může dojít také z pracovníků, nástrojů a zařízení (Steinhauserová et al., 2015). Dle Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 853/2004 musí mít jatky zařízení pro desinfekci nástrojů horkou vodou o teplotě alespoň 82 °C nebo alternativní systém s podobným účinkem.

Po vykolení se těla púlí a provede se finální úprava do podoby jatečně opracovaného těla, kterým se rozumí tělo zvířete po porážce a následném opracování (Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004).

V souvislosti s výskytem BSE jsou na jatkách odstraňovány tkáně charakterizované jako specifický rizikový materiál (SRM), které jsou následně likvidovány v asanačních podnicích (Zákon č. 166/1999 Sb., v platném znění).

Specifický rizikový materiál je dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 999/2001 ve znění Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 728/2015 definován následovně:

1. lebka, kromě čelisti včetně mozku, očí a míchy zvířat starších než 12 měsíců;
2. páteř kromě ocasních obratlů, trnových a příčných výběžků krčních, hrudních a bederních obratlů a středového hřebene křížové kosti a křídel křížové kosti, avšak včetně míšních nervových uzlin zvířat starších 30 měsíců;
3. mandle, poslední čtyři metry tenkého střeva, slepé střevo a okruží zvířat jakéhokoli stáří.

Dle Nařízení Komise (EU) č. 1162/2015 patří mezi SRM u skotu pocházejícího ze země se zanedbatelným rizikem BSE pouze lebka bez dolní čelisti, ale včetně mozku a očí, a mícha zvířat starších než 12 měsíců. Dle této úpravy může být u skotu pocházejícího ze země se zanedbatelným rizikem BSE nově použito pro výrobu potravin celé střevo od dvanácterníku až po konečník včetně okruží a celá páteř.

Česká republika byla oficiálně uznána jako země se zanedbatelným rizikem BSE na generálním zasedání Světové organizace pro zdraví zvířat (OIE) v květnu 2015 (Čechová, 2015).

Po vykolení se těla púlí a provede se finální úprava do podoby JUT. Jatečně upravené tělo se skládá ze dvou půlek nebo čtyř čtvrtí. Je bez hlavy, nohou, orgánů dutiny hrudní a břišní, s nebo bez ledvin, ledvinovým a pánevním lojem, bez pohlavních orgánů a připojených svalů, bez vemene a vemenního loje. Jatečně upravená těla se dělí dle systému SEUROP do tříd jakosti, které sestávají ze tří parametrů - kategorie těla, zmasilost a protučnělost (Jůzl a Nedomová, 2015).

### 3.7.3 Chlazení a chladírenské skladování

Základním důvodem pro zchlazení masa po porážce je zajištění zdravotní nezávadnosti a prodloužení trvanlivosti (Savell et al., 2005), a také zabezpečení dalších znaků jakosti, jako je křehkost a barva masa (Kameník, 2014).

Pokud není zvláštními předpisy stanoveno jinak, musí na jatkách dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ihned po prohlídce po porážce následovat zchlazení podle zchlazovací křivky zajišťující nepřetržitý pokles teploty, aby bylo ve všech částech masa dosaženo nejvyšší teploty u drobů 3 °C a u ostatního masa 7 °C. V průběhu chlazení však může být maso v souladu s kapitolou bouráno, porcováno a vykostováno.

Uplatňuje se několik způsobů chlazení JUT. Dle Steinhauserové (2000) závisí správný průběh zchlazení na několika faktorech. Z vnějších činitelů je to teplota, rychlost proudění a vlhkost vzduchu. Z vnitřních pak velikost, teplota, biochemické vlastnosti a stupeň mikrobiální kontaminace masa. Kameník (2014) zmiňuje, že je třeba zohlednit rozdílnou tepelnou vodivost masa, kostí a tuku.

Při nesprávném zchlazování může dojít ke zhoršení jakosti a zdravotní nezávadnosti masa, jehož příčinou mohou být mikrobiologické či technologické vady. Mezi technologické vady spojené s chlazením masa se zpravidla řadí tzv. chladové zkrácení masa a zapaření masa. Zapaření masa bývá důsledkem pomalého zchlazování masa, nedostatečného proudění vzduchu v chladárně, způsobeného například jejím přeplněním. Další příčinou může být pozdním vykolení. Tato vada bývá doprovázena rychlým pomnožením mikroorganismů, maso se vyznačuje hnilobným zápachem, tmavou barvou, výskytem bublinek a je nepoživatelné (Steinhauserová, 2000).

Chladírenské skladování úzce souvisí se zráním masa. Během něj je třeba najít optimální hodnotu relativní vlhkosti vzduchu. Vysoká vlhkost podporuje růst psychrofilních organismů, při nízké vlhkosti dochází k větším hmotnostním ztrátám vody oparem a masné šťávy odkapem (Pipek, 2012).

### 3.7.4 Postmortální změny

V prvních dnech po porážce, kdy se sval přeměňuje v maso, dochází k mnoha biochemickým a strukturálním změnám. Toto období výrazně ovlivňuje křehkost a další

parametry masa (Savell et al., 2005). Tvoří se extraktivní látky v mase, vytváří se jeho údržnost, dochází ke ztrátám vody (Pipek, 2012).

Doba zrání se mezi jednotlivými druhy zvířat liší a vliv má i věk, Telecí by mělo zrát alespoň 7 dní, hovězí alespoň 2 týdny. Na procesu zrání se podílí několik skupin různých endogenních proteáz: lysosómní proteázy, kalpainy, proteazomy, kaspázy (Kameník et al., 2012).

Zrání je kontinuální proces, který se člení na jednotlivé fáze. Maso se v jednotlivých fázích vyznačuje významnými vlastnostmi, ať technologickými, kulinárními nebo například senzoryckými. Rozdělení fází se u jednotlivých autorů mírně liší, nicméně jeho podstata zůstává vždy stejná. Nejčastější rozdělení je na 4 fáze. Jsou to prae-rigor, rigor mortis a zrání masa, jež bývají souhrnně nazývány autolýza masa, a poslední fázi nazývanou hluboká autolýza.

Zdravotní nezávadnost masa je základní podmínkou pro uvedení na trh, nicméně tržní úspěšnost významně závisí na jakosti a ceně (Ingr 2003c). Nedokončené post-mortální změny hovězího masa v době jeho uvádění na trh je jedním z důvodů nevyrovnanosti jeho kvality, což přispívá ke snížení zájmu konzumentů o něj (Šubrt et al., 2007).

#### **3.7.4.1 *Prae-rigor mortis***

Jedná se o časový interval mezi porážkou a nástupem rigor mortis, který má délku 1-8 hodin v závislosti na druhu zvířat a dalších podmínkách (Kameník et al., 2012).

Po usmrcení probíhají dále biochemické reakce ve svalových vláknech, aktivita enzymů postupně klesá a dochází k hromadění metabolických produktů (Ingr, 2003b).

Bezprostředně po porážce je dostatek kreatinfosfátu na obnovu ATP z ADP (Kameník et al., 2012b). Dostatečné množství ATP, který udržuje aktin a myosin v disociovaném stavu (Pipek, 2012).

V těle zvířete však brzy dochází k mnoha změnám. Přerušuje se krevní oběh a tím i příliv kyslíku. Kyslík uložený ve svalech je vyčerpaný, a tak se je aerobní dýchání nahrazeno anaerobní glykolýzou. V důsledku toho se snižuje pH z 7,0-7,5 na 5,0-5,5, což je způsobeno zvyšujícím se množstvím mléčné ve svalu vznikající při glykolýze (Braden, 2013). Savell et al.(2015) uvádí pokles hodnoty pH masa ze 7,0 na 5,3-5,8 za 18-40 hodin.

Maso ve stadiu prae-rigor se nazývá teplé. Vyznačuje se vysokou vazností, je vhodné do mělněných masných výrobků (Pipek, 2012). Postrádá však aroma a chutnost, jež se tvoří až během zrání (Ingr, 2003b).

#### 3.7.4.2 *Rigor mortis*

Tuhnutí svalstva u hovězího masa začíná 3-6 hodin po porážce. Úplného rigoru dosahuje do 20 hodin a trvá ještě 24-48 hodin (Ingr, 1995).

K rigor mortis dochází časněji v případě, kdy se ve svalu zvýší množství kyseliny mléčné těsně před smrtí, což je často způsobené zvýšeným stresem. Naopak zpožděn může být jeho nástup v důsledku vyčerpání svalového glykogenu před smrtí, což je často důsledek zvýšené fyzické aktivity při dlouhém předporážkovém čekání. Tyto situace mají vliv na hodnotu pH a tím i na rigor (Braden, 2013). Hodnota pH po 24 hodinách vyšší než 6,0, s sebou nese jakostní problém. Takové maso má tmavší zbarvení, zvyšuje se jeho vaznost, snižuje chutnost, křehkost, dochází k velkému rozvoji mikroorganismů tvořící sliz a zápach (Mach et al., 2008).

Běžně začíná rigor mortis při hodnotě pH 5,7-5,8. Po vykrvení pokračuje glykolýza bez kyslíku, kdy dochází v důsledku anaerobní glykolýzy k tvorbě kyseliny mléčné. Nárůstem kyseliny se snižuje pH. Rigor mortis nastává při vytvoření aktomyosinového komplexu. Na počátku rigor mortis je ještě dostatek ATP. Během této fáze je vyčerpán kreatinfosfát, který inhibuje fosforylaci ADP na ATP což prudce sníží tvorbu ATP, pak nastává rigor mortis. (Savell et al., 2005). Pipek (2012) uvádí, že aktinomyosinový komplex vzniká při poklesu koncentrace ATP o 80%. Dle Kameníka et al. (2012) nastává posmrtné ztuhnutí při poklesu koncentrace ATP na  $1 \mu\text{mol.g}^{-1}$ , hodnoty pH na 5,9 a vyplavení  $\text{Ca}^{2+}$  ze sarkoplazmatického retikula. Tyto faktory stimulují spojení aktinových filament s myosinovými hlavami a posun aktinových vláken do středu sarkomer. Dochází k ireverzibilnímu zkrácení sarkomer. Míra zkrácení je závislá také na teplotě. Optimální teplota, při které dochází ke zkrácení pouze o přibližně 10 % je 15-20 °C. Při vyšších teplotách dochází ke zkrácení asi o 30 %, při nižších než 10 °C až o 50 %.

Hodnota pH masa klesá až na hodnoty izoelektrického bodu (5,5), to je jednou z příčin velmi nízké vaznosti masa. Další je to, že dojde k příčnému přiblížení filament k sobě, čímž se zmenší prostor v pro imobilizaci vody (Ingr, 1995).



Maso je v této fázi nevhodné pro technologické i kulinární využití. Je tuhé, hůře se zpracovává, špatně váže vodu, naopak ji snadno uvolňuje. Klade značný odpor nožům mleticích zařízení, to vede k ohřevu masa, denaturaci bílkovin a dalším snížení vaznosti (Pipek, 2012). Maso také stále nemá odpovídající sensorické vlastnosti. Nicméně se v tuhle chvíli nejčastěji dostává k zákazníkovi, což je závažné především u hovězího masa, kde trvá posmrtné ztuhnutí mnohem déle než u rybího, kuřecího i vepřového masa (Steinhauserová et al., 2013).

### **3.7.4.3 Zrání masa**

Při zrání masa se uvolňuje jeho tuhost. Uskutečňuje se účinkem proteolytických enzymů, které jsou obsaženy v tkáňových buňkách (Cunningham et al., 2005). Degraduje se kyselina mléčná a zvyšuje se pH. Aktinomyosinový komplex disociuje na aktin a myosin (Ingr, 2003b). Mění se chuť, aroma, struktura, konzistence a barva masa (Vlková et al., 2009). Zvyšuje se také křehkost (Cunningham et al., 2005). Autoři (Campo et al., 2000; Hanzelková et al., 2011) se shodují, že z pohledu křehkosti je zrání masa vlivnějším faktorem než plemeno a pohlaví jatečného zvířete.

Rychlost a průběh zrání masa ovlivňuje řada faktorů, jako je druh zvířat, složení masa a jeho změny v průběhu procesu zrání. Vliv na průběh zrání má dále celkový obsah bílkovin, obsah myofibrilárních bílkovin, bílkovin pojivové tkáně, intramuskulárního tuku, zásoba glykogenu ve svalech (Steinhauserová et al., 2013). Doba zrání závisí také na teplotě. Se zvyšující se teplotou se doba zrání zkracuje (Ingr, 1995). S prodlužující se délkou zrání masa se zvyšuje jeho křehkost, nejvýraznější změny jsou v prvních dvou týdnech (Bureš a Bartoň, 2009).

Délka zrání potřebná pro dosažení optimálních organoleptických a technologických vlastností je u hovězího masa delší než u většiny hospodářských zvířat. Pipek (2012) uvádí 10-14 dní při 0 °C, Savell et al. (2005) 10-20 dní, Warriss (2010) 10-21 dní.

Délku zrání ovlivňuje i věk jatečných zvířat. Huidobro et al. (2003) sledovali změny během šestidenního zrání masa jalovic a mladých býků, na základě čehož uvádí, že u mladých zvířat je tato doba zrání postačující k dosažení optimálních jakostních parametrů.

Maso lze nechat vyzrávat prostřednictvím suchého nebo mokrého zrání. Mokrý zráný je rozšířenější (Vitale et al., 2014). Při tomto způsobu zrání jsou vybrané části jednotlivě vakuově zabaleny a skladovány při teplotách 0-2 °C. Naopak suché zráný probíhá u celých kusů a bez zabalení při teplotách 0,5-1°C. Suché zráný je náročnější na podmínky při relativní vlhkosti 80-85 %. V případě nižší vlhkosti dochází k vysychání masa, jehož následkem je ztráta šťavnatosti. Naopak vyšší vlhkost podporuje růst plísní. Při suchém způsobu zrání dochází k větším hmotnostním ztrátám. Rozdíl z pohledu sensorických vlastností je mezi suchým a mokřým zráním je nevýrazný (Kameník et al., 2012). Dikeman et al. (2013), uvádí, že některé studie popisují chuť masa vyzrálého mokřým způsobem jako kyselejší, po krvi a chuť masa vyzrálého suchým způsobem jako více masovou.

Dle Bartoně a Bureše (2009) jsou pozorovány lepší kulinární parametry u masa zrajícího suchým způsobem.

Dodržení dlouhé doby zrání hovězího masa v chladírnách je ekonomicky nákladné a také náročné z hlediska skladovacích prostor. Zpracovatelé proto obvykle nenechávají maso plně vyzrát (Cunningham et al., 2005). Nedodržení doby zrání zhoršuje sensorické, kulinární i technologické vlastnosti hovězího masa. Zráný lze urychlit fyzikálními, mechanickými nebo biochemickými cestami, které jsou založeny na destrukci aktinomyosinového komplexu nebo svalových vláken.

#### **3.7.4.4 Hluboká autolýza**

Zráný přechází v hlubokou autolýzu, která je u hovězího masa nežádoucí. Dochází k rozkladu bílkovin až na konečné produkty (amoniak, sirovodík a další), které způsobují negativní sensorické vlastnosti masa. Dochází dále k hydrolýze tuků (Ingr, 2003c).

#### **3.7.4.5 Mikrobiální proteolýza**

Proteolýza je postmortální děj, který probíhá současně s autolýzou, nicméně odlišnou rychlostí i intenzitou. Intenzita autolýzy se největší po usmrcení jatečných zvířat a postupně se snižuje, naopak intenzita proteolýzy se zvyšuje. Nástup proteolýzy souvisí se zdravotním stavem jatečných zvířat, kondicí a průběhem postmortálních změn.

U zdravých zvířat s řádným průběhem postmortálních změn se projevuje později, jelikož je svalovina prakticky sterilní a řádné okyselení má bakteriostatický účinek. Rozvoj mikroorganismů pak nastává až zvýšením pH nad 6,2 následkem odbourání kyseliny mléčné ve svalu. Na průběh proteolýzy mají vliv také hygienické podmínky v průběhu porážení, jatečného opracování zvířat, dále chlazení a zejména bourání masa. Kažení masa potupuje od povrchu, kdy je patrné jako povrchové osliznutí, které následně přechází přes povrchovou hnilobu v hlubokou hnilobu. Dalšími formami kažení masa je ložisková hniloba, způsobená nejčastěji pomnožením mikroorganismů v zářezech a vpichách ve svalovině, způsobených nešetrným jatečným opracováním a bouráním. Následkem zranění nebo nemoci mlže dojít k takzvanému kažení masa od kosti. Zvláštní formou kažení je pak zapeření masa (Ingr 1995 a 2003c).

### **3.7.5 Abnormální průběh postmortálních změn**

V určitých situacích může docházet k atypickému průběhu postmortálních změn a vzniku anomálií. Vznik těchto anomálií je ovlivněn genetickým vybavením jatečných zvířat, předporážkovou manipulací nebo jatečným opracováním zvířat. Jedná se především o nestandardní průběh poklesu pH (Pipek, 2012).

Tyto změny nemají vliv na zdravotní nezávadnost masa, nicméně se značně podílí na jeho odlišných vlastnostech. Především sensorických, technologických a kulinárních (Ingr, 2003a).

Abnormální průběh hodnot pH je důsledkem rozdílného stupně glykolýzy ve svalech v časných stádiích po porážce (Kameník a Steinhauser, 2012). Změny jsou nejvýznamnější v kýtě a zádočných partiích (Pipek a Pour, 1998).

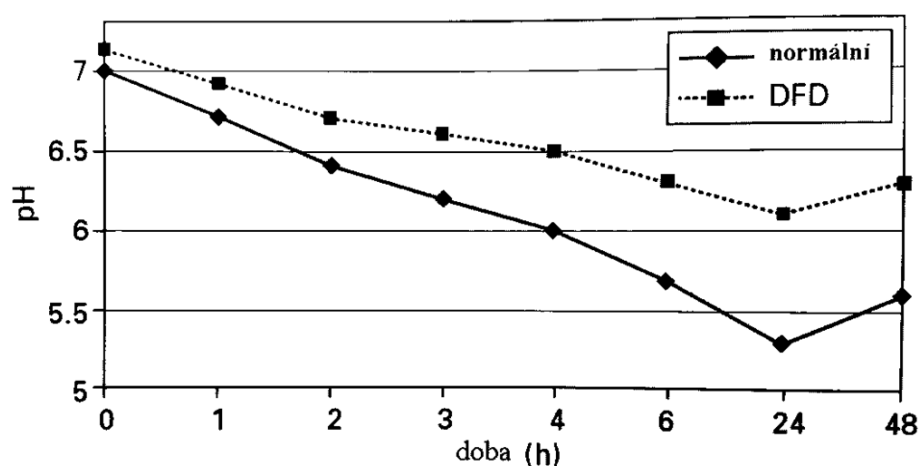
#### **3.7.5.1 Jakostní odchylka DFD**

Tato jakostní odchylka je spojována především s hovězím masem, nečastěji vyskytuje u mladých býků (Kameník a Steinhauser, 2012).

Výskyt DFD (dark, firm, dry) masa u skotu je přímým důsledkem podmínek, jímž bylo zvíře vystaveno v posledních několika hodinách před porážkou. Tento stav je důsledkem nadměrného vyčerpání zvířat či nedostatečné krmení před porážkou (Šimová

at al., 2015). Za vyčerpáním glykogenových zásob stojí řada činitelů, například doba přepravy na jatky, předporážkové ustájení, klimatické a sociální vlivy, neznámé prostředí, živá hmotnost, pohlaví, plemeno či temperament (Mach et al., 2008). Nejčastější výskyt této odchylky bývá pozorován u býků z vazného ustájení. Pokud jsou tito jedinci hromadně přepravováni a předporážkově ustájeni s cizími jedinci, dochází k jejich fyzickému vyčerpání v důsledku soubojů o postavení ve skupině a také sexuální agresivity. Naopak u volně ustájených jedinců ze sociálně ustálených skupin je výskyt DFD masa nízký. Vzhledem ke klidnějšímu temperamentu je nízká míra výskytu také u jalovic, krav a volů (Ingr, 1995).

Pokud dojde k vyčerpání glykogenů ještě před porážkou, dochází následně po porážce k tvorbě jen minimálního množství kyseliny mléčné a pH klesá jen nepatrně. Po 24-48 hodinách je nad 6,2 (Kameník a Steinhauser, 2012), viz obr. 4. Viljoen et al. (2002) uvádí nad 5,8. Frylinck et al. (2015) uvádí, že při hodnotách pH 5,8-6,2 se ještě nejedná o DFD maso, ale maso má již tmavší barvu, zhoršenou zrací schopnost i celkovou jakost.



Obr. 4 Srovnání průběhu hodnot pH normálního a DFD masa (Feiner, 2006)

Vzhledem k tomu, že pH DFD masa neklesá pod 6,2, je velmi náchylné ke kažení. Hodnota pH se během skladování naopak ještě zvyšuje (Livisay et al., 1996).

DFD je maso má také slabé sensorické vlastnosti, jelikož nedochází k plnohodnotnému zrání (Frylinck et al., 2015). Je tuhé, má nevýrazné aroma a pachut' (Viljoen et al., 2002). Fowler a Lawrence (2002) uvádějí, že některé složky spojené

s vysokým pH (trimethylamin, amoniak aj.) ovlivňují chuť masa. Maso se v důsledku zvýšené absorpce světla jeví jako tmavé (Sawyer et al., 2009). V extrémních případech je hovězí maso až černé (Pipek, 2012).

DFD maso je nevhodné pro výsekový prodej a vzhledem k nízké údržnosti i pro výrobu trvanlivých tepelně neopracovaných masných výrobků. Naopak pro vysokou vaznost je vhodné do mělněných tepelně opracovaných masných výrobků (Ingr, 1995).

Viljoen et al. (2002) zaznamenávali preference konzumentů při srovnání DFD a normálního masa, a to v syrovém i tepelně opracovaném (smažení) stavu. V případě syrového masa bylo z pohledu barvy a celkového vzhledu jasně preferováno normální maso. Po tepelné úpravě bylo taktéž lépe hodnoceno normální maso, ale rozdíl v preferencích nebyl tak jednoznačný. Hodnocení mužů bylo téměř vyrovnané. Ženy naopak výrazně upřednostňovaly normální maso pro lepší barvu, chuť. Tepelně opracované DFD maso obstálo mezi hodnotiteli nejlépe při hodnocení texturních vlastností.

### **3.7.5.2 *Jakostní odchylka PSE***

Vada PSE (pale, soft, exudative) se vyskytuje téměř výhradně u vepřového masa. Nicméně Ingr (2003a) zmiňuje, že byla popsána její analogie u vysoce vyšlechtěného masného plemene Belgické modro-bílé a Gregory (2007) uvádí případy, kdy bylo maso získané z býků, po krátké přepravě za horkého a vlhkého počasí a porážení ihned po příjezdu na jatky, bledé a vodnaté.

Příčinou PSE je šlechtění na vysokou zmasilost, která s sebou nese vysokou citlivost ke stresu. Stres má nejzávažnější následky před, během a bezprostředně po porážce. Je důležité šetrné zacházení s jatečnými zvířaty, správné omráčení a rychlé vykrvení a následné účinné zchlazení masa. (Ingr, 2003a; Kameník a Steinhauser, 2012).

Dochází k rychlému poklesu pH, do 45 minut pod 6,0 (Warris, 2007), do 60 minut až pod 5,8 (Ingr, 2003a). K tomuto poklesu dochází za vysoké teploty masa, která se v důsledku intenzivních metabolických dějů ještě zvyšuje až nad 40 °C. Dochází tak k denuraci bílkovin, což společně s nízkým pH výrazně snižuje vaznost a dochází uvolňování velkého množství vody (Pipek, 2012). Tato skutečnost má vliv i na barvu

masa. Dopadající světlo neproniká do hloubky masa, ale odráží se od volné vody v jeho povrchových vrstvách. Takové maso se pak jeví jako světlejší (Šimoniová et al., 2013).

Byly popsány i mírnější stupně odchylky PSE, a to RSE (reddish-pink, soft, exudative) a PFN (pale, firm, non-exudative) (Kameník a Steinhauser, 2012).

Vlastností PSE masa limitují jeho využitelnost v masné výrobě. Vzhledem k nízké vaznosti a nízkému pH, které zvyšuje údržnost, lze omezeně využít při výrobě fermentovaných masných výrobků. Naprosto nevhodné je pak toto maso pro tepelnou úpravu. V některých výrobcích lze použít ve směsi s DFD masem, kde si navzájem kompenzují negativní vlastnosti (Pipek, 2012).

### **3.7.5.3 Cold shortening**

Z hygienických důvodů musí být maso po porážce co nejrychleji zchlazeno. Je však třeba dbát na rychlost zchlazování. Příliš rychlé nebo příliš pomalé vede ke snížení kvality masa (Moeseke et al., 2001).

V případě příliš rychlého zchlazení dochází k jakostní odchylce cold shortening (cold induced taughtenig) (Hannula a Puolanne, 2004). Jestliže je maso zchlazeno ještě před nástupem rigor mortis pod 10 °C, dochází k silné ireverzibilní svalové kontrakci, maso zmenší svou velikost a je tuhé po ukončení zrání i uvaření. Při normálním průběhu zrání lze hovězího maso bezpečně zchladit pod 10 °C až poté, kdy pH stoupne na 6,1. Této hodnoty pH dosahuje maso asi za 10 hodin po porážce (Warriss, 2007). Savell et al. (2005) uvádí minimální hodnotu pH 6,2. Další autoři uvádějí, že pod teplotu 12 °C by mělo být hovězí maso zchlazeno nejdříve za 15 hodin (Hannula a Puolanne, 2004). Kombinace času, teploty a hodnoty pH se liší nejen mezi jednotlivými druhy zvířat, ale také mezi jednotlivými svaly (Savell et al., 2005).

Sval se může zkrátit až o 80 % své původní délky. Jeho kulinářské využití je značně omezené (Steinhauserová, 2000).

Prevenčí výskytu cold shortening je regulace rychlosti chlazení a elektrická stimulace poražených zvířat, které způsobí rychlou degradaci glykogenu a ATP, čímž se uspíší nástup rigor mortis (Ingr, 2003a).

### 3.7.6 Bourání

Bourání je kvalitativní dělení jatečně upraveného tělo a na menší celky, které se dále upravují, zbavují nepoživatelných částí a třídí. Podle účelu se rozlišuje na bourání pro výsek, výrobu a dlouhodobé skladování. Bourání se také liší například mezi regiony (Jůzl a Nedomová, 2015). Přístupuje se k němu po zchlazení a chladírenském skladování, během něhož proběhly ve svalovině hlavní postmortální procesy (Ingr, 2003b).

Důležitou podmínkou při bourání je důsledné dodržování hygieny a pracovní kázně, jelikož je maso zbavováno mechanických bariér, dělením na menší části se zvětšuje se jeho povrch (Ingr, 2003b). Maso tak může být snadno kontaminováno mikroorganismy z nástrojů, vzduchu či rukou pracovníků. Je proto také nezbytné minimalizovat množství zbytečných zářezů do masa, jež představují vhodné prostředí pro rozvoj nežádoucích mikroorganismů. Také je nutné zamezit zvýšení teploty masa (Pipek, 2012).

Dle Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 852/2004 musí být práce s masem organizována tak, aby se vyloučila nebo minimalizovala kontaminace. K tomuto účelu musí provozovatelé potravinářských podniků zejména zjistit aby:

- maso určené k bourání bylo do dílen přinášeno postupně podle potřeby;
- během bouracích operací byla udržována teplota masa nejvýše 7 °C (3 °C u drobnů) a to pomocí okolní teploty nejvýše 12 °C nebo jiným systémem s rovnocenným účinkem;
- v prostorách schválených pro bourání/porcování masa byla přijata opatření s cílem zabránit křížové kontaminaci, a to podle potřeby časovým nebo prostorovým oddělením činností s různými druhy.

### 3.7.7 Mrazení a mrazírenské skladování

Jakost mrazírensky skladovaného masa je významně ovlivněna rychlostí zmrazování. Čím pomaleji se zmrazuje, tím větší krystaly se tvoří, porušují buněčnou strukturu svaloviny a po rozmrazení dochází k velkému úniku vody z masa. Společně s vodou odchází rozpuštěné bílkoviny, chuťové a nutričně cenné látky. Maso je pak méně

šťavnaté, má prázdňější chuť a horší strukturu (Pipek et al., 2010). Je nutné co nejrychleji překonat teploty -0,6 až -3,9 °C, při kterých dochází k nejrozsáhlejší tvorbě ledových krystalů. Výsledkem je tvorba více malých krystalů, které neporušují buňky a strukturu svalové tkáně (Ingr, 2003b). Způsoby mražení lze podle rychlosti dělit na velmi pomalé (0,2 cm.h<sup>-1</sup>) až velmi rychlé (více než 5 cm.h<sup>-1</sup>) (Matyáš, 1995).

Pro zmrazování je významná fáze zrání, ve které se maso nachází. Zmrazování ve fázi prae-rigor lze uplatnit v případě výrobního masa, kdy se využije jeho vysoké vaznosti. Aby se předešlo takzvanému rozmrazovacímu rigoru, je třeba maso zpracovat ještě nerozmražené. Ve fázi rigor mortis je zmrazování nejméně vhodné, dochází k největšímu vymrzání vody, uvolněné v důsledku nízké vaznosti (Pipek, 2012). Nejčastěji se zmrazuje zchlazené maso, které má po rozmražení optimální sensorické i technologické vlastnosti (Ingr, 2003b).

Během mrazírenského skladování nejsou nežádoucí procesy zastaveny, pouze zpomaleny. Dochází ke změnám barvy, rozkladným reakcím tuků, ztrátám aromatických látek (Matyáš, 1995). Maso může absorbovat cizí pachy (Černý, 2007). Hovězí maso lze při -18 °C skladovat po dobu 6-12 měsíců. Zmrazení je jedním z nevhodnějších způsobů konzervace masa (Warriss, 2010).

Rozmrazování bývá často podceňovaným procesem, jeho nevhodný způsob může vést ke zhoršení jakosti a také až ke znehodnocení masa (Černý, 2007). Mělo by probíhat pomalu při nízkých teplotách (0-5 °C), kdy dochází k nejlepšímu zpětnému navázání vody bílkovinami (Pipek, 2012). Rozmražené maso je třeba uchovávat při teplotách do 4 °C a nejpozději za 3 dny zpracovat (Černý, 2007).



## 4 MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Materiál

V rámci sledování jakosti hovězího masa během zrání byly použity vzorky hovězího masa celkem ze 6-ti jalovic pocházejících ze dvou zemědělských podniků ve shodné vzdálenosti 48 km od Brna.

- Od chovatele 1 (okres Žďár nad Sázavou) bylo dodáno maso jalovic masného plemene Aberdeen Angus (označeno jako AA) z režimu ekologického zemědělství.
- Od chovatele 2 (okres Znojmo) byly zařazeny vzorky kombinovaného plemene České strakaté (označeno jako CS), také z jalovic.

Charakteristika sledovaných plemen je uvedena v kap. 3.6.1.1, ilustrační fotografie viz obr. 5 a 6.



*Obr. 5 Český strakatý skot  
(Skládanka et al., 2014)*



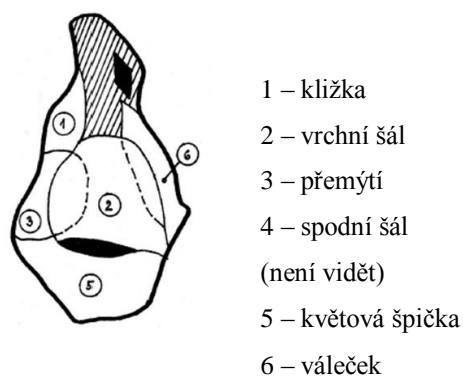
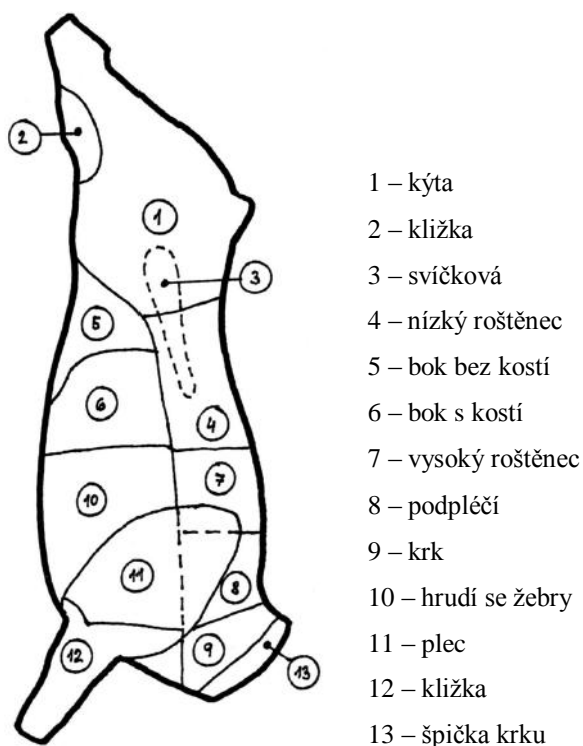
*Obr. 6 Aberdeen Angus  
(ČSCHMS, 2015)*

Základní data týkající se hmotnosti a věku zvířat jsou uvedena v tab. 4. Vzorky byly odebírány při rozbourávání JUT, a to 1 týden po porážce. Porážka byla provedena na místních jatkách (do 20 km).

*Tab. 4 Základní parametry sledovaných jatečných zvířat*

| Plemeno       | Aberdeen Angus (AA) |                             |                         | České strakaté (CS) |                             |                         |
|---------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|
|               | Stáří<br>(měsíce)   | Hmotnost<br>v živém<br>(kg) | Hmotnost<br>JUT<br>(kg) | Stáří<br>(měsíce)   | Hmotnost<br>v živém<br>(kg) | Hmotnost<br>JUT<br>(kg) |
| Zvíře 1       | 18                  | 380                         | 218                     | 19                  | 404                         | 224                     |
| Zvíře 2       | 18                  | 402                         | 235                     | 19                  | 420                         | 218                     |
| Zvíře 3       | 18                  | 394                         | 230                     | 19                  | 377                         | 204                     |
| <b>Průměr</b> | <b>18</b>           | <b>392</b>                  | <b>228</b>              | <b>19</b>           | <b>400</b>                  | <b>215</b>              |

Pro porovnání byly použity dvě výsekové části a dále jmenované svaly. A to z nízkého roštěnce (*Musculus longissimus dorsi* - označen jako NR) a svrchního šálu (*Musculus adductores* - označen jako SŠ), viz obr. 7 a 8.



Obr. 7 Schéma dělení hovězí pŮlky na jednotlivé části (Bořilová, 2014)

Obr. 8 Schéma dělení hovězí kýty – laterální pohled (Bořilová, 2014)

## 4.2 Metodika

Části JUT byly převezeny na Ústav technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně (ÚTP MENDELU), teploty chladírenského řetězce (2-4 °C) nebyly porušeny.

Zde byly zváženy, rozděleny na menší části a vakuově zabaleny. Následně byly vzorky uloženy do chladírny masného provozu ÚTP (CZ 22067) a postupně odebírány v souvislosti s metodikou pokusu. Schéma měření v čase je shrnuto v tab. 5, ilustrační fotografie vakuově zabaleného vzorku masa před měřením na obr. 9.

Teplotní podmínky do 2 °C byly kontrolovány každý den zápisem teplot. Teploty nepřesáhly 2 °C za celé sledované období.



Obr. 9 Vakuově zabalený vzorek nízkého roštěnce po 5 týdnech zrání (Autorka)

Tab. 5 Schéma měření všech parametrů v čase

| Plemeno  | Aberdeen Angus (AA)          |                              |                              | České strakaté (CS)          |                              |                              |
|----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|          | Zvíře 1                      | Zvíře 2                      | Zvíře 3                      | Zvíře 1                      | Zvíře 2                      | Zvíře 3                      |
| Čas      |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| 1. týden | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ |
| 2. týden | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | -                            | -                            | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | -                            | -                            |
| 3. týden | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | -                            | -                            | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | -                            | -                            |
| 4. týden | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | -                            | -                            | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | -                            | -                            |
| 6. týden | -                            | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | -                            | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ |
| 7. týden | -                            | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | -                            | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ |
| 8. týden | -                            | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | -                            | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ | pH, EV,<br>$\Delta E^*_{ab}$ |

#### 4.2.1 Sledované parametry

**Hmotnost JUT** je uvedena v kg. Byla zjištěna zvážením JUT na elektronické váze do 45 minut od vykrvovacího vpichu a přepočtena na hmotnost za studena.

#### Měření pH

Hodnoty pH byly měřeny elektrometricky pomocí přístroje PORTAVO 907 MULTI pH (firma KNICK, Německo) s vpichovou elektrodou SE104 N, viz obr. 10.



*Obr. 10 Měření pH nízkého roštěnce (Autorka)*

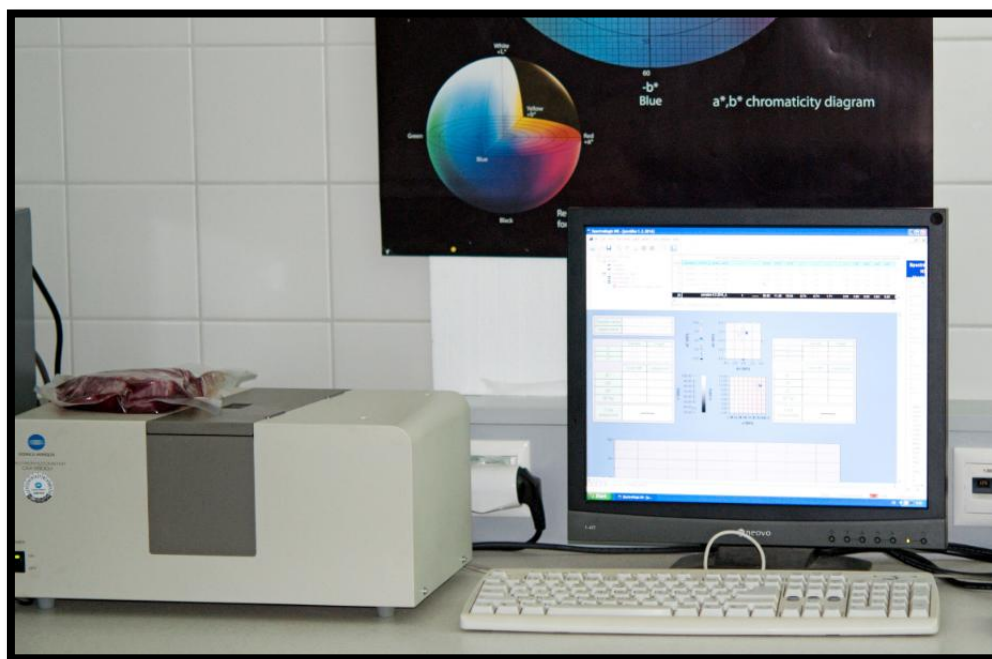
Přístroj je kalibrován vždy před měřením (při teplotě měření) pomocí sady pufrů (pH 7, pH 4). Po každém měření, které bylo provedeno s opakováním, byla elektroda opláchnuta destilovanou vodou a osušena buničinou. Ze dvou nezávisle měřených vpichů byl vypočítán průměr pH.

#### Elektrická vodivost (EC – electric conductivity)

Pro měření elektrické vodivosti masa byl používán konduktometr FLEISCHTESTER LF 191/F (firma WTW, Německo), který byl kalibrován roztokem KCl ( $c = 0,01 \text{ mol.l}^{-1}$ ) pomocí speciální nádoby. Měření probíhalo u vzorku masa vpichem na dvou místech a hodnota zprůměrována. Měřeno v  $\text{mS.cm}^{-1}$ .

## Měření barvy

Senzorická analýza pomocí instrumentálních metod byla naplněna použitím stolního spektrofotometru CM – 3500d (firma Konica Minolta, Japonsko), který je připojený k počítači se softwarovým programem CMs-100w Spektramagic NX, viz obr. 11. V programu je volba z několika režimů ke zpracování a exportu dat, např. zvolit žádané veličiny ( $L^*a^*b^*$ ,  $L^*C^*h$ , Hunter Lab). Lze eliminovat lesk (SCE) nebo měřit s leskem (SCI), nastavit režimy osvětlení (D65, D99), dále využít různé indexy, porovnávat jednotlivé vzorky se standardem. Dle velikosti měřeného vzorku si lze zvolit ze dvou velikostí štěrbin (8 nebo 30 mm). Přístrojem je proměřeno celé viditelné spektrum (tj. 380-780 nm) v intervalech 20 nm.



*Obr. 11 Spektrofotometrické měření barvy (Autorka)*

Ve vzorku je velmi rychle změřena vlnová délka odráženého světla za podmínek metody. Lze tak vyjádřit konkrétní absolutní hodnoty, jež jsou vhodné pro porovnání s jinými výsledky nezávisle na čase. Měření je velmi cenné při zjišťování odchylek v čase v rámci jednoho pokusu, během něhož se barva mění, například v důsledku biochemických procesů.

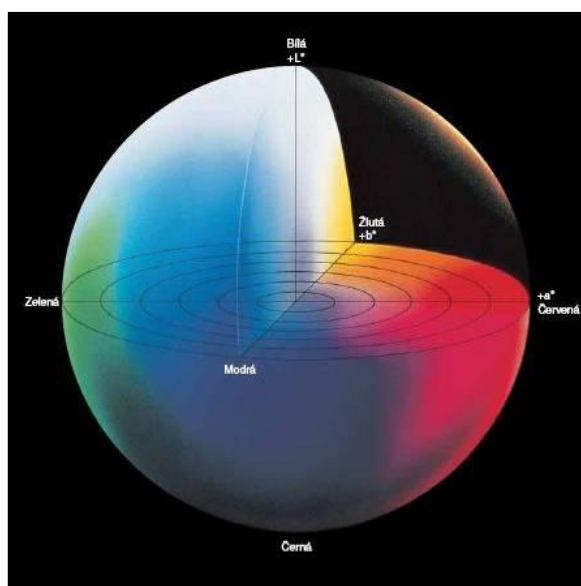
Spektrofotometr lze využít pro širokou škálu pevných i tekutých vzorků, podle právě zkoušeného vzorku se zvolí měření reflektance popřípadě transmitance.

Před samotným měřením je nutné přístroj nakalibrovat.

Pro kolorimetrické stanovení barvy hovězího masa byly zvoleny následující režimy:

- reflektance
- geometrie d/8 (přístroj měří odražené světlo pod úhlem 8°)
- SCE (specular component excluded – s eliminací lesku)
- D 65 (režim osvětlení – 6 500 Kelvinů)
- štěrbinu 30 mm

Při měření byl zvolen barevný prostor CIELAB, viz obr. 12.



Obr. 12 Barevný prostor CIELAB (Konica Minolta, 2012)

Získány byly následující hodnoty (Zmeškal et al., 2002):

- L\* jas (0-100; černá-bílá)
- a\* hodnota definující barevný odstín (záporná: zelená, kladná: červená)
- b\* hodnota definující barevný odstín (záporná: modrá, kladná: žlutá)

Lze vyjádřit celkovou barevnou odchylku  $\Delta E^*_{ab}$  (Zmeškal, 2002):

$$\Delta E^*_{ab} \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

kde:

$$\Delta L^* = L^*_{vzorku} - L^*_{predlohy}$$

$$\Delta a^* = a^*_{vzorku} - a^*_{predlohy}$$

$$\Delta b^* = b^*_{vzorku} - b^*_{predlohy}$$

$\Delta E^*_{ab}$  je mírou velikosti barevného rozdílu mezi předlohou (standardem) a vzorkem. Nemůže však indikovat povahu této difference (zda se jedná o ztmavení nebo zesvětlení). Hodnota  $\Delta L^*$  je jasová odchylka (přechod černá – bílá),  $\Delta a^*$  a  $\Delta b^*$  představují rozdíly v  $a^*$  a  $b^*$  diagramu.

Zmeškal et al. (1999) uvádí stupnici, podle níž lze  $\Delta E^*$  lze vyhodnotit, viz tab. 6. Obdobnou stupnici uvádí také Třešňák (1999).

Tab. 6 Stupnice neshody dvou barev (Zmeškal et al., 2002)

| $\Delta E^*_{ab}$ | Rozdíl                    | $\Delta E^*_{ab}$ | Rozdíl         |
|-------------------|---------------------------|-------------------|----------------|
| 0,0-0,2           | nepostřehnutelná          |                   |                |
| 0,2-0,5           | velmi slabá               | 0,2-1,0           | postřehnutelná |
| 0,5-1,5           | slabá                     | 1,0-2,0           | rozeznatelná   |
| 1,5-3,0           | jasně postřehnutelná      | 2,0-4,0           | ještě nerušící |
| 3,0-6,0           | střední                   | 4,0-8,0           | mírně rušící   |
| Přes 6,0          | výrazná nebo mírně rušící |                   |                |
| Přes 12,0         | velmi výrazná             |                   |                |
| Přes 16,0         | rušící                    |                   |                |



### **4.3 Statistické zpracování dat**

Data byla vyříděna v programu MS Office (Excel 2003), vypočítány průměry a směrodatné odchylky souboru. K testování průkazných rozdílů byl použit program UNISTAT 5.3, analýza variance ANOVA a Tukeyův test. Rozdílné indexy v řádku tabulek označují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami na hladině významnosti ( $P \leq 0,05$ ).

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Porovnání jatečné výtěžnosti v závislosti na plemeni

Jatečná výtěžnost všech sledovaných jedinců i její průměrná hodnota u obou sledovaných plemen je uvedena v tab. 7. Je patrné, že jatečná výtěžnost jalovic plemene Aberdeen Angus je při srovnatelném věku a předporážkové hmotnosti vyšší než u plemene České strakaté. Tato skutečnost potvrzuje fakt, že masná plemena dosahují vyšší jatečné výtěžnosti ve srovnání s kombinovanými i mléčnými plemeny. V porovnání s ostatními masnými plemeny má Aberdeen Angus navíc vyšší podíl masa a jemnou kostru (ČSCHMS, 2006; Bartoň et al., 2014). Jalovice dosahují nižší jatečné výtěžnosti v porovnání s býky (Keane a Allen, 1998). V tomto pokusu je průměrná jatečná výtěžnost obou plemen srovnatelná s dolními hodnotami rozmezí výtěžnosti býků uváděného v literárních zdrojích. Intenzivní výkrm býků plemene Aberdeen Angus se ukončuje při porážkové hmotnosti do 550 kg, jatečná výtěžnost pak odpovídá hodnotě 57-60 % (Bartoň et al., 2014), ČSCHMS (2008) uvádí hodnotu 61 %, Chládek a Kučera (2006) až 70 %. Jatečná výtěžnost se u býků plemene Českého strakatého, při ukončeném intenzivního výkrmu v hmotnosti 500-600 kg, pohybuje v rozmezí 54-58 % (Bartoň et al., 2014), nebo mírně nad 58 % (Chládek a Kučera, 2006; Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2008).

Tab. 7 Jatečná výtěžnost sledovaných jalovic

| Plemeno       | Aberdeen Angus (AA)         |                         |                                     | České strakaté (CS)         |                         |                                     |
|---------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
|               | Hmotnost<br>v živém<br>(kg) | Hmotnost<br>JUT<br>(kg) | Jatečná<br>výtěžnost<br>(%)         | Hmotnost<br>v živém<br>(kg) | Hmotnost<br>JUT<br>(kg) | Jatečná<br>výtěžnost<br>(%)         |
| Zvíře 1       | 380                         | 218                     | 57,37                               | 404                         | 224                     | 55,45                               |
| Zvíře 2       | 402                         | 235                     | 58,46                               | 420                         | 218                     | 51,90                               |
| Zvíře 3       | 394                         | 230                     | 58,38                               | 377                         | 204                     | 54,11                               |
| <b>Průměr</b> | <b>392</b>                  | <b>233</b>              | <b>58,07 ±<br/>0,61<sup>a</sup></b> | <b>400</b>                  | <b>215</b>              | <b>53,82 ±<br/>1,79<sup>b</sup></b> |

<sup>a,b</sup> – rozdílné indexy v řádku označují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami na hladině významnosti ( $P \leq 0,05$ ); NR – nízký roštěnec, SŠ – svrchní šál

## 5.2 Porovnání vývoje hodnot pH v čase v závislosti na plemeni a svalu

Svalovina živých zvířat vykazuje neutrální až slabě alkalickou reakci. Po usmrcení se svalová tkáň okyseluje, pH klesá až na 5,5 (Saláková a Bořilová, 2014). Následně se pH opět postupně zvyšuje a po několika dnech opět snižuje. U vyzrálého masa je hodnota pH 6,2-6,5 považována za hranici čerstvosti masa, vyšší hodnoty indikují nebezpečí nebo kažení masa (Saláková a Bořilová, 2014).

Vývoj hodnot pH ve svalových partiích obou plemen v průběhu osmi týdnů zrání je uveden v tab. 8.

Tab. 8 Vývoj hodnot pH v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií

| pH       | Aberdeen Angus (AA)      |                           | České strakaté (CS)      |                           |
|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
|          | NR                       | SŠ                        | NR                       | SŠ                        |
| 1. týden | 5,47 ± 0,03 <sup>b</sup> | 5,50 ± 0,03 <sup>ab</sup> | 5,51 ± 0,03 <sup>a</sup> | 5,54 ± 0,03 <sup>a</sup>  |
| 2. týden | 5,45 ± 0,03 <sup>b</sup> | 5,48 ± 0,03 <sup>ab</sup> | 5,52 ± 0,02 <sup>a</sup> | 5,50 ± 0,03 <sup>ab</sup> |
| 3. týden | 5,43 ± 0,03 <sup>a</sup> | 5,46 ± 0,03 <sup>a</sup>  | 5,50 ± 0,02 <sup>a</sup> | 5,40 ± 0,02 <sup>b</sup>  |
| 4. týden | 5,40 ± 0,03 <sup>c</sup> | 5,45 ± 0,02 <sup>b</sup>  | 5,49 ± 0,02 <sup>a</sup> | 5,45 ± 0,02 <sup>b</sup>  |
| 6. týden | 5,40 ± 0,02 <sup>a</sup> | 5,43 ± 0,02 <sup>a</sup>  | 5,40 ± 0,01 <sup>a</sup> | 5,40 ± 0,02 <sup>a</sup>  |
| 7. týden | 5,41 ± 0,02 <sup>b</sup> | 5,43 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 5,39 ± 0,01 <sup>c</sup> | 5,38 ± 0,02 <sup>c</sup>  |
| 8. týden | 5,40 ± 0,02 <sup>a</sup> | 5,42 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 5,40 ± 0,01 <sup>a</sup> | 5,35 ± 0,01 <sup>b</sup>  |

<sup>a,b,c,d</sup> – rozdílné indexy v řádku označují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami na hladině významnosti ( $P \leq 0,05$ ); NR – nízký roštěnec, SŠ – svrchní šál

V 1. týdnu byly naměřené hodnoty pH masa jalovic plemene České strakaté mírně vyšší ve srovnání s plemenem Aberdeen Angus. V průběhu zrání pH u obou plemen klesalo. Výsledné pH po 8 týdnech zrání bylo nižší u plemene České strakaté. V mase plemene Aberdeen Angus byla zaznamenána menší změna pH v průběhu zrání, a to v obou svalech.

Nízký roštěnec plemene Aberdeen Angus vykazoval po celou dobu zrání nižší hodnoty pH ve srovnání se svrchním šálem. U plemene České strakaté byly naměřeny nižší hodnoty nízkého roštěnce v 1. týdnu zrání, v následujících týdnech byly naopak hodnoty nízkého roštěnce vyšší než ve svrchním šálu s výjimkou 6. týdne, kdy bylo pH vyrovnané. V nízkém roštěnci plemene Aberdeen Angus nedošlo mezi 4. a 8. týdnem

zrání k výrazným změnám pH, naopak v nízkém roštěnci plemene České strakaté byl mezi 4. a 6. týdnem pozorován největší pokles za celou dobu sledování, a to z 5,49 na 5,40. Od 6. týdne pak pH nevykazovalo výrazné změny. Ve svrchním šálu plemene Aberdeen Angus byl pozorován postupný rovnoměrný pokles pH během celé doby zrání. Naopak ve svrchním šálu plemene České strakaté došlo mezi 2. a 3. týdnem k výraznějšímu poklesu z 5,50 na 5,40, ve 4. týdnu došlo dokonce ke zvýšení na 5,45. Následující týdny byl pozorován mírný rovnoměrný pokles.

K nejvýraznějším změnám v pH při normálním průběhu postmortálních změn dochází během prvních hodin a dnů po usmrcení zvířete. Měření roštěnce jalovic, které prováděl Byrne et al. (2000) ukazuje, pokles pH za 2 hodiny na 6,56 a za 24 hodin na 5,48. Huidobro et al. (2003) na základě sledování roštěnce jalovic po dobu šesti dní po porážce uvádí pokles pH během 24 hodin z 6,45 na 5,49. Tyto hodnoty se v následujících šesti dnech se nezměnily.

Šubrt et al. (2007) sledoval vývoj pH roštěnce býků Českého strakatého skotu po dobu 4 týdnů zrání ve vakuu (2 °C). Mezi 1. a 2. týdnem zaznamenal zvýšení hodnot (z 5,548 na 5,556). Následující 2 týdny pH klesalo, 3. týden na 5,529 a 4. týden na 5,476. Voříšková et al. (2012) uvádí u masa býků plemene České strakaté po dvou týdnech zrání ve vakuu hodnotu pH 5,760. Dikeman et al. (2013) uvádí hodnotu pH 5,59 po třech týdnu zrání ve vakuu.

Zhang et al. (2004) uvádí jako normální hodnoty pH 5,40-5,79, vyšší hodnoty (6,10-6,79) indikují jakostní vady. V našem pokusu nebyl zaznamenán výskyt odchylky DFD.

María et al. (2003) sledoval vliv přepravy trvající 30 minut, 3 a 6 hodin na pH masa býků o hmotnosti 343 ( $\pm 52$ ) kg. Porážka proběhla po odpočinku přes noc. Neprokázal souvislost mezi dobou přepravy a hodnotou pH<sub>24</sub>.

### **5.3 Porovnání vývoje hodnot elektrické vodivosti v čase v závislosti na plemeni a svalu**

Elektrické vlastnosti svalu vodivost a odpor se v průběhu přeměny svalu v maso mění. Elektrická vodivost je definována jako míra schopnosti vést elektřinu. Může sloužit ke zjišťování míry porušenosti svalové tkáně. V neporušené tkáni jsou naměřeny velmi

nízké hodnoty. Následně se vodivost postupně zvyšuje v důsledku uvolňování vody uvnitř svaloviny. Touto metodou lze brzy po porážce detekovat vadu PSE, nelze však detekovat vadu DFD (Byrne et al., 2000).

Vývoj hodnot elektrické vodivosti u obou plemen i jejich svalových partiích po bobu 8 týdnů je uveden v tab. 9.

Tab. 9 Vývoj hodnot elektrické vodivosti ( $mS.cm^{-1}$ ) v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií

| EC       | Aberdeen Angus (AA)       |                           | České strakaté (CS)       |                           |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|          | NR                        | SŠ                        | NR                        | SŠ                        |
| 1. týden | 7,11 ± 0,62 <sup>a</sup>  | 5,03 ± 0,60 <sup>b</sup>  | 6,38 ± 0,72 <sup>ab</sup> | 4,89 ± 0,61 <sup>b</sup>  |
| 2. týden | 7,44 ± 0,78 <sup>a</sup>  | 5,55 ± 0,56 <sup>b</sup>  | 6,62 ± 0,70 <sup>ab</sup> | 4,95 ± 0,71 <sup>b</sup>  |
| 3. týden | 7,49 ± 0,64 <sup>a</sup>  | 5,99 ± 0,70 <sup>b</sup>  | 7,05 ± 0,65 <sup>a</sup>  | 5,40 ± 0,76 <sup>b</sup>  |
| 4. týden | 8,18 ± 0,88 <sup>a</sup>  | 6,26 ± 0,91 <sup>b</sup>  | 8,52 ± 0,80 <sup>a</sup>  | 6,18 ± 0,83 <sup>b</sup>  |
| 6. týden | 9,93 ± 0,93 <sup>a</sup>  | 9,88 ± 0,77 <sup>a</sup>  | 10,10 ± 0,71 <sup>a</sup> | 9,52 ± 0,95 <sup>a</sup>  |
| 7. týden | 12,07 ± 0,84 <sup>a</sup> | 10,84 ± 0,83 <sup>a</sup> | 12,28 ± 0,99 <sup>a</sup> | 11,35 ± 0,80 <sup>a</sup> |
| 8. týden | 12,77 ± 1,49 <sup>a</sup> | 12,49 ± 1,35 <sup>a</sup> | 13,10 ± 1,20 <sup>a</sup> | 12,65 ± 1,10 <sup>a</sup> |

<sup>a,b</sup> – rozdílné indexy v řádku označují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami na hladině významnosti ( $P \leq 0,05$ ); NR – nízký roštěnec, SŠ – svrchní šál

V mase plemene Aberdeen Angus byly od 1. týdne naměřeny vyšší hodnoty elektrické vodivosti než v mase plemene České strakaté. Hodnoty se dle očekávání během celých osmi týdnů pozorování zvyšovaly. V případě nízkého roštěnce obou plemen byly od 1. do 7. týdne naměřeny vždy vyšší hodnoty než u svrchního šálu. V 8. týdnu měření vykazovaly všechny výsekové části podobné hodnoty elektrické vodivosti v rozmezí 12,49-13,10  $mS.cm^{-1}$ .

Byrne et al. (2000) sledoval elektrickou vodivost v roštěnci jalovic ( $n = 47$ ), po dobu dvou týdnů zrání ve vakuu. Během této doby došlo k výrazným změnám. V prvních osmi hodinách po porážce se vodivost nezměnila, v průměru odpovídala 2  $mS.cm^{-1}$ . S každým dalším měřením se výrazně zvyšovala, po dvou týdnech až na hodnotu v průměru 14,3  $mS.cm^{-1}$ . Dále uvádí vysokou variabilitu výsledků měření v době od 24 hodin po porážce, den po porážce udává rozmezí 1,3-13,7  $mS.cm^{-1}$ ,

1. týden rozmezí 6,1-15,9 mS.cm<sup>-1</sup> a 2. týden: 6,0-17,4 mS.cm<sup>-1</sup>. Vysokou variabilitu naměřených hodnot elektrické vodivosti masa uvádí také Page et al. (2001).

Jako další zjištění uvádí, že nepozoroval výraznou souvislost elektrické vodivosti s hodnotou pH ani barvou masa. Byrne et al. (2000) také uvádí, že korelace mezi hodnotami elektrické vodivosti s pH byly, během dvou týdnů sledování, zanedbatelné. Nicméně dodává, že jiní autoři korelaci prokázali v době 40-50 minut po porážce.

#### **5.4 Porovnání vývoje hodnot barvy v čase v závislosti na plemeni a svalu**

Na barvu masa má vliv řada faktorů, ty jsou podrobně popsány v literární části práce. Mezi tyto vlivy patří například pH. Zhang et al (2005) uvádí, že při normálním pH čerstvého hovězího masa odpovídá parametr L\* hodnotě 39,3, a\* 20,2 a b\* 8,1. V případě vyššího pH (nad 6,1) uvádí nižší hodnoty u všech parametrů, a to u L\* 36,4; u a\* 16,0 a u b\* 5,6.

Dalším faktorem působícím na barvu masa je pohlaví. Dračková et al. (2009) zjistila u býků a jalovic zařazených do třídy zmasilosti "R" statisticky významnou diferenci (P<0,01) v hodnotě L\* (býci: 34,50; jalovice: 37,10) a významnou diferenci (P<0,05) v hodnotě a\* (10,50;11,90) a b\* (8,00; 9,90).

Page et al. (2001) ve své práci uvádí vyšší hodnoty L\*a\*b\* u krav než u jalovic. U jalovic stanovil L\* 39,20, a\* 24,78, b\* 10,80, u krav L\* 39,62, a\* 25,20, b\* 11,03.

Modika et al. (2015) porovnával vizuálně a instrumentálně zjištěné hodnoty u vzorků hovězího masa zrajícího ve vakuu po dobu 3 týdnů. Silně negativní korelace pozoroval mezi vizuálně pozorovanou barvou a hodnotou L\* (r = -0,809) a také mezi vizuálně pozorovanou barvou a hodnotou b\* (r = -0,698).

Miguel et al. (2014) sledoval vliv kastrace býků plemene Aberdeen Angus na barvu masa. Pozoroval rozdíl mezi jedinci nekastrovanými a jedinci, kteří podstoupili chirurgickou kastraci nebo imunokastraci. Zjistil, že v roštenci byly hodnoty a\* a L\* imunokastrovaných jedinců mnohem bližší kastrovaným než nekastrovaným jedincům.

María et al. (2003) sledoval vliv přepravy zvířat na jatky (30 minut, 3 hodiny a 6 hodin) na barvu masa a uvádí, že její délka neměla na hodnoty L\* a\* b\* vliv.

### 5.4.1 Vývoj hodnot L\*

Měrná světlost L\* je shodná s hodnotou remise, jež vyjadřuje podíl odraženého světla dopadající na povrch vzorku masa. Čím více světla se odrazí, tím je maso světlejší a naopak (Ingr, 2003b). L\* nabývá hodnotu 0-100, její vývoj v průběhu zrání je popsán v tabulce 10 a zobrazen na obr. 13.

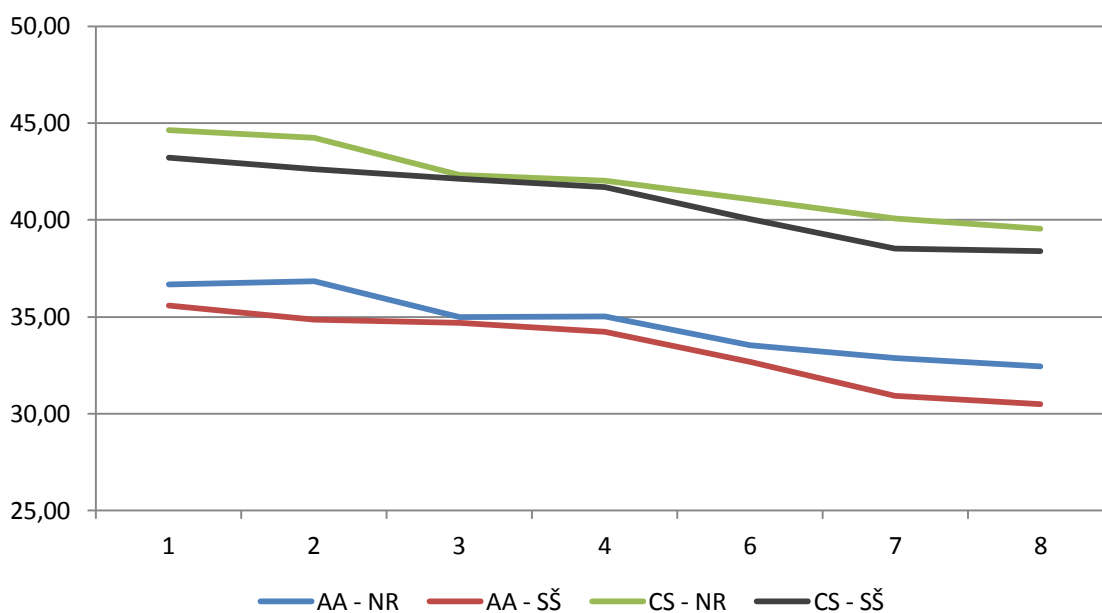
U plemene České strakaté byla po celou dobu měření vyšší hodnota L\* než u plemene Aberdeen Angus. Hodnota parametru L\* během osmi týdnů zrání pozvolna pravidelně klesala u obou plemen ve všech výsekových částech. U obou plemen byla naměřena vyšší L\* v nízkém roštenci než ve svrchním šálu, nejbliže si byly tyto hodnoty při měření ve 3. týdnu. K nejmenší změně parametru L\* došlo během sledovaného období v nízkém roštenci plemene Aberdeen Angus, k největší naopak v nízkém roštenci plemene České strakaté.

Optimální hodnota L\* je 38,48 – 41,1 (Page, 2001; Zhang, 2005). Huidobro et al. (2003) uvádí mírné zvýšení hodnoty L\* u jalovic po šesti dnech zrání ve vakuu z 37,61 na 38,13 a dále zmiňuje vysokou korelaci mezi hodnotami pH a L\* ( $r = -0,78$ ;  $P < 0,01$ ), pH ovlivňuje vaznost masa a ta ovlivňuje světlost. Dikeman et al. (2013) uvádí, že maso zrající ve vakuu má hodnotu L\* vyšší než maso zrající suchým způsobem. Vyšší hodnoty L\* mohou být spjaty s vyšším obsahem vody, jejíž ztráty jsou během mokrého zrání nižší. Dále uvádí, že během tří týdnů zrání ve vakuu došlo ke snížení hodnoty L\*, stejně jako v našem měření.

Tab. 10 Vývoj hodnot L\* v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií

| L*       | Aberdeen Angus (AA)       |                           | České strakaté (CS)       |                           |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|          | NR                        | SŠ                        | NR                        | SŠ                        |
| 1. týden | 36,66 ± 2,11 <sup>b</sup> | 35,57 ± 1,11 <sup>b</sup> | 44,65 ± 0,99 <sup>a</sup> | 43,22 ± 0,87 <sup>a</sup> |
| 2. týden | 36,85 ± 1,76 <sup>b</sup> | 34,86 ± 1,20 <sup>b</sup> | 44,26 ± 1,41 <sup>a</sup> | 42,63 ± 1,02 <sup>a</sup> |
| 3. týden | 34,99 ± 1,33 <sup>b</sup> | 34,69 ± 1,54 <sup>b</sup> | 42,32 ± 0,77 <sup>a</sup> | 42,12 ± 0,89 <sup>a</sup> |
| 4. týden | 35,03 ± 1,06 <sup>b</sup> | 34,24 ± 1,52 <sup>b</sup> | 42,02 ± 0,99 <sup>a</sup> | 41,69 ± 1,21 <sup>a</sup> |
| 6. týden | 33,54 ± 1,01 <sup>b</sup> | 32,69 ± 1,66 <sup>b</sup> | 41,08 ± 1,32              | 40,03 ± 1,00 <sup>a</sup> |
| 7. týden | 32,87 ± 0,88 <sup>b</sup> | 30,93 ± 1,72 <sup>b</sup> | 40,09 ± 1,66 <sup>a</sup> | 38,54 ± 0,85 <sup>a</sup> |
| 8. týden | 32,44 ± 0,69 <sup>b</sup> | 30,49 ± 0,85 <sup>b</sup> | 39,55 ± 0,72 <sup>a</sup> | 38,40 ± 0,74 <sup>a</sup> |

<sup>a,b</sup> – rozdílné indexy v řádku označují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami na hladině významnosti ( $P \leq 0,05$ ); NR – nízký roštětec, SŠ – svrchní šál



Obr. 13 Vývoj hodnot L\* během zrání

#### 5.4.2 Vývoj hodnot a\*

Hodnota a\* definuje barevný odstín (zelená-červená), nabývá hodnot -60 až 60. Hodnoty naměřené v průběhu osmi týdnů jsou uvedeny v tabulce 11 a znázorněny na obr. 14.

Hodnoty parametru a\* během osmi týdnů vzrostly ve všech sledovaných svalech. V prvních třech týdnech se naměřené hodnoty a\* příliš nelišily mezi plemeny Aberdeen Angus a České strakaté, ale spíše mezi jejich výsekovými částmi. U nízkých roštěnců byla naměřené počáteční hodnota (9,55 u AA; 9,02 u ČS) nižší než u svrchních šálů, ale výsledná hodnota vyšší (12,01 u AA; 11,88 u ČS). Z toho vyplývá, že v průběhu sledovaného období došlo v těchto svalech k výraznějším změnám. Ve všech výsekových částech došlo k přechodnému poklesu, u nízkého roštěnce plemene Aberdeen Angus mezi 3. a 4. týdnem, u ostatních výsekových částí mezi 4. a 6. týdnem., přičemž nejvýraznější pokles byl zaznamenán u svrchního šálu plemene České strakaté, a to z 10,95 na 9,55. Po tomto přechodném poklesu se hodnota a\* ve všech svalech opět zvyšovala.

Voříšková et al. (2012) uvádí zvýšení hodnoty a\* v roštěnci býků plemene Českého strakaté po dvou týdnech zrání z 6,260 na 7,706. Huidobro et al (200) uvádí

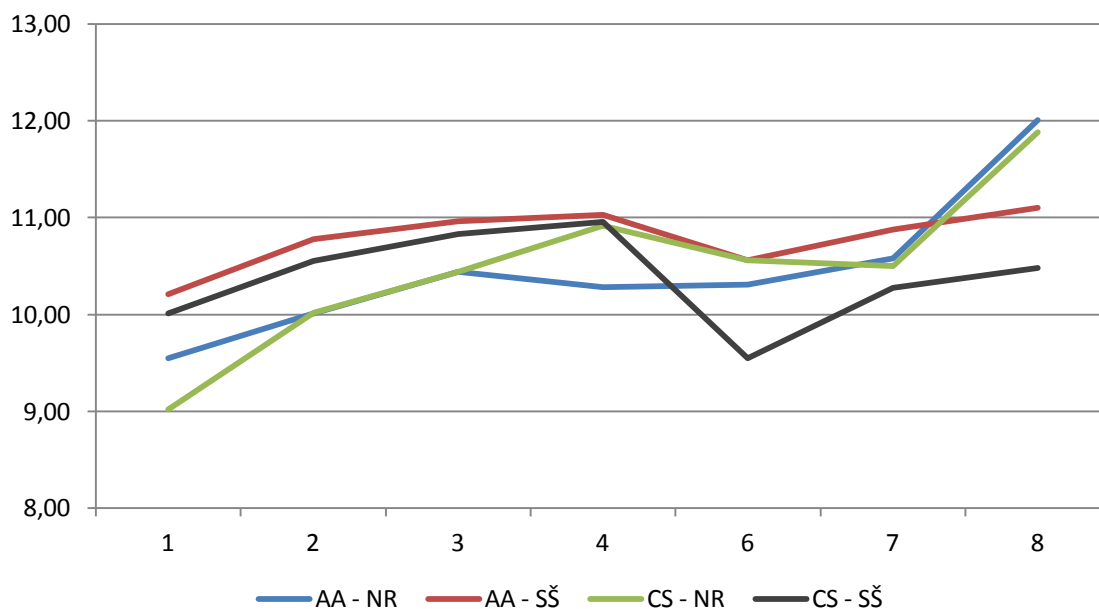


v prvních šesti dnech zrání roštěnce jalovic zvýšení hodnoty  $a^*$  z 17,09 na 17,53 ( $P < 0,05$ ). Abril et al. (2001) uvádí po šesti dnech zrání vzestup  $a^*$  z 10,82 na 11,75 a po devíti dnech na 12,13.

Tab. 11 Vývoj hodnot  $a^*$  v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií

| $a^*$    | Aberdeen Angus (AA)        |                           | České strakaté (CS)       |                           |
|----------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Čas      | NR                         | SŠ                        | NR                        | SŠ                        |
| 1. týden | 9,55 ± 0,61 <sup>b</sup>   | 10,21 ± 0,45 <sup>a</sup> | 9,02 ± 0,37 <sup>b</sup>  | 10,01 ± 0,44 <sup>a</sup> |
| 2. týden | 10,01 ± 0,88 <sup>a</sup>  | 10,78 ± 0,59 <sup>a</sup> | 10,02 ± 0,81 <sup>a</sup> | 10,56 ± 0,96 <sup>a</sup> |
| 3. týden | 10,44 ± 0,54 <sup>a</sup>  | 10,96 ± 0,61 <sup>a</sup> | 10,43 ± 0,35 <sup>a</sup> | 10,83 ± 0,88 <sup>a</sup> |
| 4. týden | 10,28 ± 0,84 <sup>a</sup>  | 11,03 ± 0,38 <sup>a</sup> | 10,92 ± 0,47 <sup>a</sup> | 10,95 ± 0,55 <sup>a</sup> |
| 6. týden | 10,31 ± 0,63 <sup>ab</sup> | 10,56 ± 0,78 <sup>a</sup> | 10,56 ± 0,49 <sup>a</sup> | 9,55 ± 0,57 <sup>b</sup>  |
| 7. týden | 10,58 ± 0,37 <sup>a</sup>  | 10,88 ± 0,49 <sup>a</sup> | 10,50 ± 0,35 <sup>a</sup> | 10,28 ± 0,38 <sup>a</sup> |
| 8. týden | 12,01 ± 1,06 <sup>a</sup>  | 11,10 ± 1,02 <sup>a</sup> | 11,88 ± 1,00 <sup>a</sup> | 10,48 ± 0,99 <sup>a</sup> |

<sup>a,b</sup> – rozdílné indexy v řádku označují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami na hladině významnosti ( $P \leq 0,05$ ); NR – nízký roštěnec, SŠ – svrchní šál



Obr. 14 Vývoj hodnot  $a^*$  během zrání

### 5.4.3 Vývoj hodnot $b^*$

Hodnota  $b^*$  definuje barevný odstín (modrá-žlutá), nabývá hodnot -60 až 60. Naměřené hodnoty jsou zaznamenány v tabulce 12 a jejich vývoj zobrazen v obr. 15.

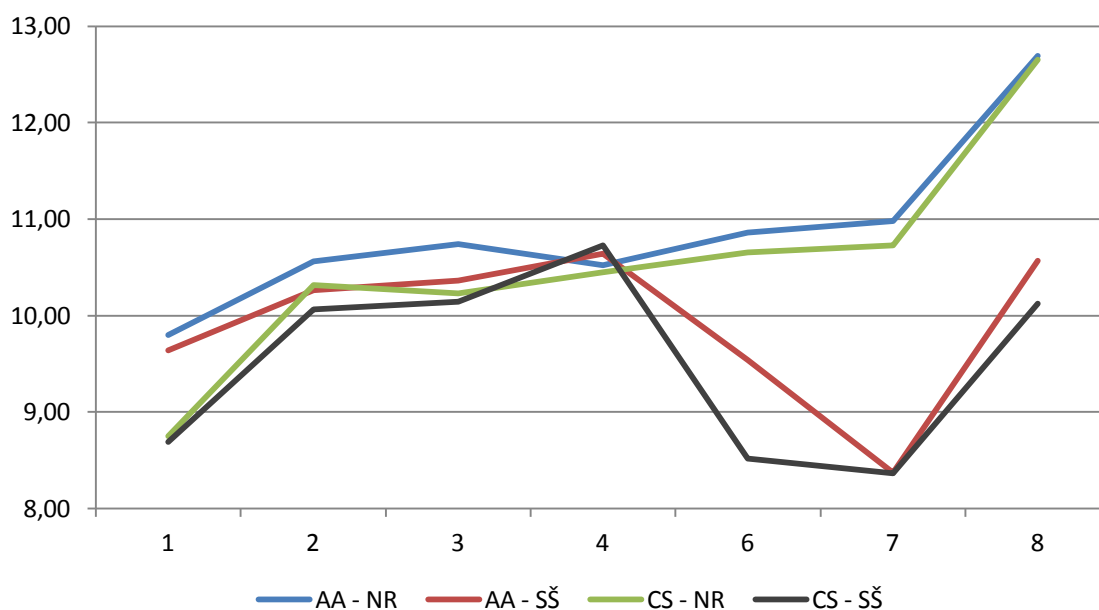
Huidobro et al. (2000) uvádí zvýšení hodnoty  $b^*$  po šesti dnech zrání roštěnce jalovic ve vakuu z 5,63 na 7,15 ( $P < 0,01$ ). Abril et al. (2001) rovněž uvádí zvýšení  $b^*$  z 5,93 na 9,32 za prvních šest dnů zrání, po devíti dnech pak uvádí mírný sestup na 9,17. Také Voříšková et al. (2012) uvádí zvýšení hodnoty  $b^*$  za 2 týdny zrání roštěnce býků plemene Českého strakaté z 5,830 na 7,363.

Na počátku sledovaného období byly naměřeny vyšší hodnoty  $b^*$  u plemene Aberdeen Angus v porovnání s plemenem České strakaté. Nízký roštěnec a svrchní šál obou plemen vykazovali v tomto týdnu téměř stejné hodnoty. Do 3. týdne hodnota  $b^*$  ve všech sledovaných svalectech rostla. Stejný trend byl pozorován při měření ve 4. týdnu, s výjimkou nízkého roštěnce plemene Aberdeen Angus, u něhož hodnota  $b^*$  mírně klesla, a to z 10,74 na 10,52. V tomto týdnu byly naměřené hodnoty  $b^*$  všech sledovaných partií velmi blízké. Hodnota  $b^*$  se u nízkého roštěnce obou plemen do 8. týdne zvyšovala až na 12,69 (AA) resp. 12,65 (ČS). V případě svrchního šálu u obou plemen nastal mezi 4. a 7. týdnem obdobně jako u hodnoty  $a^*$  pokles, avšak ještě výraznější, a to až na 8,37. Nicméně 8. týden byl pozorován silný zpětný nárůst na konečných 10,57 u plemen Aberdeen Angus a 10,13 u plemene České strakaté.

Tab. 12 Vývoj hodnot  $b^*$  v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií

| $b^*$    | Aberdeen Angus (AA)       |                           | České strakaté (CS)       |                           |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|          | NR                        | SŠ                        | NR                        | SŠ                        |
| 1. týden | 9,80 ± 0,31 <sup>b</sup>  | 9,64 ± 0,41 <sup>b</sup>  | 8,75 ± 0,35 <sup>a</sup>  | 8,69 ± 0,37 <sup>a</sup>  |
| 2. týden | 10,56 ± 0,48 <sup>a</sup> | 10,26 ± 0,53 <sup>a</sup> | 10,32 ± 0,56 <sup>a</sup> | 10,06 ± 0,41 <sup>a</sup> |
| 3. týden | 10,74 ± 0,45 <sup>a</sup> | 10,36 ± 0,47 <sup>a</sup> | 10,23 ± 0,38 <sup>a</sup> | 10,15 ± 0,43 <sup>a</sup> |
| 4. týden | 10,52 ± 0,51 <sup>a</sup> | 10,64 ± 0,51 <sup>a</sup> | 10,45 ± 0,46 <sup>a</sup> | 10,73 ± 0,42 <sup>a</sup> |
| 6. týden | 10,86 ± 0,47 <sup>c</sup> | 9,54 ± 0,45 <sup>b</sup>  | 10,66 ± 0,43 <sup>c</sup> | 8,52 ± 0,47 <sup>a</sup>  |
| 7. týden | 10,98 ± 0,57 <sup>c</sup> | 8,37 ± 0,68 <sup>b</sup>  | 10,73 ± 0,55 <sup>c</sup> | 8,37 ± 0,51 <sup>b</sup>  |
| 8. týden | 12,69 ± 0,77 <sup>b</sup> | 10,57 ± 0,56 <sup>a</sup> | 12,65 ± 0,61 <sup>b</sup> | 10,13 ± 0,63 <sup>a</sup> |

<sup>a,b</sup> – rozdílné indexy v řádku označují statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami na hladině významnosti ( $P \leq 0,05$ ); NR – nízký roštěnec, SŠ – svrchní šál



Obr. 15 Vývoj hodnot  $b^*$  během zrání

#### 5.4.4 Změna barvy $\Delta E^*$

Barevný prostor CIELAB dovoluje zavést, počítat a měřit objektivní odchylky mezi barvami. Veličina  $\Delta E^*_{ab}$  slouží pro vyjádření tohoto rozdílu, je složena z odchylek  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  a  $\Delta b^*$  (Saláková, 2012).

Měrná odchylka barvy  $\Delta E^*_{ab}$  je hodnocena ve všech čtyřech svalových partiích dle stupnice uvedené v tab. 6 (str. 48). Námi zjištěné hodnoty  $L^*a^*b^*$  a následně vypočtená veličina  $\Delta E^*_{ab}$  jsou graficky znázorněny na obr. 16 a podrobně uvedeny v tab. 13 a 14.

Ve všech sledovaných partiích došlo během pozorování po dobu osmi týdnů ke změnám barvy. Výraznější změny byly pozorovány v nízkém roštenci obou plemen, než ve svrchních šálech, především u plemene České strakaté, kdy vykazoval nízký roštěnc nejvyšší  $\Delta E^*_{ab}$  po celou dobu sledování. V 8. týdnu měření byla  $\Delta E^*_{ab}$  7,03. Naopak nejmenší změny byly pozorovány ve svrchním šálu plemene České strakaté, po osmi týdnech odpovídaly 5,05. V přídatě plemene Aberdeen Angus byly zjištěny menší rozdíly ve změně barvy mezi sledovanými svaly,  $\Delta E^*_{ab}$  nízkého roštence byla po osmi týdnech 5,68, svrchního šálu 5,24.

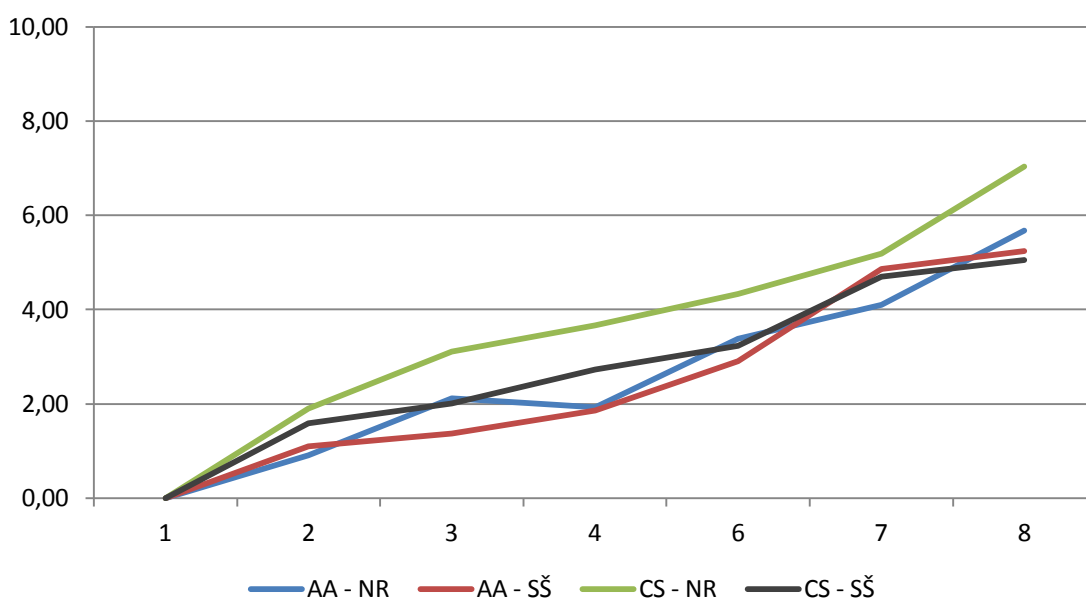
Hodnoty  $\Delta E^*_{ab}$  na konci pozorování se pohybovali v rozmezí 5,05-7,03. S využitím stupnice dle Zmeškala et al. (1999) lze tento stupeň neshody barev vyhodnotit jako výrazný až mírně rušící u nízkého roštěnce plemene Aberdeen Angus a střední až mírně rušící u ostatních sledovaných svalů.

Adcock et al. (2015) sledoval preference konzumentů při senzoričném hodnocení různých výsekových částí hovězího masa zrajících ve vakuu po dobu dvou, čtyř a šesti týdnů. Kýtu respondenti hodnotili po dvou a čtyřech týdnech zrání pozitivněji než po šesti týdnech.

Po dvou týdnech našeho sledování se hodnoty barevné odchylky  $\Delta E^*_{ab}$  pohybovaly v rozmezí 0,91-1,59. Dle stupnice (tab. 6) lze změnu barvy vyhodnotit v obou výsekových částech plemene Aberdeen Angus jako postřehnutelnou, slabou až rozeznatelnou a v obou výsekových částech plemene České strakaté jako rozeznatelnou až jasně postřehnutelnou.

Ve svrchním šálu obou pozorovaných plemen byly mezi druhým a čtvrtým týdnem pozorovány změny  $\Delta E^*_{ab}$  z 1,10 na 1,86 (AA) a z 1,59 na 2,72 (ČS), šestý týden na 2,90 (AA) a 3,23 (ČS).

V případě roštěnce Adcock et al. (2015) taktěž uvádí, že respondenti hodnotili celkový dojem nejlépe po dvou týdnech zrání. V našem pozorování byla v nízkém roštěnci plemene Aberdeene Argus v druhém týdnu zjištěna barevná odchylka  $\Delta E^*_{ab}$  0,91. U plemene České strakaté 1,90.



Obr. 16 Celková změna barvy  $\Delta E^*_{ab}$  během zrání

Tab. 13 Změna barvy  $\Delta E^*_{ab}$  nízkého roštěnce (NR) v čase u obou hodnocených plemen

| $\Delta E^*_{ab}$ | Aberdeen Angus (AA) |       |       |                   | České strakaté (CS) |       |       |                   |
|-------------------|---------------------|-------|-------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------------------|
|                   | NR                  |       |       |                   | NR                  |       |       |                   |
| Čas               | L*                  | a*    | b*    | $\Delta E^*_{ab}$ | L*                  | a*    | b*    | $\Delta E^*_{ab}$ |
| 1. týden          | 36,66               | 9,55  | 9,80  | 0,00              | 44,65               | 9,02  | 8,75  | 0,00              |
| 2. týden          | 36,85               | 10,01 | 10,56 | 0,91              | 44,26               | 10,02 | 10,32 | 1,90              |
| 3. týden          | 34,99               | 10,44 | 10,74 | 2,12              | 42,32               | 10,44 | 10,23 | 3,11              |
| 4. týden          | 35,03               | 10,28 | 10,52 | 1,93              | 42,02               | 10,92 | 10,45 | 3,66              |
| 6. týden          | 33,54               | 10,31 | 10,86 | 3,38              | 41,08               | 10,56 | 10,66 | 4,33              |
| 7. týden          | 32,87               | 10,58 | 10,98 | 4,10              | 40,09               | 10,50 | 10,73 | 5,19              |
| 8. týden          | 32,44               | 12,01 | 12,69 | 5,68              | 39,55               | 11,88 | 12,65 | 7,03              |

NR – nízký roštěnec, SŠ – svrchní šál

Tab. 14 Změna barvy  $\Delta E^*_{ab}$  svrchního šálu (SŠ) v čase u obou hodnocených plemen

| $\Delta E^*_{ab}$ | Aberdeen Angus (AA) |       |       |                   | České strakaté (CS) |       |       |                   |
|-------------------|---------------------|-------|-------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------------------|
|                   | SŠ                  |       |       |                   | SŠ                  |       |       |                   |
| Čas               | L*                  | a*    | b*    | $\Delta E^*_{ab}$ | L*                  | a*    | b*    | $\Delta E^*_{ab}$ |
| 1. týden          | 35,57               | 10,21 | 9,64  | 0,00              | 43,22               | 10,01 | 8,69  | 0,00              |
| 2. týden          | 34,86               | 10,78 | 10,26 | 1,10              | 42,63               | 10,56 | 10,06 | 1,59              |
| 3. týden          | 34,69               | 10,96 | 10,36 | 1,36              | 42,12               | 10,83 | 10,15 | 2,01              |
| 4. týden          | 34,24               | 11,03 | 10,64 | 1,86              | 41,69               | 10,95 | 10,73 | 2,72              |
| 6. týden          | 32,69               | 10,56 | 9,54  | 2,90              | 40,03               | 9,55  | 8,52  | 3,23              |
| 7. týden          | 30,93               | 10,88 | 8,37  | 4,86              | 38,54               | 10,28 | 8,37  | 4,70              |
| 8. týden          | 30,49               | 11,10 | 10,57 | 5,24              | 38,40               | 10,48 | 10,13 | 5,05              |

NR – nízký roštěnec, SŠ – svrchní šál

## 6 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na sledování jakosti v průběhu zrání hovězího masa. Literární část práce je věnována především popisu faktorů, které jakost hovězího masa ovlivňují. Jsou rozděleny na intravitální a postmortální. Důležitá je volba vhodného plemene, resp. užitkového typu, dále věku v době porážky, který je rozhodující z pohledu poměru základních složek jatečně upraveného těla, technologických i senzorických vlastností masa. Z intravitálních faktorů je dále významná výživa, podmínky chovu, šetrná předporážková manipulace a řádný průběh porážky. Z postmortálních faktorů je z hygienického, technologického i senzorického hlediska důležité správné provedení jatečných operací, chlazení a zrání. Pro získání masa vysoké jakosti je důležitý správný průběh zrání a eliminace výskytu jakostních odchylek, především DFD.

V experimentální části práce byly sledovány jakostní parametry celkem šesti jalovic masného plemene Aberdeen Angus a kombinovaného plemene České strakaté. V nízkém roštěnci (*Musculus longissimus dorsi*) a svrchním šálu (*Musculus adductores*) obou plemen byly sledovány parametry pH, elektrická vodivost a barva. Při přípravě vzorků byly části JUT zváženy, naporcovány, jednotlivě vakuově zabaleny a uloženy do chladírny masného poloprovozu ÚTP MENDELU. Odtud byly postupně jedenkrát týdně odebrány pro analýzu, a to po dobu osmi týdnů.

Z hodnot získaných před a po porážce byla vypočítána jatečná výtěžnost. Hodnota pH vykazovala ve všech sledovaných svalech po celou dobu měření mírný pokles. Elektrická vodivost ve všech výsekových částech naopak zrostla. Při měření barvy byly sledovány hodnoty  $L^*a^*b^*$  a měrná odchylka  $\Delta E_{ab}$ . Ve všech sledovaných svalech byla po osmi týdnech zjištěna změna barvy. Větší odchylky  $\Delta E_{ab}$  byly pozorovány u nízkého roštěnce obou plemen, přičemž největší odchylka, jež byla naměřena u plemene České strakaté, byla vyhodnocena jako výrazná.

Jakost je vedle ceny jedním z hlavních faktorů ovlivňujících spotřebu hovězího masa. Neustále se prohlubuje znalost faktorů, které kvalitu masa ovlivňují. Zvyšuje se snaha eliminovat jejich negativní působení a naopak rozvíjet a aplikovat ty pozitivní.

Navazující práce by mohly být zaměřeny na podrobnější sledování jakosti masa zrajícího ve vakuu po dobu prvních 4 týdnů po porážce. Po této době bylo hovězí maso dostatečně vyzrálé a nedošlo u něj k příliš výrazným změnám barvy.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMERNŮ

ABRAHAMOVÁ, M. a J. BLUDNÝ. Trh s hovězím masem v ČR a ekonomika výkrmu skotu. *Maso*. **2013**(6), 4-10. ISSN 1210-4086.

ABRAHAMOVÁ, M. a D. VANĚK. Produkce masa v ČR a její výhled do roku 2010. In: *Sborník příspěvků z konference "Den masa 2007"*. ČZU v Praze, Katedra speciální zootechniky, 2007, s. 1-4. ISBN 978-80-213-1645-4.

AGUILAR-GUGGEMBUHL, J. Antemortem handling. HUI, Y. *Handbook of meat and meat processing*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012, s. 303-311. ISBN 9781439836835.

ABRIL, M, M. M. CAMPO, A. ÖNENÇ, C. SAÑUDO, P. ALBERTÍ a A. I. NEGUERUELA. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science* [online]. 2001, **58**(1), 69-78 [cit. 2016-04-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(00)00133-9. ISSN 03091740. Dostupné z:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174000001339>

ADCOCK, L. A., J. T. SAWYER, B. D. LAMBERT, T. N. JONES, J. J. BALL, R. P. WYATT a J. JACKSON. Aging implications on fresh muscle traits of Certified Angus Beef steaks. *Journal of Animal Science* [online]. 2015, **93**(12), 5863-5872 [cit. 2016-04-24]. DOI: 10.2527/jas.2015-9300. ISSN 15253163. Dostupné z:  
[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&qid=5&SID=X1z8gsvWmPLiBxbfHP2&page=1&doc=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=5&SID=X1z8gsvWmPLiBxbfHP2&page=1&doc=1)

APPLE, J. K., A J. W. S. YANCEY. Water-Holding Capacity of Meat. KERTH, CH. R. *The science of meat quality*. 1. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2013, s. 119-145. ISBN 978-0-8138-1543-5.

BARTOŇ, L., D. BUREŠ, R. ZAHRÁDKOVÁ a T. KOTT. Možnosti ovlivnění zastoupení mastných kyselin v hovězím masa. *Maso*. **2009**(1), 19-20. ISSN 1210-4086.

BARTOŇ, L., et al. Učební texty pro školení klasifikátorů jatečných těl skotu (SEUROP). Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby Praha-Uhřetěves, 2014, 46 s.

BOŘILOVÁ, G. *Technologie a hygiena masa a masných výrobků: návody na cvičení*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-719-0.

BRADEN, K. W. Converting muscle to meat: physiology of rigor. KERTH, Chris R. *The science of meat quality*. 1. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2013, s. 79-97. ISBN 978-0-8138-1543-5.

BUČEK, P. Šlechtění na lepší efektivnost příjmu krmiva. *Náš chov*. **2013**(6), 25-25. ISSN 0027-8068.

BUREŠ, D. a L. BARTOŇ. Masná užitkovost. In TESLÍK, V. *Masný skot*. 1. Praha: Agrospoj, 2000, s. 173-176. Semafor. ISBN 8023942263.

BUREŠ, D. a L. BARTOŇ. Masná užitkovost. In ZAHŘÁDKOVÁ, R. et al. *Masný skot: od A do Z*. 1. vyd. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu, 2009, s. 173-176. ISBN 9788025442296.

BUREŠ, D. a L. BARTOŇ. Vliv plemenné příslušnosti býků na chemické složení a senzorické charakteristiky masa. *Maso*. **2012**(5), 57-60. ISSN 1210-4086.

BYRNE, C. E., D. J. TROY a D. J. BUCKLEY. Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine *M. longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science* [online]. 2000, **54**(1), 23-34 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00055-8. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174099000558>

CAMPO, M.M., P. SANTOLARIA, C. SAÑUDO, J. LEPETIT, J.L. OLLETA, B. PANEA a P. ALBERTÍ. Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Science* [online]. 2000, **55**(4), 371-378 [cit. 2016-04-12]. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00162-X. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917409900162X>

CUNNINGHAM, M., M. A. LATOUR a D. ACKER. *Animal science and industry*. 7th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, c2005. ISBN 013046256X.



ČECHOVÁ, M. Domácí porážky skotu mladšího 24 měsíců ve Zlínském kraji za období uplynulých tří let (2012-2014). *Maso*. **2015**(5), 28-43. ISSN 1210-4086.

ČERNÝ, L. *Co a jak s masem*. 1. vyd. Velké Bílovice: TeMi CZ, 2007. ISBN 9788090387362.

ČSCHMS. Informace o skotu: Aberdeen angus [online]. Českomoravská společnost chovatelů, a.s., 2015, [cit. 26-04-2016]. Dostupné na: <http://www.hovezimaso.cz/detail.php?plemeno=G>

ČSCHMS. *Základní charakteristika plemene. Aberdeen angus*. [www.cschms.cz](http://www.cschms.cz): plemena [online]. Český svaz chovatelů masného skotu, ©2006. [Cit. 2016-04-16]. Dostupné z: [http://www.cschms.cz/index.php?page=pl\\_info&plid=1](http://www.cschms.cz/index.php?page=pl_info&plid=1).

ČSCHMS. *Základní charakteristika plemene. Charolais*. [www.cschms.cz](http://www.cschms.cz): plemena [online]. Český svaz chovatelů masného skotu, ©2006. [Cit. 2016-04-16]. Dostupné z: [http://www.cschms.cz/index.php?page=pl\\_info&plid=8](http://www.cschms.cz/index.php?page=pl_info&plid=8).

ČSCHMS. *Základní charakteristika plemene. Limousine*. [www.cschms.cz](http://www.cschms.cz): plemena [online]. Český svaz chovatelů masného skotu, ©2006. [Cit. 2016-04-16]. Dostupné z: [http://www.cschms.cz/index.php?page=pl\\_info&plid=9](http://www.cschms.cz/index.php?page=pl_info&plid=9).

ČSN ISO 11036 Senzorická analýza - Metodologie – Profil textury. Český normalizační institut, 1997.

DIKEMAN, M. Animal Growth and Empty Body Composition. KERTH, Chris R. *The science of meat quality*. 1. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2013, s. 29-48. ISBN 978-0-8138-1543-5.

DIKEMAN, M. E., E. OBUZ, V. GÖK, L. AKKAYA a S. STRODA. Effects of dry, vacuum, and special bag aging; USDA quality grade; and end-point temperature on yields and eating quality of beef *Longissimus lumborum* steaks. *Meat Science* [online]. 2013, **94**(2), 228-233 [cit. 2016-04-21]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.02.002. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013000430>

DOSTÁLOVÁ, J. a P. KADLEC. *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2014. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074182082.

DRAČKOVÁ, E., J. ŠUBRT a R. FILIPČÍK. Barva hovězího masa u býku, jalovic a volů. In: *Sborník příspěvků z konference "Den masa 2009"*. ČZU v Praze, Katedra specialní zootechniky, 2009, s. 44-45. ISBN 789-80-213-2005-5.

DRAČKOVÁ, E., J. ŠUBRT a R. FILIPČÍK. Vliv užitkového typu jalovic na kvalitativní parametry jatečně upraveného těla a hovězího masa. *Maso*. **2014**(4), 26-28. ISSN 1210-4086.

DRAČKOVÁ, E., J. ŠUBRT a R. FILIPČÍK. Vliv užitkového typu volů na kvalitativní parametry jatečně upraveného těla a hovězího masa. *Maso*. **2015**(2), 44-47. ISSN 1210-4086.

FEINER, G., 2006. In KAMENÍK, J. a L. STEINHAUSER. 6. část: PSE, DFD a jiné odchylky zrání masa. *Maso* 2012(6). 56-61. ISSN 12010-4086.

FILIPČÍK, R., J. ŠUBRT, E. DRAČKOVÁ a M. HOMOLA. Diference ve kvalitě hovězího masa býků, jalovic a volů mezi třídami zmasilosti systému SEUROP. In: *Sborník příspěvků z konference "Den masa 2009"*. ČZU v Praze, Katedra specialní zootechniky, 2009, s. 42-43. ISBN 789-80-213-2005-5.

FRYLINCK, L., A. O'NEIL, E. DU TOIT, P. E. STRYDOM a E. C. WEBB. The beef tenderness model. *South African Journal of Animal Science* [online]. 2015, **45**(3), 234-248 [cit. 2016-04-13]. DOI: 10.4314/sajas.v45i3.2. ISSN 03751589. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=25ce1e2c-eeac-4d42-bf11-b8f1d2aa6298%40sessionmgr106&vid=13&hid=119>

GREGORY, N. G. a T. GRANDIN. *Animal welfare and meat production*. 2nd ed. Cambridge, MA: CABI, c2007. ISBN 1845932153.

HANNULA, T. a E. PUOLANNE. The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7 °C. *Meat Science* [online]. 2004, **67**(3), 403-408 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2003.11.012. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400300322X>

HANZELKOVÁ, Š., J. SIMEONOVÁ, D. HAMPEL, A. DUFEK a J. ŠUBRT. The effect of breed, sex and aging time on tenderness of beef meat. *Acta Veterinaria Brno* [online]. 2011, **80**(2), 191-196 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.2754/avb201180020191. ISSN 00017213. Dostupné z: <http://actavet.vfu.cz/80/2/0191/>.

HUI, Y. H. Factors Affecting Food Quality: A Primer. NOLLET, Leo M a Terri BOYLSTON. *Handbook of meat, poultry and seafood quality*. 1st ed. Ames, Iowa: Blackwell Pub., 2007, s. 3-6. ISBN 9780813824468.

HUI, Y. H. *Handbook of meat and meat processing*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012. ISBN 9781439836835.

HUIDOBRO, F. Ruiz de, E. MIGUEL, E. ONEGA a B. BLÁZQUEZ. Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Science* [online]. 2003, **65**(4), 1439-1446 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(03)00068-8. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174003000688>

CHLÁDEK, G. a J. KUČERA. Chov skotu. ŽIŽLAVSKÝ, J. *Chov hospodářských zvířat*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002, s. 75-117. ISBN 8071576158.

INGR, I. Zrací procesy v mase. STEINHAUSER, L.. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995, s. 387-404. ISBN 8090026044.

INGR, I. Chov jatečných zvířat. STEINHAUSER, L.. *Produkce masa*. 1. Tišnov: Last, 2000a, s. 259-276. ISBN 8090026079.

INGR, I. Příprava jatečných zvířat k porážení. STEINHAUSER, L.. *Produkce masa*. 1. Tišnov: Last, 2000b, s. 81-137. ISBN 8090026079.

INGR, I. Atypické zrání a kažení masa. In: *Český svaz chovatelů masa* [online]. 2003a [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=895>.

INGR, I. *Produkce a zpracování masa*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003b. ISBN 8071577197.

INGR, I. Zrání masa a jeho praktický význam. In: *Český svaz chovatelů masa* [online]. 2003c [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=894>.

JŮZL, M. a Š. NEDOMOVÁ. *Jakost živočišných produktů: (skriptum)*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 9788075092052.

KADLEC, P., K. MELZUCH a M. VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrobních technologií potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074181450.

KAMENÍK, J. Vybrané kapitoly z technologie a hygieny zpracování masa. KAMENÍK, J., B. JANŠTOVÁ a A. SALÁKOVÁ. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014, s. 7-139. ISBN 9788073057220.

KAMENÍK, J. Vybrané vlastnosti výsekového masa a které faktory je ovlivňují. *Maso*. **2015**(3), 26-34. ISSN 1210-4086.

KAMENÍK, J., B. JANŠTOVÁ a A. SALÁKOVÁ. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 9788073057220.

KAMENÍK, J. a L. STEINHAUSER. Maso na talíři 2. Část: Dobrý sluha. *Maso*. **2011**(5): 8-11. ISSN 1210-4086.

KAMENÍK, J. a L. STEINHAUSER. 6. část: PSE, DFD a jiné odchylky zrání masa. *Maso* **2012**(6). 56-61. ISSN 1210-4086.

KAMENÍK, J., L. STEINHAUSER., I. STEINHAUSEROVÁ. 5. část: Zrání masa aneb jak se svalovina stává masem (2. díl). *Maso* **2012**(4). 48-52. ISSN 1210-4086.

KEANE, M. G. a P. ALLEN. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science* [online]. 1998, **56**(3), 203-214 [cit. 2016-04-24]. DOI: 10.1016/S0301-6226(98)00155-9. ISSN 03016226. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622698001559>

KERTH, CH. R. *The science of meat quality*. 1. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2013. ISBN 978-0-8138-1543-5.

KIM, G.-D., H.-S. LEE, E.-Y. JUNG, et al. The effects of CO<sub>2</sub> gas stunning on meat quality of cattle compared with captive bolt stunning. *Livestock Science* [online]. 2013, **157**(1), 312-316 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/j.livsci.2013.05.025. ISSN 18711413. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141313002576>

Konica Minolta, 2012. In: SALÁKOVÁ, A. Instrumentální hodnocení textury a barvy masa a masných výrobků. *Maso*. **2015**(2), 37-42. ISSN 1210-4086

KUBÍČEK, K. a P. NOVÁK. Zoohygienické podmínky chovu jatečných zvířat. STEINHAUSER, Ladislav. *Produkce masa*. 1. Tišnov: Last, 2000, s. 171-227. ISBN 8090026079.

KVAPILÍK, J., Z. RŮŽIČKA a P. BUCEK. *et al.* Ročenka. Chov skotu v České Republice. Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2014. Praha: Českomoravská společnost chovatelů, a.s. *et al.*, 2015, 97 s. Dostupné z: <http://www.cmsch.cz/store/rocenka-chovu-skotu-2014.pdf>.

LÁTOVÁ, J. a I. STEINHAUSEROVÁ. Mikrobiologie masa. STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995, s. 75-108. ISBN 8090026044.

LAWRENCE, T. a V. FOWLER. *Growth of farm animals*. 2nd ed. New York: CABI Pub., c2002. ISBN 0-85199-484-9.

LIVISAY, S. A., Y. L. XIONG a W. G. MOODY. Proteolytic Activity and Calcium Effect in Dark–firm–dry and Pale–soft–exudative Meat. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 1996, **29**(1-2), 123-128 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1006/fstl.1996.0016. ISSN 00236438. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364389690016X>

MACH, N., A. BACH, A. VELARDE a M. DEVANT. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science* [online]. 2008, **78**(3), 232-238 [cit. 2016-03-24]. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174007002100?np=y//>

MARÍA, G. A., M. VILLARROEL, C. SAÑUDO, J. L. OLLETA a G. GEBRESENBET. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science* [online]. 2003, **65**(4), 1335-1340 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(03)00054-8. ISSN 03091740. Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174003000548>

MATYÁŠ, Z. Skladování a konzervace syrového masa. STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995, s. 405-428. ISBN 8090026044

MIGUEL, G. Z., M. H. FARIA, R. O. ROÇA, et al. Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore × Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. *Meat Science* [online]. 2014, **96**(2), 884-891 [cit. 2016-04-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.08.030. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013005159>

MODIKA, K. Y., L. FRYLINCK, K. W. MOLOTO, P. E. STRYDOM, P. H. HEINZE a E. C. WEBB. Visual evaluation of beef tenderness by using surface structural observations and its relationship to meat color. *South African journal of animal science* [online]. 2015, **45**(3), 255-262 [cit. 2016-04-24]. DOI: 10.4314/sajas.v45i3.4. ISSN 0021-8812. Dostupné z:

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=755f86bd-3fce-4e3d-aa61-2d553a59c4b7%40sessionmgr104&vid=5&hid=119>

MONSÓN, F., C. SAÑUDO a I. SIERRA. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Science* [online]. 2004, **68**(4), 595-602 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.05.011. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174004001366>

MIKULÍK, A. a P. PIPEK. Intravitální vlivy působící na jakost masa. STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995, s. 173-196. ISBN 8090026044.

NÁPRAVNÍKOVÁ, E. *Veterinární prohlídka jatečných zvířat: hygiena a technologie masa a masných výrobků: praktická cvičení*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2001. ISBN 8073054086.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 999/2001 ze dne 22. května 2001 o stanovení pravidel pro prevenci, tlumení a eradikaci některých přenosných spongiformních encefalopatií.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin.

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu

Nařízení Komise (EU) 2015/728 ze dne 6. května 2015, kterým se mění definice specifikovaného rizikového materiálu uvedená v příloze V nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 999/2001 o stanovení pravidel pro prevenci, tlumení a eradikaci některých přenosných spongiformních encefalopatií.

Nařízení Komise (EU) 2015/1162 ze dne 15. července 2015, kterým se mění příloha V nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 999/2001 o stanovení pravidel pro prevenci, tlumení a eradikaci některých přenosných spongiformních encefalopatií.

NOLLET, L. M a T. BOYLSTON. *Handbook of meat, poultry and seafood quality*. 1st ed. Ames, Iowa: Blackwell Pub., 2007. ISBN 9780813824468.

NOLLET, L. M. a F. TOLDRÁ (eds.). *Sensory analysis of foods of animal origin*. Boca Raton: CRC Press, c2011. ISBN 9781439847954.

ÖNENÇ, A. a A. KAYA. The effects of electrical stunning and percussive captive bolt stunning on meat quality of cattle processed by Turkish slaughter procedures. *Meat Science* [online]. 2004, **66**(4), 809-815 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(03)00191-8. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174003001918>

PAGE, J. K., WULF, D. M. a T. R. SCHWOTZER. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science* [online]. 2001, **79**(3), 678-687 [cit. 2016-04-24]. ISSN 15253163. Dostupné z: <http://search.proquest.com/docview/218120062/fulltextPDF/EE58C4D93879465APQ/1?accountid=28016>

PIPEK, P. *Technologie masa I.* 2. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991. ISBN 8070801069.

PIPEK, P. Technologie masa. KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin.* Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2012, s. 167-193. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074181450.

PIPEK, P. Maso, masné výrobky. In: DOSTÁLOVÁ, J. a P. KADLEC. *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin.* Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2014, s. 73-93. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074182082.

PIPEK, P., J. BRYCHTA, M. PETROVÁ. A. ŠIMONIOVÁ a B.-A. ROHLÍK. Jak rozlišit mrazené/rozmrazené maso od čerstvého. *Maso.* **2010**(4), 44-49. ISSN 1210-4086.

PIPEK, P. a J. KUŽNIAR. Porážení jatečných zvířat. STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa.* 1. vyd. Brno: LAST, 1995, s. 226-251. ISBN 8090026044.

PIPEK, P. a M. POUR. *Hodnocení jakosti živočišných produktů.* Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1998. ISBN 8021304421.

Retrospektivní údaje o spotřebě potravin v letech 1920-2006. *Český statistický úřad* [online]. 2008 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/retrospektivni-udaje-o-spotrebe-potravin-v-letech-1920-2006-n-7sg9bp0osn>

SALÁKOVÁ, A. Instrumentální hodnocení textury a barvy masa a masných výrobků. *Maso.* **2015**(2), 37-42. ISSN 1210-4086.

SALÁKOVÁ, A. a G. BOŘILOVÁ. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu: návody na cvičení.* Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 9788073057305.

SAMBRAUS, H. H. *Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata: 250 plemen.* Vyd. v češtině 1. Praha: Brázda, 2006. ISBN 8020903445.

SAÑUDO, C., E. S. MACIE, J. L. OLLETA, M. VILLARROEL, B. PANEA a P. ALBERTÍ. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat



quality using two different texture devices. *Meat Science* [online]. 2004, **66**(4), 925-932 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2003.08.005. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174003002262>

SAVELL, J. W., S. L. MUELLER a B. E. BAIRD. The chilling of carcasses. *Meat Science* [online]. 2005, **70**(3), 449-459 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.06.027. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400500046X>

SAWYER, J. T., J. K. APPLE, Z. B. JOHNSON, R. T. BAUBLITS a J. W. S. YANCEY. Fresh and cooked color of dark-cutting beef can be altered by post-rigor enhancement with lactic acid. *Meat Science* [online]. 2009, **83**(2), 263-270 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.05.008. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174009001387>

SIMEONOVÁ, J., S. GAJDŮŠEK a I. INGR. *Zpracování a zbožiznalství živočišných produktů*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 8071577081.

SKLÁDANKA, J. et al., Chov strakatého skotu [online]. Brno [cit. 2016-04-22]. Dostupné na: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty/files/21/21-chov\\_strakateho\\_skotu.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/21/21-chov_strakateho_skotu.pdf)

SOLOMON, M. B., J. S. EASTRIDGE, W. P. ERNIE a B. C. BOWKER. Measuring Meat Texture. NOLLET, L. M a F. TOLDRÁ (eds.). *Sensory analysis of foods of animal origin*. Boca Raton: CRC Press, c2011, s. 15-38. ISBN 9781439847954.

Spotřeba masa v hodnotě na kosti (na obyvatele za rok). *Český statistický úřad* [online]. 2015 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2014>.

STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995. ISBN 8090026044.

STEINHAUSER, L. *Produkce masa*. Tišnov: Last, 2000. ISBN 8090026079.

STEINHAUSEROVÁ, I. Ošetření masa na jatkách. STEINHAUSER, L. *Produkce masa*. 1. Tišnov: Last, 2000, s. 331-343. ISBN 8090026079.

STEINHAUSEROVÁ, I., A. HULÁNKOVÁ a G. BOŘILOVÁ. Hygiena a sanitace při produkci masa. *Maso*. **2015**(4), 7-12. ISSN 1210-4086.

STEINHAUSEROVÁ, I., F. JEŽEK a V. NEČADA. Hodnocení sensorických vlastností vyzrálého hovězího masa. *Maso*. **2013**(5), 23-27. ISSN 1210-4086.

STEINHAUSEROVÁ, I. a L. STEINHAUSER. Chemické a biochemické složení svalu - masa. STEINHAUSER, Ladislav. *Produkce masa*. 1. Tišnov: Last, 2000, s. 24-36. ISBN 8090026079.

STRAKOVÁ, E. a P. SUCHÝ. *Výživa hospodářských zvířat*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2005. ISBN 8073055430.

Svaz chovatelů českého strakatého skotu. Plemeno české strakaté - základní informace. [www.cestr.cz](http://www.cestr.cz): plemeno [online]. Svaz chovatelů českého strakatého skotu, ©2008. [Cit. 19. 4. 2016]. Dostupné z: <http://www.cestr.cz/plemeno.html>.

ŠIMONIOVÁ, A., A. SKŘIVÁNEK, T. ŠKORPILOVÁ a P. PIPEK. Souvislost pH a barvy masa. *Maso*. **2013**(5), 44-47. ISSN 1210-4086.

ŠÍMOVÁ, V., A. VOŠLÁŘOVÁ a V. VEČEREK. Welfare skotu při přepravě na jatky. *Maso*. **2015**(2), 40-44. ISSN 1210-4086.

*Šlechtění na masnou užitkovost a aktuálně otázky produkce jatečných zvířat: Sborník příspěvků z IV. mezinárodní vědecké konference pořádané v rámci prezentace výsledků řešení projektu NAZV Q191A055*. 1. Mendelova univerzita v Brně, 2012. ISBN 978-80-7375-645-1.

ŠUBRT, J., R. FILIPČÍK, J. SIMEONOVÁ, R. BJELKA a J. HOMOLA. Kvalita hovězího masa po jeho zrání. In: *Sborník příspěvků z konference "Den masa 2007"*. ČZU v Praze, Katedra speciální zootechniky, 2007, s. 82-84. ISBN 978-80-213-1645-4.

TOLDRÁ, F. *Handbook of meat processing*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2010. ISBN 9780813821825.

TROY, D. J. a J. P. KERRY. Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science* [online]. 2010, **86**(1), 214-226 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.05.009. ISSN 03091740. Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010001865>

TŘEŠŇÁK, K., 1999. In: SALÁKOVÁ, A. Instrumentální hodnocení textury a barvy masa a masných výrobků. *Maso*. **2015**(2), 37-42. ISSN 1210-4086.

VAN MOESEKE, W., S. DE SMET, E. CLAEYS a D. DEMEYER. Very fast chilling of beef: effects on meat quality. *Meat Science* [online]. 2001, **59**(1), 31-37 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00049-3. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174001000493>

VEČEREK, V. Welfare jatečných zvířat. STEINHAUSER, Ladislav. *Produkce masa*. 1. Tišnov: Last, 2000, s. 52-80. ISBN 8090026079.

VEČEREK, V., V. PIŠTĚKOVÁ, E. VOŠLÁŘOVÁ a I. BEDNÁŘOVÁ. Co si přestavit pod pojmy welfare a ochrana jatečných zvířat? *Maso*. **2012**(6), 45-56. ISSN 1210-4086.

VIK, M. Měření barevnosti a vzhledu: barevné odchylky [online]. 1995 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://dirk.kmi.tul.cz/depart/ktc/sylaby/Kolorimetrie/vcoldif.pdf>.

VILJOEN, H. F., H. L. DE KOCK a E. C. WEBB. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Science* [online]. 2002, **61**(2), 181-185 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00183-8. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174001001838>

VILLARROEL, M., G. A. MARÍA, C. SAÑUDO, J. L. OLLETA a G. GEBRESENBET. Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. *Meat Science* [online]. 2003, **63**(3), 353-357 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00093-1. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174002000931>

VITALE, M., M. PÉREZ-JUAN, E. LLORET, J. ARNAU a C. E. REALINI. Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature

cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Science* [online]. 2014, **96**(1), 270-277 [cit. 2016-04-17]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.07.027. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013003549>

VOŘÍŠKOVÁ, J., K. BENEŠ, J. ŠUBRT, a A. DUFEK. 2012: Vliv zrání na vybrané kvalitativní parametry masa skotu s kombinovanou užitkovostí, s. 107-109. In: Šlechtění na masnou užitkovost a aktuální otázky produkce jatečných zvířat: Brno, 12.9.2012 : sborník příspěvků z IV. mezinárodní vědecké konference pořádané v rámci prezentace výsledků řešení projektu NAZV QI91A055. Vyd. 1. Mendelova univerzita v Brně, 214 s., ISBN 978-80-7375-645-1.

VOSLÁŘOVÁ, E. Nová právní úprava ochrany zvířat při porážení – porážka na jatkách. *Maso*. **2013**(2), 52-55. ISSN 1210-4086.

VOSLÁŘOVÁ E., J. DOUSEK, I. BEDÁŇOVÁ, V. PIŠTĚKOVÁ a V. VEČEREK. Zhodnocení výsledků veterinárního dozoru nad ochranou hospodářských zvířat při porážení v ČR. *Maso*. **2012**(4), ISSN 1210-4086.

Vyhláška č. 264/2003 Sb., kterou se mění vyhláška č. 326/2001 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), g), h), i) a j) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich

WARRISS, P. *Meat science: an introductory text*. 2nd ed. Cambridge, MA: CABI, 2010. Modular texts. ISBN 1845935934.

YOUNG, J. F., M. THERKILDSEN, B. EKSTRAND, B. N. CHE, M. K. LARSEN, N. OKSBJERG a J. STAGSTED. Novel aspects of health promoting compounds in meat. *Meat Science* [online]. 2013, **95**(4), 904-911 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.04.036. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013001587>

ZAHRÁDKOVÁ, R. Masná plemena skotu. ZAHRÁDKOVÁ, R. et al. *Masný skot: od A do Z*. 1. vyd. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu, 2009, s. 31-43. ISBN 9788025442296.

ZAHRÁDKOVÁ, R. et al. *Masný skot: od A do Z*. 1. vyd. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu, 2009. ISBN 9788025442296.

Zákon č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání

Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů

Zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon)

ZHANG, S. X., M. M. FAROUK, O. A. YOUNG, K. J. WIELICZKO a C. PODMORE. Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Science* [online]. 2005, **69**(4), 765-772 [cit. 2016-04-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.11.009. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174004002918>

ZIVOTOFSKY, A. Z. a R. D. STROUS. A perspective on the electrical stunning of animals: Are there lessons to be learned from human electro-convulsive therapy (ECT)? *Meat Science* [online]. 2012, **90**(4), 956-961 [cit. 2016-03-25]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.11.039. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174011003950>

ZMEŠKAL O., M. ČEPPAN a P. DZIK. Barevné prostory a správa barev. [online]. 2002 [cit. 2016-04-18] Dostupné z: [http://www.fch.vut.cz/lectures/imagesci/download/stud06\\_rozn02.pdf](http://www.fch.vut.cz/lectures/imagesci/download/stud06_rozn02.pdf).

ŽIŽLAVSKÝ, J. *Chov hospodářských zvířat*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002. ISBN 8071576158.

## 8 SEZNAM TABULEK

- Tab. 1 Porovnání rozdílu ve složení masa mezi různými druhy hospodářských zvířat a jednotlivými svalovými partiemi (%)
- Tab. 2 Početní stav vybraných plemen a kříženců skotu v ČR k 1. 1. 2015
- Tab. 3 Podíl masa, tukové tkáně a kostí (%) v některých částech hovězího masa (český strakatý skot, hmotnost hovězí půlky 138 kg)
- Tab. 4 Základní parametry sledovaných jatečných zvířat
- Tab. 5 Schéma měření všech parametrů v čase
- Tab. 6 Stupnice neshody dvou barev
- Tab. 7 Jatečná výtěžnost sledovaných jalovic
- Tab. 8 Vývoj hodnot pH v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií
- Tab. 9 Vývoj hodnot elektrické vodivosti ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií
- Tab. 10 Vývoj hodnot  $L^*$  v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií
- Tab. 11 Vývoj hodnot  $a^*$  v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií
- Tab. 12 Vývoj hodnot  $b^*$  v čase u obou hodnocených plemen a sledovaných partií
- Tab. 13 Změna barvy  $\Delta E_{\text{ab}}$  nízkého roštěnce (NR) v čase u obou hodnocených plemen
- Tab. 14 Změna barvy  $\Delta E_{\text{ab}}$  svrchního (NR) v čase u obou hodnocených plemen

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Interakce devíti jakostních charakteristik jakosti masa
- Obr. 2 Pravoúhlé a cylindrické souřadnice v prostoru CIELAB
- Obr. 3 Podíl kostí (bone), svalů (muscle) a tuku (fat) v průběhu růstu těla skotu
- Obr. 4 Srovnání průběhu hodnot pH normálního a DFD masa
- Obr. 5 Český strakatý skot
- Obr. 6 Aberdeen Angus
- Obr. 7 Schéma dělení hovězí půlky na jednotlivé části
- Obr. 8 Schéma dělení hovězí kýty – laterální pohled
- Obr. 9 Vakuově zabalený vzorek nízkého roštěnce po pěti týdnech zrání
- Obr. 10 Měření pH nízkého roštěnce
- Obr. 11 Spektrofotometrické měření barvy
- Obr. 12 Barevný prostor CIELAB
- Obr. 13 Vývoj hodnot  $L^*$  během skladování
- Obr. 14 Vývoj hodnot  $a^*$  během skladování
- Obr. 15 Vývoj hodnot  $b^*$  během skladování
- Obr. 16 Celková změna barvy  $\Delta E^*_{ab}$  během skladování

## 10 SEZNAM ZKRATEK

|                  |  |
|------------------|--|
| a*               | hodnota definující barevný odstín  |
| AA               | plemeno Aberdeen Angus   |
| ADP              | adenosindifosfát   |
| ATP              | adenosintrifosfát  |
| b*               | hodnota definující barevný odstín  |
| BSE              | bovinní spongiformní encefalopatie (nemoc šílených krav)                               |
| Ca <sup>2+</sup> | vápenaté ionty   |
| CIELAB           | barevný prostor  |
| CLA              | konjugovaná kyselina linolová  |
| CS               | plemeno České strakaté   |
| ČSÚ              | Český statistický úřad   |
| DFD              | dark, firm, dry / tmavé, tuhé, suché maso  |
| JUT              | jatečně upravené tělo  |
| L*               | jas  |
| NIR              | spektrometrie v blízké infračervené oblasti  |
| OIE              | světové organizace pro zdraví zvířat   |
| PFN              | pale, firm, non-exudative / bledé, tuhé maso s obsahem vody a vazností normálního masa |
| pH <sub>24</sub> | hodnota pH 24 hodin po porážce   |
| PSE              | pale, soft, exudative / bledé, měkké, vodnaté maso                                     |
| PUFA             | polynenasycené masné kyseliny  |
| RSE              | reddish-pink, soft, exudative / růžové, měkké, vodnaté maso                            |
| S                | siemens (jednotka elektrické vodivosti)  |
| SLAK             | slintavka a kulhavka   |
| SFA              | nasycené mastné kyseliny   |
| SRM              | specifický rizikový materiál   |
| TPA              | analýza texturního profilu   |
| ΔE <sub>ab</sub> | měrná barevná odchylka   |