



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů

Diplomová práce

Jakostní znaky dančího masa

Autorka práce: Bc. Gabriela Jarošová

Vedoucí práce: Ing. Dana Jirotková, Ph.D.

Konzultant práce: Ing. Jan Bedrníček, Ph.D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá jakostními znaky masa farmově chovaných daňků evropských a vlivem způsobu porážky na jeho výslednou kvalitu. Literární přehled pojednává o významu masa a jeho chemickém složení. Dále popisuje kvalitativní znaky masa, farmový chov, způsoby porážky a průběh postmortálních změn masa.

Cílem práce bylo ověřit, k jakým kvalitativním změnám masa dochází v závislosti na způsobu porážky daňka na základě složení a fyzikálních vlastností svaloviny.

Jako statisticky významný parametr byla vyhodnocena naměřená hodnota pH masa v průběhu zrání, barva masa, obsah intramuskulárního tuku, kolagenních bílkovin a ztráta vody odkapem. Získané hodnoty masa u skupiny daňků vystavené před porážkou větší zátěži, tedy omráčených jatečnou pistolí a následně vykrvených, vykazovaly znaky na hranici vady DFD.

Klíčová slova: dančí maso, kvalita masa, barva, chemické složení, pH, DFD, způsob porážky

Abstract

This diploma thesis is focused on quality characteristics of farm-raised fallow deer meat and also on the slaughter method influence on meat quality. The theoretical part deals with the importance of meat and its chemical composition. Furthermore, quality characteristics of meat, deer farms, slaughter method and the process of postmortem changes are described.

The aim of this diploma thesis was to prove if there are any quality changes of meat according to slaughter method based on chemical composition and physical structure of meat.

The pH measurement during ageing of meat, meat color, intramuscular fat content, collagen content and drip loss was evaluated as statistically significant. Meat samples values of fallow deer stunned with a captive bolt in a handling box proved signs of DFD defective meat.

Keywords: fallow deer meat, meat quality, color, chemical composition, pH, DFD, slaughter method

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Daně Jirotkové, Ph.D., za cenné rady, odborné vedení, veškerou pomoc a věnovaný čas a dále děkuji Ing. Janu Bedrníčkoví, Ph.D. za pomoc při statistickém zpracování dat.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	8
1.1 Definice a význam masa.....	8
1.2 Chemické složení masa	9
1.2.1 Voda	9
1.2.2 Bílkoviny.....	9
1.2.3 Lipidy	11
1.2.4 Extraktivní látky.....	11
1.2.5 Vitaminy.....	12
1.3 Kvalitativní znaky masa	12
1.3.1 Vaznost.....	12
1.3.2 Textura	13
1.3.3 Barva	13
1.4 Způsoby porážky	20
1.4.1 Vykrvení.....	20
1.4.2 Opracování povrchu těla	21
1.4.3 Vnitřní opracování jatečného těla	21
1.4.4 Půlení	21
1.4.5 Veterinární prohlídka	21
1.4.6 Bourání masa.....	21
1.5 Postmortální procesy	22
1.5.1 <i>Prae-rigor</i>	22
1.5.2 <i>Rigor mortis</i>	22
1.5.3 Zrání masa.....	23
1.5.4 Hluboká autolýza	23

1.6	Farmový chov	25
1.7	Legislativa	26
2	Cíl práce	28
3	Materiál a metodika.....	29
3.1	Farma Mnich	29
3.2	Materiál	29
3.3	Metodika.....	31
3.3.1	Měření teploty a pH	31
3.3.2	Měření barvy	32
3.3.3	NIR analýza.....	33
3.3.4	Ztráta vody odkapem.....	33
3.3.5	Statistické vyhodnocení	33
4	Výsledky a diskuse.....	34
4.1	Stanovení hodnoty pH v průběhu zrání jatečných těl.....	34
4.2	Složení dančího masa	35
4.2.1	Obsah vody v dančím mase.....	35
4.2.2	Stanovení obsahu bílkovin a kolagenních bílkovin v mase	36
4.2.3	Stanovení obsahu intramuskulárního tuku v mase.....	38
4.3	Barva masa	39
4.4	Ztráta vody odkapem.....	41
	Závěr	43
	Seznam použité literatury.....	44
	Seznam obrázků	50
	Seznam tabulek	51

Úvod

Maso tvoří značný podíl lidské výživy nejenom proto, že obsahuje velké množství bílkovin, ale i proto, že je pro většinu strávníků sensoricky velmi atraktivní. V jídelníčku člověka má své místo už po tisíce let. Se zvětšující se populací se úměrně zvyšuje i poptávka, přestože roste i počet lidí, kteří ze svého jídelníčku maso vyřazují.

Nejvíce se u Čechů těší oblibě maso vepřové a kuřecí. Spotřeba zvěřiny zvolna roste, avšak její podíl oproti ostatním druhům masa je nízký. Zdrojem masa zvěřiny není pouze lovná zvěř z volné přírody, ale dnes je to i čím dál více se rozvíjející farmový chov některých druhů jelenovitých, jako je například daněk evropský, jelen evropský nebo muflon. Výhodou farmových chovů je mimo jiné zaručení původu masa, jeho kvality a možnost celoroční dodávky.

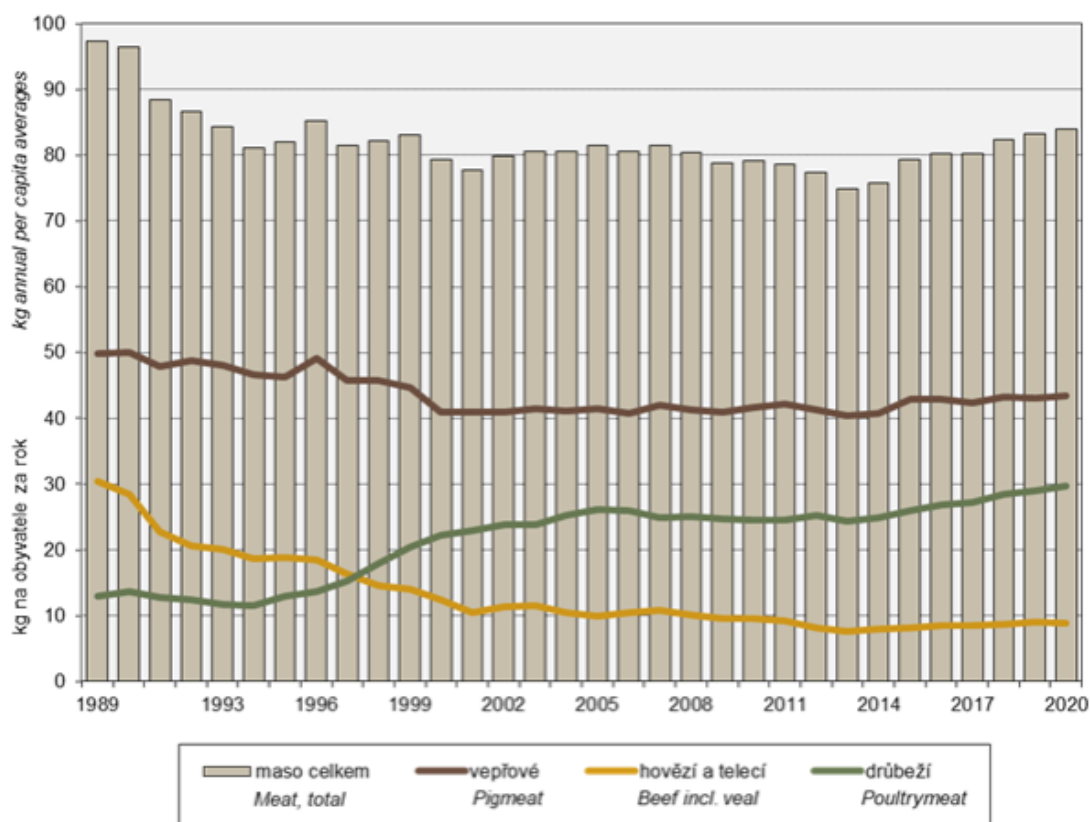
V případě masa z farmy jsou legislativně povolené dva způsoby porážky zvířete, a to odstřel na pastvině nebo omráčení ve fixační kleci jatečnou pistolí s následným vykrvením. Mohlo by se zdát, že není podstatné, jakým způsobem je zvíře poraženo, avšak v obou situacích je vystaveno jiné míře stresu, což ovlivňuje výslednou kvalitu masa. S rozvojem farmového chovu jelenovitých je příhodné zabývat se působením předporážkových vlivů na zvíře k zajištění nejlepších technologických a kulinárních vlastností jeho masa a později se tak vyvarovat možným vadám.

1 Literární přehled

1.1 Definice a význam masa

Masem rozumíme všechny části těl živočichů, včetně ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě. Takto do této definice patří všechny požitelné části těl jatečných i lovených zvířat jakožto krev, živočišné tuky, droby, kůže a kosti. V užším slova smyslu pojem maso bereme pouze jako kosterní svalovinu (Pipek, Jirotková 2001).

Maso je bohatým zdrojem živin a energie. Díky obsahu plnohodnotných bílkovin je bráno jako nenahraditelná součást výživy člověka (Pipek a kol., 2009). Mimo to obsahuje řadu esenciálních živin, jako jsou vitamíny a některé minerály (Drdák a kol., 1996). Spotřeba masa v ČR se v posledních letech mírně zvyšuje. V roce 2020 Češi zkonzumovali 84,0 kg masa na kosti, z čehož největší podíl zaujímal maso vepřové (43,4 kg) (ČSÚ, 2021).



Obrázek 1.1: Spotřeba masa v hodnotě na kosti v letech 1989-2020 (ČSÚ, 2021)

1.2 Chemické složení masa

Chemické složení masa zvířete je proměnlivé a je závislé na řadě intravitálních vlivů (druh, věk, pohlaví), jeho způsobu života, průběhu posmrtných změn, úpravě nebo zpracování. Většinu masa tvoří příčně pruhovaná svalovina. Základní složení masa lze vyjádřit Federovým číslem, které udává poměr obsahu vody a bílkovin a nabývá hodnot kolem 3,5 (70:20). Pomocí tohoto čísla můžeme na základě stanovení jedné složky (např. tuku) stanovit orientační složení masa (Steinhauser, 1995).

Hlavní složkou libové svaloviny je voda (70-75 %), dále se skládá z bílkovin (18-22 %), tuků (1-3 %), minerálních látek (1-1,5 %) a extraktivních látek, kam se řadí i sacharidy, kterých je v mase poměrně málo.

1.2.1 Voda

Voda tvoří v mase největší podíl ze všech látek. Má význam především pro kulinární a technologickou kvalitu masa, kdy ovlivňuje zásadní vlastnost masa, a to vaznost. Z nutričního hlediska je téměř bezvýznamná. Vyskytuje se ve dvou formách jako voda volná (volně vytékající z masa) a vázaná, která po naříznutí masa nevytéká a je potřeba použít zvýšeného tlaku k jejímu uvolnění (Hrabě 2006). Podíl vody vázané a volné tedy není stále stejný, ale závisí na mechanické síle působící na maso. Většina vody (70 %) je obsažena v myofibrilách, a právě proto jsou za vaznost masa rozhodující myofibrilární bílkoviny. Dále je pak 20 % obsaženo v sarkoplasmě a 10 % v mimobuněčném prostoru (Steinhauser, 2000). Voda v mase je označována jako masná šťáva, je roztokem bílkovin, solí, sacharidů a dalších rozpustných látek. Je prostředím pro průběh enzymových reakcí ve svalové tkáni (Ingr, 2003).

1.2.2 Bílkoviny

Bílkoviny v mase obsahují všechny esenciální aminokyseliny, nazýváme je tedy jako plnohodnotné (Pipek, Jirotková, 2001). Jsou nejvýznamnější složkou z hlediska nutričního i technologického a jejich obsah ve svalovině je vysoký (18-22 %). Pro masnou výrobu je zásadní rozpustnost bílkovin ve vodě a solných roztocích, podle které se rozdělují do tří skupin na bílkoviny sarkoplazmatické, myofibrilární a stromatické. Toto rozdělení odpovídá umístění v jednotlivých svalových strukturách (Steinhauser, 1995). Jakost masa a masných výrobků udává obsah svalových bílkovin (sarkoplazmatických a myofibrilárních). Z nutričního i technologického hlediska jsou stromatické

bílkoviny brány jako neplnohodnotné, a jsou tak i ekonomicky ceněny méně (Ingr, 2003).

Sarkoplazmatické bílkoviny

Tyto bílkoviny jsou obsažené převážně v sarkoplazmě a jsou rozpustné ve vodě nebo slabých solných roztocích. Největší význam v technologickém zpracování mají hemová barviva hemoglobin a myoglobin, která jsou zodpovědná za červené zbarvení krve (Lawrie a Ledward, 2006). Jsou tvořena bílkovinným nosičem globinem a barevnou skupinou hem. Dále do této skupiny sarkoplazmatických bílkovin patří myogen, myoalbumin, globulin X a myoglobulin (Steinhauser, 1995).

Myofibrilární bílkoviny

Myofibrilární bílkoviny tvoří hlavní podíl bílkovin masa. Nejsou rozpustné ve vodě, ale za to se snadno rozpouštějí v roztocích solí. Nachází se v myofibrilách, kde jsou zodpovědné za svalovou kontrakci, a tím určují vlastnosti masa a mají vliv na průběh posmrtných změn ve svalu (Ingr, 2003). Hlavní složkou těchto bílkovin je myosin obsažený v tlustých filamentech, který tvoří s tenkými filamenty další bílkoviny aktinu aktinomyosinový komplex (Pipek a Jirotková, 2001).

Stromatické bílkoviny

Bílkoviny pojivových tkání se vyskytují ve vazivech, šlachách, kůži, kostech a nejsou rozpustné ve vodě ani solných roztocích (Pipek a Jirotková, 2001). Protože nejsou tyto bílkoviny tvořeny všemi esenciálními aminokyselinami, jsou označovány jako neplnohodnotné (Steinhauser, 1995). Nejvýznamnější bílkovinou je kolagen. Látka odlišující se od jiných z této skupiny svými vlastnostmi a složitou strukturou. Při záhřevu se délka jeho vláken zkracuje a zároveň se stává sklovitým a elastickým. Ve vodě, při záhřevu na 65-90 °C, se tvoří želatina (glutin) potom, co kolagen nabobtná a rozruší se příčné vazby. V technologii masa má tato skutečnost velký význam, jelikož umožňuje měknutí některých typů masa (např. klišky) a využívá se tak při kulinárním zpracování nebo při výrobě vařených masných výrobků (Steinhauser, 1995).

Další významnou stromatickou bílkovinou je elastin, který je především v elastických vláknech. Chemicky je velmi odolný, není rozpustný ve vodě ani roztocích solí. Má žlutou barvu, jeho vlákna jsou bezstrukturní a mohou se prodloužit až na dvojnásobek své délky (Steinhauser, 1995).

V pokožce a kožních produktech je v hojné míře přítomen keratin, který je opět chemicky a mechanicky odolný (Ingr, 2001).

1.2.3 Lipidy

V mase je největší zastoupení tuků (triacylglycerolů), v malém množství jsou zastoupeny fosfolipidy a doprovodné látky, jako je např. cholesterol. Tuky můžeme dělit na intramuskulární a depotní (extracelulární) (Ingr, 2003). Díky intramuskulárnímu tuku, který je mezi svalovými vlákny rozložen ve formě žilek, je maso po tepelné úpravě chuťově zajímavější, křehčí a šťavnatější. (Sookhareea et al., 1995) Kresba tohoto tuku se nazývá mramorování a jeho množství je bráno jako ukazatel kvality. Depotní tuk tvoří samostatné tkáně, které se dále zpracovávají (Pipek a Jirotková, 2001).

V mase převládají nenasycené mastné kyseliny. Největší podíl lipidů tvoří triacylglyceroly vyšších mastných kyselin, jako jsou například kyselina stearová, palmitová nebo olejová (Steinhauser, 1995).

Mezi doprovodné látky lipidů patří cholesterol. Je prekurzorem vitamínu D a jeho výskyt v mase na sebe upíná pozornost z nutričních i zdravotních důvodů (Ingr, 2003). Dál k těmto látkám patří barviva karotenyl a xantofylly a lipofilní vitaminy (Steinhauser, 1995).

1.2.4 Extraktivní látky

Látky spadající do této skupiny jsou extrahovatelné vodou o teplotě 80 °C. Jejich obsah v mase je poměrně malý a chemickým složením jsou velmi nesourodé. Extraktivní látky jsou zodpovědné za typickou chuť a aroma masa a řadí se mezi ně sacharidy, organické fosfáty nebo dusíkaté extraktivní látky (Steinhauser, 1995).

Ze sacharidů je ve svalech zastoupen především glykogen a produkty jeho odbourávání. Obsah glykogenu při porážce je rozhodující pro následnou kvalitu masa. U vyčerpaných zvířat, kde je zásoba glykogenu vyčerpána ještě před porážkou, nedojde k řádnému okyselení masa, a tím se snižuje jeho udržitelnost (Steinhauser, 1995).

Ze skupiny organických fosfátů se v mase nachází nukleotidy, nukleové kyseliny a jejich rozkladné produkty. V procesu posmrtných změn se ATP postupně přeměňuje až na kyselinu močovou. Meziprodukty odbourávání jsou významné pro chutnost masa (Ingr, 2003).

1.2.5 Vitaminy

Maso je významným zdrojem několika vitaminů, které se nachází jak ve svalovině, tak ve vnitřních orgánech. Ze skupiny lipofilních vitaminů je to vitamin A (retinol), D (kalciferol) a E (tokoferol). Z hydrofilních jsou to převážně vitaminy skupiny B, a to B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B3 (niacin), B5 (kyselina pantothenová), B6 (pyridoxin) a B12 (kobalamin). V zanedbatelném množství je přítomen i vitamin C. Během tepelné úpravy však množství vitaminů klesá (Steinhauser, 2000).

1.3 Kvalitativní znaky masa

1.3.1 Vaznost

Vazností se rozumí schopnost masa vázat vodu vlastní i vodu přidanou v průběhu zpracování, a tu udržet i po tepelné úpravě. Obvykle se vyjadřuje v procentech jako podíl vody vázané (hydratační a imobilizované) k celkovému obsahu vody v mase. (Pipek a Pour, 1998)

Na vaznost masa má vliv podíl svalové tkáně a plazmatických bílkovin (pozitivně) a podíl kolagenních bílkovin (negativně). Také závisí na tom, v jaké fázi postmortálních změn maso právě je. Pokud je do dvou hodin po porážce, stále teplé, je vaznost nejlepší. Stejně tak, jako když je maso vyzrálé. Zatímco ve stádiu rigor mortis dochází k vytvoření aktinomyosinového komplexu, kdy se vlákna tlustých a tenkých filament spojí, nejsou schopny vodu udržet a vaznost je nejmenší (Steinhauser, 1995). Pozitivní vliv na vaznost má stupeň rozmělnění nebo také přídavek cizích bílkovin (mléčné, vaječné, pšeničné), které většinou bobtnají a tím zabraňují vytékání vody z masa. Uměle jde zvýšit vaznost také přidáním polyfosfátů, které podporují rozpustnost bílkovin a tím i disociaci aktinomyosinového komplexu (Steinhauser, 1995).

Mezi faktory ovlivňující vaznost patří i hodnota pH. Ve chvíli, kdy pH odpovídá izoelektrickému bodu bílkoviny (pH 5-5,3), je vaznost nejnižší. Bílkovina v tomto případě vykazuje nulový náboj, jelikož je počet jejích kladných a záporných nábojů vyrovnaný. Tyto molekuly jsou minimálně odpuzovány elektrostatickými silami a vytvářejí tak pouze malý prostor pro vodu. Při úpravě pH (okyselením nebo zalkalizováním) dochází ke změně disociace funkčních skupin bílkovin, jejich kladné a záporné náboje mění rozložení, štěpí se některé příčné vazby mezi peptidovými řetězci a mezi vlákny se zvýšením koncentrace stejně nabitých skupin vytvářejí odpudivé síly.

Tímto se oddalují peptidové řetězce a vytváří se tak prostor pro imobilizaci většího množství vody (Kadlec, 2002).

1.3.2 Textura

Textura je důležitým ukazatelem kvality masa a můžeme ji charakterizovat několika parametry, a to křehkostí, šťavnatostí, konzistencí, tvrdostí, pružností nebo žvýkatelností. Tyto parametry jsou důležité pro senzorické hodnocení a technologické zpracování masa (Ingr, 2003). Textura se odvíjí od struktury masa (uspořádání myofibrilárních bílkovin, bílkovin pojivové tkáně a intramuskulárního tuku) a též závisí na jeho fyzikálních a chemických vlastnostech (Shimokomaki a kol., 1972). Pozitivní vliv na texturu má dostatečné zrání masa nebo také obsah intramuskulárního tuku (Pipek a Jirotková, 2001). Důležitými faktory ovlivňující texturu jsou i skladování masa, kulinařská úprava ale i vliv stresu při předporážkové manipulaci se zvířaty (Szczesniak a kol., 1963).

Hodnocení textury masa může probíhat buď instrumentálně, nebo senzoricky. Nejčastěji jsou využívány mechanické střižní testy, mezi které patří i Warner–Bratzlerův test (Fabre, 2018).

Warner–Bratzlerův test je instrumentální metoda, která se využívá pro stanovení textury u syrového nebo tepelně upraveného masa. Pomocí nástavce s výřezem ve tvaru rovnoramenného trojúhelníku, který se zasouvá do štěrbin, dojde k přestřihnutí vzorku masa, a přitom je měřena síla ve stříhu (N). Pro nejpresnější měření je potřeba vést rovinu stříhu kolmo na svalová vlákna (Ruiz de Huidobro, 2005). Výsledky této metody se jsou často stejné jako výsledky senzorického hodnocení (Voges a kol., 2007).

1.3.3 Barva

Pro spotřebitele je barva prvním ukazatelem jakosti, který hodnotí při výběru masa. Rozhodující je celkový senzorický vjem člověka zahrnující sytost, intenzitu, barevný odstín a další dílčí barevné projevy (Šimek a Steinhauser, 2001). Tradičně se maso rozděluje na bílé (drůbeží a rybí) a červené (hovězí, vepřové, zvěřina) (Dostálová a Kadlec, 2014). Barva je dána obsahem hemových barviv – hemoglobinu a myoglobinu. Tato barviva patří do skupiny pyrollových barviv, jejichž základem je porfyrinový cyklus (Davídek, 1983). Struktura obou barviv se sestává z bílkovinného řetězce

globinu a barevné skupiny hemu. Myoglobin obsahuje pouze jeden komplex hemu v molekule, hemoglobin čtyři (Pipek a Jirotková, 2001). Základem struktury je proto-porfyrin IX, který s centrálním atomem dvojmocného železa tvoří barevnou skupinu hem. (Davídek, 1983). Hemová barviva jsou významným zdrojem železa pro organismus. Takto vázané železo je vstřebáno v lidském organismu z 10-30 %, na rozdíl od nehemového, které je vstřebáno pouze z 1-5 % (Velíšek, 1999).

Hemová barviva

Myoglobin

Myoglobin je myofibrilární bílkovina schopna aktivně vázat kyslík. Slouží k tvorbě zásoby kyslíku ve svalové tkáni, která je spotřebována při jeho případném dočasném nedostatku (Nollet a Toldra, 2008). Jeho obsah je ovlivněn fyziologickými nároky svalu, jeho druhem, stářím a genotypem zvířete (Young a West, 2001).

Myoglobin je složen z jednoho bílkovinného řetězce globinu, který tvoří hydrofobní kapsu pro uložení jedné hemové skupiny. Tato skutečnost je podstatná pro jeho funkci. (Bak a kol, 2019). Může navázat pouze jednu molekulu kyslíku. Barevná složka hem obsahuje čtyři pyrollová jádra, s kterými je šestivazné železo kovalentně vázáno čtyřmi vazbami, dále je spojeno se zbytkem histidinu globinového řetězce. Poslední vazba zůstává volná pro různé ligandy (CO, NO, O₂, atd). Oxidační stav a typ ligandu navázaného na železo určuje barvu a reaktivitu myoglobinu (Decker a kol, 2000). Myoglobin se vyskytuje ve třech základních formách (deoxymyoglobin, oxymyoglobin a metmyoglobin), které se od sebe strukturně liší pouze druhem ligandů navázaných na železo šestou vazbou. Ve formě deoxymyoglobinu je železo v reduovaném stavu Fe²⁺ a jeho šesté vazebné místo neobsazuje žádný ligand. Tato forma myoglobinu je udržována v anaerobních podmínkách, jako je vakuové balení nebo uvnitř svalu po usmrcení zvířete. V tomto stavu má maso fialovo červenou barvu a pro spotřebitele není příliš atraktivní (Carpenter, 2001). Při vystavení kyslíku dochází k oxygenaci na oxymyoglobin jasné červené barvy, přičemž se kyslík naváže na železo, které zůstává ve stavu Fe²⁺. Díky této vazbě je oxymyoglobin méně náchylnější k oxidaci (Sumar a Nair, 2017). V podmínkách za nízkého parciálního tlaku kyslíku (například při těsném kontaktu kusů masa nebo v přítomnosti aerobních bakterií) se oxiduje centrální železnatý kation hemu Fe²⁺ na Fe³⁺, jeho šesté vazebné místo obsazuje voda a vzniká metmyoglobin – neaktivní forma myoglobinu neschopná vázat kyslík, což způsobuje pro spotřebitele nepříznivé hnědo červené zbarvení. (Nollet a Toldra,

2008). Toto zbarvení může indikovat, že maso není příliš čerstvé, jelikož při skladování koncentrace kyslíku klesá, což způsobuje oxidaci pigmentu (Kameník a kol., 2014).

V čerstvém masu dochází k redukci metmyoglobinu, díky jeho reduktázám a kofaktoru NADH, na deoxymyoglobin, železitý kation se v tomto případě redukuje zpět na železnatý. Stárnutím masa ale dochází k vyčerpání enzymů a kofaktoru, reverzibilní reakce neprobíhá a metmyoglobinu v masu přibývá. (Krasulya a kol., 2021).

Hemoglobin

Hemoglobin je krevní barvivo koncentrované v červených krvinkách, které zprostředkuje přenos kyslíku z plic do svalů a podílí se na odvádění oxidu uhličitého (Pipek a Jirotková, 2001). Skládá se ze čtyř polypeptidových řetězců s centrálním atomem dvojmocného železa vázaného kovalentní vazbou a díky tomu může vázat čtyři molekuly kyslíku. Může přenášet i skupiny NO a CO. (Epstein a Hsia, 1998). Methemoglobin vzniká oxidací dvojmocného železa na trojmocné, kdy se hem v této formě označuje jako hemin nebo hematin a ztrácí schopnost vázat kyslík (Trojan, 2003). V případě degradace hemoglobinu je molekula rozštěpena na globin, jehož řetězce jsou hydrolyzovány a hem, který je dál rozštěpen na zelené barvivo biliverdin a žluté barvivo bilirubin. K rozpadu hemových barviv dochází působením enzymů, mikroorganismů, vzduchu nebo H_2O_2 (Pipek, 1998). V masu může být hemoglobin přítomen v různých koncentracích podle stupně vykrvení. Pokud je zvíře nedostatečně vykrveno, snižuje se tak jeho jakostní hodnota.

Faktory ovlivňující barvu masa

Roční období

Odlišnosti fyzikálních a chemických vlastností masa, a tedy i barvy, v průběhu ročních období jsou dány jinou fyzickou aktivitou, stresem nebo odlišnou stravou. Tyto faktory mají vliv na stavbu svalu a jeho pH (Neethling a kol, 2017).

Rozdíly ve stálosti barvy masa mezi ročními obdobími jsou popisovány u jelena evropského. Maso ze svalu Longissimus thoracis et lumborum zvěřiny ulovené na jaře vykazovalo větší hodnotu pH než maso zvěřiny ulovené v létě (Wiklund a kol., 2010). Vyšší hodnoty pH podporují lepší stabilitu barvy, zatímco u nižšího pH je tomu naopak (Livingston a Brown, 1981). Kvalita pastvy na jaře je pestrá, s větším množstvím antioxidantů, což také přispívá ke zlepšení barevné stability (Wiklund a kol., 2006).

U dobytka poraženého v létě byl v několika případech zaznamenán nárůst masa s vadou DFD oproti porážkám v zimním období (Kreikemeier a kol., 1998; Mitlöhner a kol., 2002).

Vliv ročních období na barvu masa může být způsoben rozdílným chováním zvířat (například v době říje), kvalitou pastvy nebo náchylností ke stresu. Ve výsledcích pozorování těchto vlivů jsou ale nesrovnalosti a zdá se, že tyto vlivy mohou být ovlivněny i jinými faktory, jako je druh zvířete nebo zeměpisná poloha (Neethling a kol., 2017).

Předporážkový stres

Předporážkový stres zvířat způsobuje následné vady masa PSE a DFD. V případě PSE po porážce prudce klesá pH, přičemž teplota masa je vysoká. Tyto podmínky přispívají k denaturaci sarkoplazmatických a myofibrilárních bílkovin, což má za následek snížení vaznosti. Tekutina se z nitra buněk přesouvá mezi svalová vlákna a struktura svalu je měkčí (Neethling a kol., 2017). V důsledku oddálení vláken tekutinou se zvětšuje rozptýl dopadajícího světla a svalovina se jeví světlejší.

Vada DFD se projevuje při nadměrném fyzickém vypětí před porážkou. Dochází k vyčerpání zásob glykogenu, a tím nedochází k vytvoření potřebného množství kyseliny mléčné. Hodnota pH je vysoká, což způsobuje vysokou vaznost a celkově větší kompaktnost svalové tkáně, která odráží menší množství dopadajícího světla a barva masa se jeví tmavší (Lawrie a Ledward, 2001).

Výživa

Složení stravy zvířat ovlivňuje výslednou kvalitu masa. Způsob krmení zvířete, pokud je živeno pouze z pastvy nebo je příkrmováno obilninami nebo dávkou složenou z nutričně vyvážených komponentů, často ovlivňuje pH svaloviny a podíl intramuskulárního tuku. Výživa vedoucí k vysokým hladinám antioxidantů ve svazech (například vitamin E), inhibuje oxidaci lipidů a přispívá k lepší stabilitě barvy, jak bylo prokázáno u hovězího (Arnold a kol., 1992) a jehněčího masa (Strohecker a kol., 1997). U masa zvířat přežvýkavců, jejichž strava byla založená pouze na pastvě, bylo pozorováno zežloutnutí podkožního tuku oproti zvířatům krmeným obilninami, což bylo způsobeno ukládáním karotenu z píce do tuku (Yang a kol., 1992).

Živočišný druh

Obsah hemových barviv se různí podle druhu zvířete. Největší podíl zaujímá myoglobin ve svazech. Krevní barvivo hemoglobin je ve svalovině obsaženo v malém množství, které závisí na stupni vykrvení.

Tabulka 1.1: Obsah hemových barviv podle druhu svaloviny (Velíšek, 1999)

Druh svaloviny	Obsah hemových barviv (mg/kg)
Kuřecí	126
Králíčí	200
Telecí	438
Vepřová	254-1527
Kachní	1168
Hovězí	1710-5000
Jehněčí	2500
Koňská	3620-8000
Velrybí	9100

Pohlaví

Obecně, u většiny druhů zvířat, mají samci tmavší maso než samice a vykastrovaní jedinci. Samci mají větší fyzickou aktivitu, jejich svalovina obsahuje víc myoglobinu a metabolické pochody probíhají v jiné intenzitě než u samic. (Neethling a kol, 2017). Při zkoumání hovězího masa, dospěli Kim a kol. (2003) k závěru, že maso volů vykazuje vyšší hodnoty L^* , a^* , b^* , než maso býků a krav, jejichž svalovina se ale v hodnotách nelišila. V jiném experimentu zjistil Węglarz (2010), že maso krav se liší od masa býků vyšší hodnotou b^* a nižší hodnotu měrného úhlu barevného tónu.

Věk

S přibývajícím věkem se zvyšuje koncentrace myoglobinu ve svalovině, což se projevuje tmavší barvou. Maso je více prorostlé tukem a depotní tuk vlivem stárnutí žloutne. Tento faktor u skotu byl sledován v několika experimentech. Na příklad Tang a kol. (2010) prokázali, že u starších jedinců plemena yanbian měla svalovina nižší hodnoty L^* , a^* a chromy, a tím se jevila tmavší. V další studii byla měřena barva masa plemena Hanwoo. Cho a kol. (2015) uvedli, že starší zvířata měla také nižší hodnota L^* , a^* , b^* a chromy v důsledku zvýšené koncentrace myoglobinu a zvýšené oxidace tuků.

Žluknutí tuků

Stabilita lipidů a myoglobinu spolu vzájemně souvisí. Při oxidaci lipidů vznikají vysoce reaktivní produkty, které reagují s myoglobinem, podpoří jeho oxidaci, a tím přispívají ke změně barvy masa. Oxidaci lipidů ovlivňuje řada faktorů, mezi které patří stupeň nenasycenosti mastných kyselin, světlo, koncentrace kyslíku, teplota, antioxidanty nebo prooxidanty (Chaijan, 2008). Pokud maso obsahuje velké množství polynenasycených mastných kyselin (PUFA), je náchylnější k rychlejší oxidaci a menší stabilitě barvy. Wood a kol. (2004) pozorovali, že maso pasoucích se zvířat obsahuje vyšší hladiny PUFA. Ačkoliv ve studii Wiklundové a kol. (2006) vykazovalo jelení maso vyšší hladinu nenasycených mastných kyselin, nebyla pozorována nižší barevná stabilita. Tento fakt byl pravděpodobně způsoben vysokým obsahem vitamínu E, který je hojně přijímán ve stravě pasoucích se zvířat a působí jako antioxidant. Inhibuje tedy oxidaci lipidů a tím pomáhá udržet barevnou stabilitu masa (Neethling a kol, 2017). V mase se vyskytují i prooxidanty, které naopak oxidaci podporují. Mezi tyto látky patří měď a železo, a to jak v hemovém, tak i v nehemovém stavu. Vyšší koncentrace PUFA a prooxidantů obsahuje maso zvěřiny, proto je více náchylné ke změně barvy (Stevenson-Barry a kol., 1999).

Vliv vykrvení

Vlivem nedostatečného vykrvení se pigmenty zbytkové krve v mase oxidují na trojmocnou formu Fe^{3+} , což má za následek hnědé zbarvení svaloviny (Faustman a Cassens, 1990). Při neúplném vykrvení mohou vznikat krevní skvrny, které negativně ovlivňují atraktivitu masa pro spotřebitele.

Způsoby měření barvy

Vizuální hodnocení

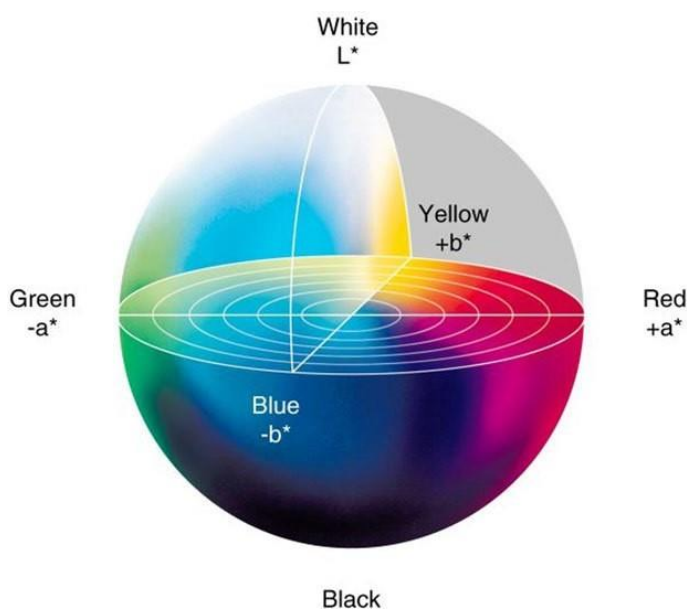
Senzorické hodnocení barvy masa může probíhat buď ve skupině kvalifikovaných hodnotitelů, nebo ve skupině běžných konzumentů. Hodnocení od vyškolených skupin lze považovat za objektivní, reprodukovatelné a vyrovnává se hodnotám zjištěným laboratorně. V případě spotřebitelských testů je zaznamenáváno subjektivní hodnocení pomocí hedonické stupnice (Tomasevic a kol, 2021). Názory konzumentů podléhají psychologickým a marketingovým faktorům, liší se tedy i napříč zeměmi a národy (Font-i-Furnols a Guerrero, 2014).

Instrumentální metody

Z fyzikálních metod se nejčastěji využívá spektrofotometrie nebo kolorimetrie. Pro instrumentální měření je důležitá kalibrace přístrojů. Jedině tak lze zaručit spolehlivé výsledky. Pro kolorimetrické měření barvy se využívá dvou standardizovaných pozorovatelů, a to buď 2° nebo 10° , které představují hodnoty trichromatických činitelů. Je třeba se rozhodnout, který je pro dané měření vhodnější. Z nových výzkumů je patrné, že dvoustupňový pozorovatel je užitečnější pro měření barev, a to v ohledu na stálost barvy (Tomasevic a kol, 2021).

V roce 1976 byl Mezinárodní komisí pro osvětlování (Commission internationale de l'éclairage) definován barvový prostor CIE L^* , a^* , b^* , ve kterém souřadnice L^* , a^* , b^* udávají polohu barvy. Tyto proměnné představují osy pravoúhlého prostoru. Hodnota L^* vyjadřuje měrnou světlost a představuje vertikální osu prostoru. Chromatickou rovinu tvoří osy a^* , b^* , které leží ve směru zelená – červená ($-a^*$ až $+a^*$), modrá – žlutá ($-b^*$ až $+b^*$) (Stančík, 2007).

Na prostoru CIE L^* , a^* , b^* je založený barvový prostor CIE L^* , C^* , h^* , který využívá polární souřadnice C^* , h^* . C^* vyjadřuje měrnou čistotu barevného tónu, což znamená, že čím je hodnota větší, tím je barva pestřejší. Souřadnice h^* udává měrný úhel barevného tónu (Stančík, 2007).



Obrázek 1.2: Schéma barvového prostoru CIELAB (Cortez a kol, 2016)

1.4 Způsoby porážky

První operací při zahájení porážky je omráčení. Je prováděno hlavně z humánního hlediska, pro uvedení zvířete do stavu bezvědomí a také napomáhá lepší manipulaci. V ideálním případě je zvíře omráčeno ihned po zásahu (Ingr, 2003). Většinou nedochází k usmrcení, je snaha o zachování činnosti srdce, která napomáhá lepšímu vykrvení (Steinhauser, 1995). Rozlišují se tři základní způsoby omračování, a to mechanický, elektrický a chemický. Před omráčením je nutné každé zvíře znehybnit. Při mechanickém omračování je bezvědomí dosaženo tupým úderem na čelní kost, při kterém dojde k otřesu mozku nebo jeho krvácení. Při domácích porážkách bývá běžné proražení čelní kosti čepem, kdy dochází k porušení předního mozku a okamžité ztrátě vědomí. Nejčastější variantou mechanického omráčení je využití pistole s vázaným projektilem, který snadno prorazí čelní kost. V průmyslových podmínkách se využívá i pneumatických pistolí, kdy je pohyb projektilu vyvolán pomocí stlačeného vzduchu (Ingr, 2003).

V průmyslových podmínkách se jeví jako nejvhodnější omračování elektrickým proudem. K tomu se využívají buď omračovací vidlička nebo kleště. Ty se přiloží tak, aby proud procházel mozkovou kranjínou, tedy z boku hlavy nebo na lalok a vrch hlavy. Zvíře je tak uvedeno do bezvědomí, které trvá 30–50 vteřin. Proto je nutné, aby bylo ihned po omráčení provedeno vykrvení, a tím dojde k usmrcení zvířete (Steinhauser, 1995).

Chemické omračování je považováno za vysoce humánní. Využívá se směsi oxidu uhličitého a vzduchu. V praxi se tento způsob nerozšířil z ekonomických důvodů, protože spotřeba oxidu uhličitého je pro omračování vysoká (Ingr, 2003).

1.4.1 Vykrvení

Po omráčení následuje vykrvení, při kterém dochází k usmrcení zvířete. Cílem vykrvení je usmrcení omráčeného zvířete a zbavení masa krve, která negativně ovlivňuje jeho údržnost. Je žádoucí, aby k vykrvení došlo v co nejkratším intervalu od omráčení, jelikož tak lze využít srdeční činnosti a tonických křečí k dokonalému vykrvení a je omezeno rozvádění stresových hormonů po těle (Pipek a Jirotková, 2001). Vykrvování lze provádět ve visu nebo v leže, a to buď řezem, kdy dojde k přetnutí hlavového kmene aorty, nebo vykrvovacím vpichem (Ingr, 2003). Vykrvení trvá 3–4 minuty, kdy nejprve vytéká krev pod tlakem velkou rychlostí, poté již odkapává pomalu a je

znečištěna mikroorganismy. Pokud je krev určena k dalšímu zpracování, používá se dutý vykrvovací nůž (Pipek a Jirotková, 2001). Stupeň vykrvení ovlivňuje několik faktorů, jako je například druh zvířat, pohlaví, způsob omráčení nebo vykrvovací poloha (Steinhauser, 1995).

1.4.2 Opracování povrchu těla

Většina těl jatečných zvířat je zbavena kůže, a to velmi šetrně, aby nedocházelo k jejímu poškození a vytrhávání svaloviny a tukové tkáně. U prasat se kůže nejdříve napaří párou nebo horkou vodou a následně jsou odstraněny štětiny. Po tomto úkonu se může celá kůže nebo jen její část odstranit (Steinhauser, 2000).

1.4.3 Vnitřní opracování jatečného těla

V této fázi nazývané jako vykolení (eviscerace nebo u zvěřiny vyvržení) jsou postupně vyjmuty orgány z dutiny pánevní, břišní a hrudní. Vyjmutí vnitřností musí provádět zkušené osoby, aby nedošlo k proříznutí trávicího traktu a žlučníku (Steinhauser, 2000).

1.4.4 Půlení

Půlení jatečného těla se provádí zejména u prasat a skotu a je důležité pro další technologické operace a veterinární prohlídku. Využívá se elektrických pil nebo sekáčků. Po vyjmutí míchy a mozku jsou půle opláchnuty pitnou vodou, aby byly odstraněny kostní úlomky (Steinhauser, 1995).

1.4.5 Veterinární prohlídka

Veterinární prohlídka je nutnou součástí porážky ke zjištění zdravotní nezávadnosti jatečného kusu. Jsou kontrolovány orgány, uzliny a případný výskyt chorob a parazitů v mase. Podle stavu, je kus označen příslušným veterinárním razítkem (Pipek, 1995).

1.4.6 Bourání masa

Při bourání se dělí JUT (jatečná upravená těla) na menší celky, které mohou být vykostěny a dále upraveny. Maso pak může být použito pro výrobu nebo je baleno a distribuováno ke spotřebiteli. Po celou dobu musí být v bourárně udržována teplota do 12 °C s tím, že maso by mělo mít teplotu 5-10 °C (Drdák a kol., 1996).

1.5 Postmortální procesy

V okamžiku usmrcení jatečného zvířete začíná v jeho těle docházet k složitým biochemickým a fyzikálním změnám, které se označují jako zrání masa (Jedlička, 1988). Při těchto procesech se svalovina mění na maso a nabývá požadovaných senzorických, technologických a kulinárních vlastností. Znalost těchto změn je důležitá pro správné uchovávání masa, určení optimální jakosti nebo kulinární zpracování (Steinhauser, 1995).

Přerušením krevního oběhu se ve svalech projevuje nedostatek kyslíku změnou aerobních reakcí na anaerobní. Glykogen se tedy neodbourává jako při dostatku kyslíku na oxid uhličitý a vodu, ale vzniká kyselina mléčná, která se hromadí ve svalu a způsobuje jeho okyselování. Hodnota pH klesá (Pipek a Jirotková, 2001). Změnou podmínek se mění i aktivita nativních enzymů. Tyto enzymy katalyzují biochemické děje, které způsobují degradaci základních složek svalových tkání (bílkovin a sacharidů). Reakce jsou nevratné a lze je označit jako autolýzu. Souběžně dochází i k rozkladným dějům, které označujeme jako proteolýzu nebo také kažení (hnití) masa. Tyto reakce probíhají odlišnou rychlostí, v jiné intenzitě a jsou způsobeným exogenními mikrobiálními enzymy (Ingr, 2003).

Posmrtné změny lze rozdělit do čtyřech stádií, a to *prae-rigor*, *rigor mortis*, zrání masa a hluboká autolýza. Tyto fáze plynule přechází jedna v druhou.

1.5.1 *Prae-rigor*

Prae-rigor nastává přerušením krevního oběhu a maso v této fázi se označuje jako teplé, protože má 35-40 °C. Ve svalech je dostatečné množství ATP a hodnota pH masa je vyšší než hodnota pH izoelektrického bodu bílkovin. Vaznost je tedy vysoká, maso neuvolňuje vodu a je vhodné pro zpracování na mleté masné výrobky. K uchování těchto vlastností je možné maso zamrazit (Pipek a Jirotková, 2001). Fáze *prae rigor* je poměrně krátká a procesy směřují k nástupu *rigor mortis* (Steinhauser, 1995).

1.5.2 *Rigor mortis*

Tím, že není svalovina okysličována a neodchází k resyntetizaci ATP, jeho obsah v mase klesá (Ingr, 2003). Pokud klesne hladina ATP pod 20 %, aktin a myosin nelze dále udržet v disociovaném stavu a jejich filamenta se spojují v příčném směru

za vzniku aktinomyosinového komplexu. Svalovina tak ztrácí průtažnost a stává se tuhou (Steinhauser, 1995). Svalová vlákna jsou zkrácená (Kameník a kol., 2014). V této fázi nelze maso zpracovávat, má velmi nevýhodné senzorické a technologické vlastnosti, minimální vaznost a při tepelném zpracování uvolňuje velké množství masné šťávy (Ingr, 2003). V průběhu fáze posmrtné ztuhlosti klesá pH na svou konečnou hodnotu. Pokles ovlivňuje několik faktorů, jako teplota, obsah glykogenu v okamžiku porážky, druh zvířete. U PSE a DFD masa může dojít k abnormálnímu průběhu vývinu hodnot pH (Pipek a Jirotková, 2001).

1.5.3 Zrání masa

Zrání masa ovlivňuje kulinární i technologické vlastnosti. Z masa se postupně vytrácí tuhost, pomalu křehne a zlepšuje se jeho vaznost (Kameník a kol., 2014). K uvolnění posmrtné ztuhlosti přispívá i proces degradace kyseliny mléčné, a tím postupně stoupá hodnota pH. Zvyšuje se rozpustnost bílkovin, aktinomyosinový komplex disociuje na aktin a myosin a dochází také ke štěpení kolagenu (Ingr, 2003). Při zrání masa se tvoří typická chuť a aroma, k čemuž přispívají degradační produkty nukleotidů a bílkovin (Steinhauser, 1995).

Doba zrání se odvíjí od druhu zvířete a závisí na teplotě uchování. S vyšší teplotou se rychlost zrání zvyšuje. Hovězí maso zraje v chladírenských teplotách (0-2 °C) optimálně 10-14 dní, vepřové a dančí 5-7 dní, drůbež 1 den a rybí maso jen několik hodin (Steinhauser, 1995).

1.5.4 Hluboká autolýza

Po delším skladování masa dochází ke štěpení peptidů na oligopeptidy a aminokyseliny, někdy až na konečné rozkladné produkty amoniak, aminy, sirovodík, merkaptany, aj. Začínají se rozkládat tuky, u kterých dochází k hydrolytickému a oxidačnímu žluknutí. Pravděpodobná je i mikrobiální kontaminace. Maso je v tomto stavu jako potravina nepřijatelné (Ingr, 2003).

Abnormální průběh posmrtných změn

Kvalitu masa ovlivňuje řada faktorů, mezi které se řadí i stres před porážkou, zacházení se zvířetem nebo technologie zpracování. Po porážce má rozhodující vliv postmortální metabolismus svalové tkáně (Barbut a kol., 2008). Může se stát, že se průběh

autolýzy a proteolýzy z různých příčin a v různé intenzitě odchýlí od normálu. V tomto případě hovoříme o abnormálním průběhu posmrtných změn. Nejčastějšími projevy je vada DFD, která se vyskytuje převážně u skotu a PSE, která je běžná u masa vepřového (Gál, 2004).

Vada PSE

U masa postiženého vadou PSE pozorujeme prudký pokles pH v době, kdy je maso stále teplé (pH 5,6-5,7 po 45 minutách od porážky) (Steinhauser, 1995). Teplota oproti masu ze zdravého zvířete stoupá kvůli zvýšené látkové výměně na 40-42,5 °C. Tímto dochází k částečné denaturaci myosinu a sarkoplazmatických bílkovin. Membrány svalových buněk se tak stanou propustnými a tekutina z nitra buněk vytéká (Feiner, 2006). Tyto okolnosti způsobují nežádoucí vlastnosti masa z technologického i ekonomického hlediska. Maso je v tomto stavu světlé, měkké a má malou vaznost, jak ostatně udává i vyjádření anglické zkratky PSE (pale – bledé, soft – měkké, exudative – vodnaté) (Pipek a Jirotková, 2001). Při tepelném zpracování se spéká, šťáva vytéká a kvůli tomu je maso tuhé a suché. Vada nejvíce postihuje nejhodnotnější svaly, a to hřbet a kýtu. Produkované maso je zasaženo PSE v menší nebo větší míře a spotřebitel tento fakt přijímá.

Příčin způsobujících tuto vadu je celá řada a dochází k jejich vzájemnému působení. Proto je většinou u jednotlivých případů nelze jednoznačně určit (Ingr, 2003). Zásadní roli zde hraje genetická dispozice zvířat a dále také mnoho vnějších vlivů včetně nakládky zvířat, transportu nebo omračování (Straka a Malota, 2006).

Vada DFD

Zkratka názvu této vady vyjadřuje, že postižené maso je tmavé, tuhé a suché (dark, firm, dry). Na rozdíl od PSE maso vzniká tato vada nevhodnými podmínkami v období před porážkou (O'Neil a kol., 2003). Zásoby svalového glykogenu jsou vlivem stresu vyčerpány. Po usmrcení se ve svalu tvoří jen malé množství kyseliny mléčné a tím dochází k nedostatečnému poklesu hodnoty pH (Kameník a kol., 2014). Vadu lze detekovat až za 24-36 hodin po porážce, kdy je pH vyšší než 6,2. Maso má vysokou vaznost a je tuhé. Právě díky vaznosti lze vhodně využít k výrobě tepelně opracovaných mastných výrobků. Vzhledem k vysokému pH neproběhne zrání optimálně a nemá dostatečně vyvinuté aroma a chuť, navíc je maso náchylné k mikrobiálnímu

kažení a má nižší údržnost, proto není vhodné pro výsekový prodej (Pipek a Jirotková, 2001). Této vadě se dá levně a účinně předejít.

1.6 Farmový chov

V uplynulém čtvrtstoletí došlo k intenzivnímu nárůstu produkce masa z farmových chovů, k čemuž v České republice napomáhá i poměrně vysoká výměra trvalých travních porostů. Příčinou velkého rozvoje farem jelenovitých byl zvyšující se zájem o maso zvěřiny. V Česku vznikaly první farmové chovy jelenovitých v 80. letech 20. století. Velmi dlouho se tyto farmy potýkaly s legislativními překážkami (Mohelský, 2017).

Tento chov je definován jako podnikatelský způsob chovu zvěře a jiných druhů zvířat v systémech, při nichž jsou zvířata chována v takových počtech (nebo hustotě, nebo za takových podmínek či na takové úrovni produkce), že jejich zdraví a životní pohoda závisí na bezprostřední péči člověka (Krása a Hlaváček, 1993). Účelem farmových chovů není pouze produkce kvalitního masa, ale i produkce chovných kusů. Podle veterinárního zákona nemohou být takto chovaná zvířata nazývána zvěří, ale jsou považována za zvířata hospodářská. Tudíž se označují například jako maso daňka nebo maso jelena. Chovatel má povinnost vést písemný registr zvěře v hospodářství a zvířata musí být náležitě označena ušní známkou. Tato zvířata nelze vypustit do volné přírody. Narozdíl od obory, jejíž rozloha musí být minimálně 50 hektarů, nemá farmový chov vymezenou plochu. Většina plochy je tvořena travnatými porosty. Požadavky na chov jelenovitých jsou stanoveny vyhláškou 208/2004 Sb., která definuje minimální standardy pro jejich ochranu. Podle těchto požadavků je hustota chovaných zvířat do 15 kusů na 1 ha, prostor je oplocený, plocha je rozdělena do více výběhů, přeháněcí uličky jsou široké 5-6 metrů a v neposlední řadě mají zvířata přístup k napájecí vodě (Vyhláška 208/2004 Sb.). V České republice jsou z jelenovitých nejvíce rozšířeny farmové chovy jelena evropského a daňka evropského. Podle statistik ČMSCH (Českomoravská společnost chovatelů) se počet chovaných daňků v Česku každoročně zvyšuje, přičemž počet jedinců v roce 2021 se pohyboval kolem 16 tisíc kusů.

Výhoda farmových chovů je možnost celoroční dodávky masa téměř bez omezení. Maso je ve výborné kvalitě, protože zvířata jsou v dobrém zdravotním stavu a mají dostatek potravy. Předností chovů je i možnost porážky jedinců v požadovaném věku.

Tím je dosaženo nejvhodnější kvality z nutričního hlediska i pro kulinářskou úpravu. V těchto chovech nedochází k uplatňování práva myslivosti, ale ke standardní porážce omráčením s následným vykrvením. Toto platí jak pro zvířata usmrcovaná na jatkách, tak na farmě.

Porážku na farmě je nutno ohlásit s předstihem příslušným orgánům. Mezi možnostmi porážky se řadí použití střelné zbraně, nebo přihon zvířat do fixační klece, omráčení a následné vykrvení. V každém případě je nutno dodržet správné postupy, aby bylo minimalizováno utrpení zvířat. Poražená zvířata jsou neodkladně dopravena na jatky, kde je provedeno vyvržení a případně další zpracování.

1.7 Legislativa

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

V zákoně rozděleném na šest částí jsou uvedena všeobecná ustanovení a povinnosti provozovatelů potravinářských podniků, jejich informační povinnosti. Jsou zde zakotveny podmínky pro ozařování potravin, klasifikaci těl jatečných zvířat, označování potravin a jejich uvádění na trh, včetně situací, kdy je zakázáno potraviny na trh přivádět (Zákon č. 110/1997 Sb.).

Vyhláška č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich

Vyhláška upravuje v návaznosti přímo použitelné předpisy EU způsob označování potravin, druhy potravin s členěním na skupiny a podskupiny a pro jednotlivé potraviny požadavky na jakost, technologické požadavky, požadavky na jakost vztahující se k názvu a přípustné záporné hmotnostní a objemové odchylky balení. V poslední řadě upravuje předpisy pojednávající o teplotních režimech při uchovávání či zmrazování potravin, způsobech uchovávání a manipulaci s potravinami během jejich uvádění na trh, zvláštních požadavcích na přepravu a minimálních technologických požadavcích pro jednotlivé druhy potravin.

Vyhláška je rozčleněna na čtyři části, z nichž se první dvě vztahují k masu a masným výrobkům a hned v úvodu vymezují základní pojmy týkající se této problematiky (Vyhláška č. 69/2016).

Nařízení EU č. 853/2004 o hygieně potravin živočišného původu

V tomto nařízení jsou popsány oblasti působnosti, povinnosti provozovatelů potravinářských podniků, označení zdravotní nezávadnosti a identifikační označení, přeprava, požadavky na jatky a hygiena výrobního procesu živočišné potraviny. Jsou zde definovány jednotlivé kategorie potravin (Nařízení č. 853/2004 EU).

Vyhláška č. 289/2007 o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství

Ve vyhlášce je zpracován předpis Evropských společenství a upravuje veterinární požadavky na živočišné produkty a zacházení s nimi, na úpravu a použití živočišných produktů, které jsou určeny k lidské spotřebě, požadavky na zařízení pro uchovávání těl ulovené volně žijící zvěře, pravidla pro prodej zvířat v tržnicích, způsob označování živočišných produktů a popisuje potraviny živočišného původu, které jsou již nepoživatelné (Vyhláška č.289/2007).

2 Cíl práce

Cílem práce bylo sledovat jakostní znaky dančího masa z farmového chovu v závislosti na způsobu porážky. Při porážce ve fixační kleci je zvíře stresováno oproti volnému odstřelu na pastvině. Proto jsou očekávány rozdíly ve výsledné kvalitě masa, která je rozhodující pro technologické a kulinární vlastnosti. Pokus se tedy skládá z několika měření, a to měření pH a teploty po porážce a v průběhu zrání, analytického vyhodnocení složení masa a měření jakostních ukazatelů, jako jsou barva masa, nebo ztráta vody odkapem.

Experiment zahrnoval tyto části:

- Porážka daně evropského dvěma způsoby a jeho jatečné opracování
- Pravidelné měření pH a teploty
- Stanovení složení vzorků (voda, bílkoviny, tuk, kolagenní bílkoviny)
- Stanovení jakostních znaků pomocí instrumentální analýzy (barva, ztráta vody odkapem)
- Statistické vyhodnocení naměřených parametrů a následné porovnání hodnot podle způsobu porážky.

3 Materiál a metodika

3.1 Farma Mnich

Farma Mnich se rozkládá na území obce Mnich u Kardašovy Řečice v jihočeském kraji. Jejím majitelem je Pavel Friedberger. Na farmě jsou produkovány jatečné a chovné kusy daňka evropského. Prostor má 49 ha a je dělen do několika výběhů, které jsou spojeny přeháněcími koridory. Celá plocha je oplocená kari sítěmi uchycenými k dřevěným sloupům. Pro veterinární, zootechnické účely, nebo pro případ porážky je zbudováno třídící zařízení s fixační klecí s odnímatelnou podlahou, která umožňuje znehybnění zvířete a vykonání potřebného úkonu. V každém výběhu je vybudován dřevěný přístřešek, který slouží k úkrytu zvěře před nepříznivými vlivy, jelikož se zde přirozeně nevyskytují žádné keře ani dřeviny, které by tento účel splňovaly.

V létě je hlavní potravou pastva, která je tvořena převážně vytrvalými bylinami z čeledi lipnicovitých a bobovitých. Dále jsou daňci krmeni směsí ječmene a ovsa. V zimě je zkrmováno seno a senáž, navíc je potrava doplněna o jaderná krmiva a krmnou směs. Celoročně je k dispozici i kamenná sůl a samozřejmě voda, která je dovážena cisternami.

3.2 Materiál

Pokus byl prováděn na vzorcích masa ze 48 daňků, ze kterých polovinu tvořili samci a polovinu samice. Daňci byli poráženi ve čtyřech etapách po 12 kusech, přičemž při každé bylo nejdříve poráženo 6 daňků odstřelem na pastvině a následně dalších 6 omráčením jatečnou pistolí a vykrvením. Obě sledované skupiny daňků lišící se druhem porážky čítaly 24 jedinců. Stáří zvířat bylo 16-17 měsíců.



Obrázek 3.1: Daňek evropský na farmě Mnich (Vlastní)

Porážka probíhala v ranních až dopoledních hodinách. Odstřel byl prováděn pověřeným zaměstnancem farmy, a to pouze v jeho přítomnosti, aby nedocházelo ke zbytečnému plašení daňků. Po odstřelení byli daňci označeni ušními známkami, těla byla zvážena a po 45 minutách od usmrcení bylo změřeno pH a teplota ve svalu *Longissimus lumborum*. Dále následoval převoz na jatka, kde byla zvířata pověšena, vyvržena, opět zvážena a přesunuta do chladírny, kde byla ponechána zrát při teplotě 0-3 °C po dobu sedmi dnů.

V případě porážky jatečnou pistolí byli daňci nahnáni z pastviny do fixační klece, kde byli omračováni, následně zváženi a vykrveni přetnutím krční tepny. Každý kus byl označen ušní známkou. Po 45 minutách od usmrcení byla v hřbetní části každého kusu, tedy ve svalu *Longissimus lumborum*, změřena teplota a pH. Následně byly kusy převezeny na jatka, kde byly vyvrženy, vymyty a ponechány zrát v chladírně při teplotě 0-3 °C po dobu sedmi dnů.



Obrázek 3.2: Daňci v průběhu zrání ve chladírně (Vlastní)



Obrázek 3.3: Odebrané vzorky svalu *Longissimus lumborum* (Vlastní)

Po týdnu zrání byla těla zbavena nepoživatelných částí – hlavy, kopyt a stažena z kůže. Následně byla jatečná těla postupně rozbourána a jednotlivé kusy byly zváženy. Pro potřebu pokusu byl z každého kusu odebrán sval *Longissimus lumborum*.

3.3 Metodika

3.3.1 Měření teploty a pH

První měření teploty a pH probíhalo 45 minut po usmrcení zvířete v hřbetní části ve svalu *Longissimus lumborum*. Byl použit přenosný přístroj Greisinger GMH 3530 s vpichovou teplotní sondou. Měření bylo opakováno každý den v průběhu zrání až do rozbourání jatečného těla a hodnoty byly zaznamenávány. Po každém měření byla pH sonda opláchnuta destilovanou vodou a lehce osušena papírovou utěrkou a poté byla uchovávána v roztoku KCl.



Obrázek 3.4: Měření teploty a pH po porážce (Vlastní)

3.3.2 Měření barvy

Vzorek svaloviny z každého zvířete byl očištěn od povrchového tuku a vaziva a následně byly připraveny čtyři stejně široké plátky. Ke stanovení hodnot v barevném prostoru CIELAB byl použit spektrofotometr ColorEye XTH výrobce GretagMacbeth. Po spuštění byl přístroj kalibrován a následně bylo provedeno devět měření u každého vzorku masa tak, že na plátek masa byl položen kus celofánové folie, touto stranou byl vzorek přiložen ke snímacímu terči a následně bylo spuštěno měření. Výsledná hodnota byla vypočítána jako průměr naměřených hodnot jednoho vzorku.



Obrázek 3.5: Měření barvy vzorku (Vlastní)

3.3.3 NIR analýza

Na přístroji NIRMaster od firmy Büchi byl stanoven obsah vody, bílkovin, intramuskulárního tuku a kolagenních bílkovin. Pro měření byl použit dokonale očištěný kus svaloviny od každého vzorku, který byl pokrájen na menší kousky a následně rozmělněn v sekacím mlýnku. Zhomogenizovaná hmota byla nanášena na Petriho misku tak, aby na dně nebyly žádné vzduchové bubliny. Takto připravený vzorek byl vložen na měřicí plochu přístroje, kde byl třikrát změřen a jako výsledná hodnota byl zapsán průměr z těchto měření.

3.3.4 Ztráta vody odkapem

Ke stanovení ztráty vody odkapem byl odebrán vzorek o hmotnosti přibližně 150 g, která byla zaznamenána s přesností na 0,01 g. Tento vzorek byl uložen do označeného polyethylenového sáčku a skladován po dobu 24 hodin při teplotě 6 °C. Po uplynutí doby byl vzorek vyjmut ze sáčku, lehce osušen filtračním papírem a zvážen. Z rozdílu původní a nové hodnoty byla získána hmotnost masové šťávy, která samovolně vytekla. Následně byla vypočtena ztráta vody v procentech.

3.3.5 Statistické vyhodnocení

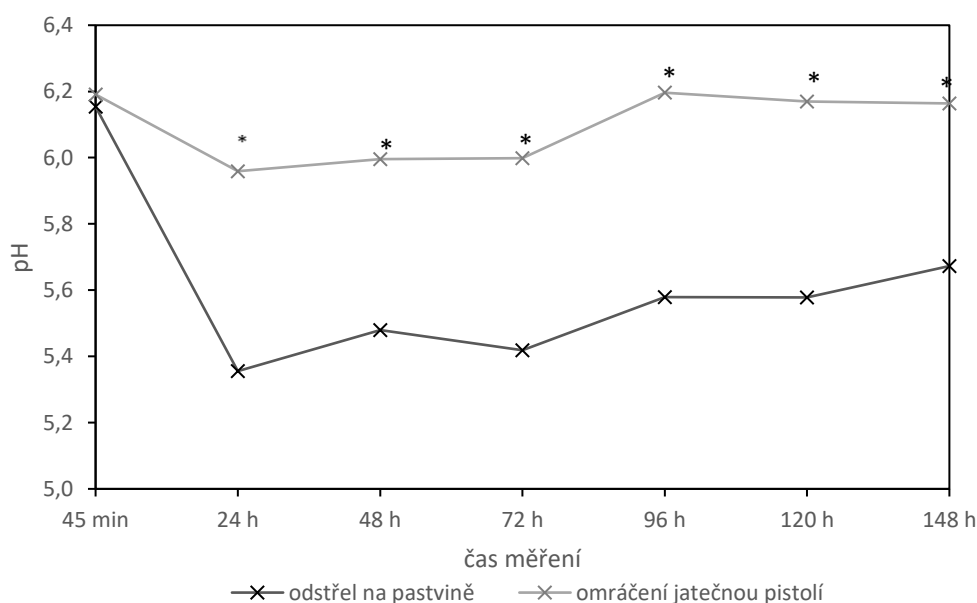
Z naměřených dat byly stanoveny průměry se směrodatnými odchylkami, přičemž ke statistickému vyhodnocení byly využity programy Microsoft Excel 2016 a Statistica 12 (Exasoft ČR). Pro stanovení statistické významnosti mezi sledovanými skupinami daňků (odstřelených na pastvině a omráčených jatečnou pistolí ve fixační kleci) na hladině $\alpha=0,05$ byl použit Studentův t-test.

4 Výsledky a diskuse

4.1 Stanovení hodnoty pH v průběhu zrání jatečných těl

Po usmrcení zvířete dochází vlivem odbourávání uloženého glykogenu k tvorbě kyseliny mléčné, a tím i ke změnám pH masa. Svalovina živého zvířete vykazuje pH v rozmezí 7,0-7,2 (Pearce a kol., 2011). Po usmrcení klesají hodnoty na 5,5-6,3, přičemž pH kvalitního dančího masa se 24 h po porážce pohybuje v rozmezí 5,5-5,7 (Wiklund a kol., 2014).

První hodnota pH u sledovaných skupin daňků, lišících se druhem porážky, byla měřena ve svalu *Longissimus lumborum* 45 minut od usmrcení. Tato hodnota byla v případě obou skupin téměř stejná a statisticky se významně nelišila ($p > 0,05$). Při měření pH svaloviny po 24 hodinách byl zjevný pokles hodnot, kdy byla u masa daňků omráčených jatečnou pistolí ve fixační kleci naměřena hodnota 5,96, zatímco u daňků odstřelených na pastvině 5,36. Po celou dobu zrání mělo maso daňků odstřelených na pastvině statisticky významně nižší pH než druhá sledovaná skupina ($p < 0,05$).



Obrázek 4.1: Naměřené hodnoty pH v průběhu zrání masa zobrazené jako průměr hodnot ($n=24$), přičemž hodnoty se od sebe statisticky významně liší ($p < 0,05$)

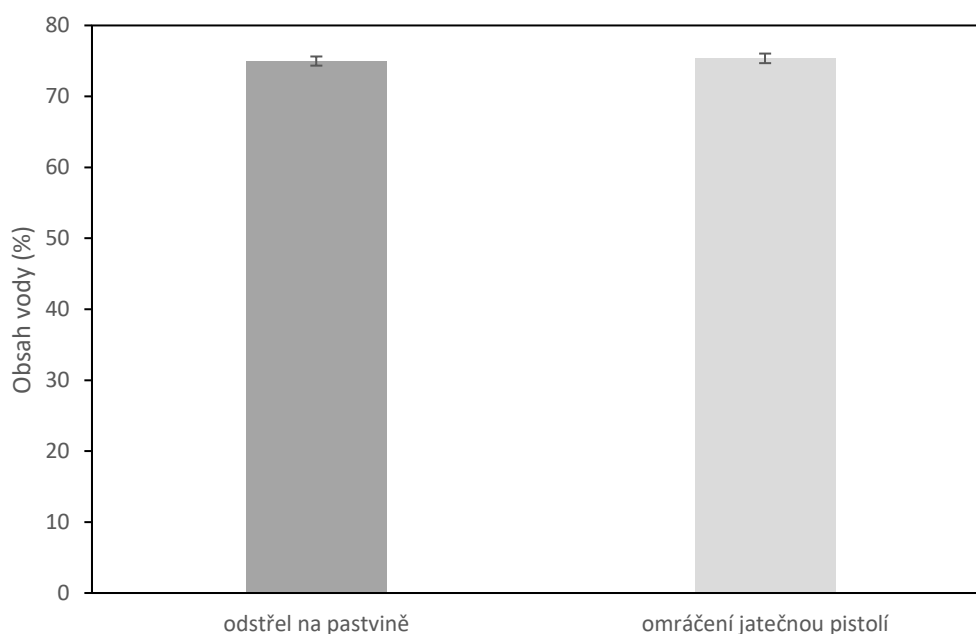
Cawthorn a kol. (2018) uvádí, že hodnoty pH ve svalovině jelenovitých naměřené v intervalu od 24 do 96 hodin se ideálně pohybují v rozmezí 5,4 – 5,6 s čímž korespondují výsledky měření u skupiny daňků poražených odstřelem na pastvině. Stejných výsledků dosahuje ve své práci Tešanović a kol. (2011), jehož měření udává hodnoty pH 5,49-5,68. Stejně tak Dominik a kol. (2012), Bykowska a kol. (2018) a Winkelmeier (2005) uvádí hodnoty v téměř shodném rozmezí.

Naměřené hodnoty pH u daňků omráčených jatečnou pistolí se pohybovaly mezi 5,96 – 6,20, což podle Winkelmeýera (2005) ukazuje na nevyhovující parametry masa. Podle tohoto rozmezí svalovina vykazuje vadu DFD, která vzniká vlivem stresu před porážkou. Příčinou může být nahánění zvíře ve výběhu a způsob porážky, kdy jsou zvířata vháněna do fixační klece, což má za důsledek nadbytečné čerpání zásob glykogenu. Po porážce tak nedochází k dostatečnému okyselení svalu vznikající kyselinou mléčnou a hodnoty pH jsou větší než 6. Vyšší pH tvoří vhodné prostředí pro množení mikroorganismů, a tím se stává DFD maso méně údržné (Shange a kol., 2018).

4.2 Složení dančího masa

4.2.1 Obsah vody v dančím mase

Složení masa se mění v průběhu života zvířete a je závislé na mnoha faktorech. Největší podíl ve svalovině zaujímá voda. Nepředpokládalo se, že způsob porážky bude mít vliv na složení masa, a i podle statistického vyhodnocení obsah vody ve svalu *Longissimus lumborum* byl vyhodnocen jako statisticky nevýznamný ($p > 0,05$).



Obrázek 4.2: Naměřený obsah vody v mase zobrazený jako průměr a směrodatná odchylka ($n=24$), přičemž hodnoty se od sebe statisticky významně neliší ($p > 0,05$)

Ve svalovině daňků odstřelených na pastvině byl naměřen průměrný obsah vody 74,98 %. U druhé sledované skupiny byl obsah vyšší o 0,5 %. S těmito hodnotami se ztotožňuje i experiment Dominika a kol. (2012), který stanovil obsah vody ve svalu *Longissimus lumborum* u daňka na 75,05 %, nebo u Bykowské a kol. (2018), jejíž naměřený obsah vody odpovídal 75,5 %. Také Hutchison a kol. (2012) stanovila obsah vody v dančím mase na 75,24 %.

Ve své práci zaměřené na porovnání rozdílů mezi kvalitativními znaky masa daňka evropského, jelena evropského a tura domácího, chovaných na českých farmách, uvedl Bureš a kol. (2014) zjištěný obsah vody v dančí svalovině 74,44 %.

K téměř stejnému výsledku se přidává Mulley a kol. (2006), jehož předmětem zkoumání byli daňci chovaní v Austrálii. Podobné hodnoty, a to 74,79 %, naměřil Zmijewsky a kol. (2020), který do svého pokusu zařadil daňky z polské farmy.

Cawthorn a kol. (2020) se zaměřila na daňky z jižní Afriky, u kterých stanovila obsah vody ve svalu *Longissimus lumborum* na 73,8 %. Tato nižší hodnota je pravděpodobně způsobena tím, že se jednalo o daňky z volné přírody, kteří měli větší fyzickou aktivitu a odlišný příjem potravy než farmově chovaní jedinci.

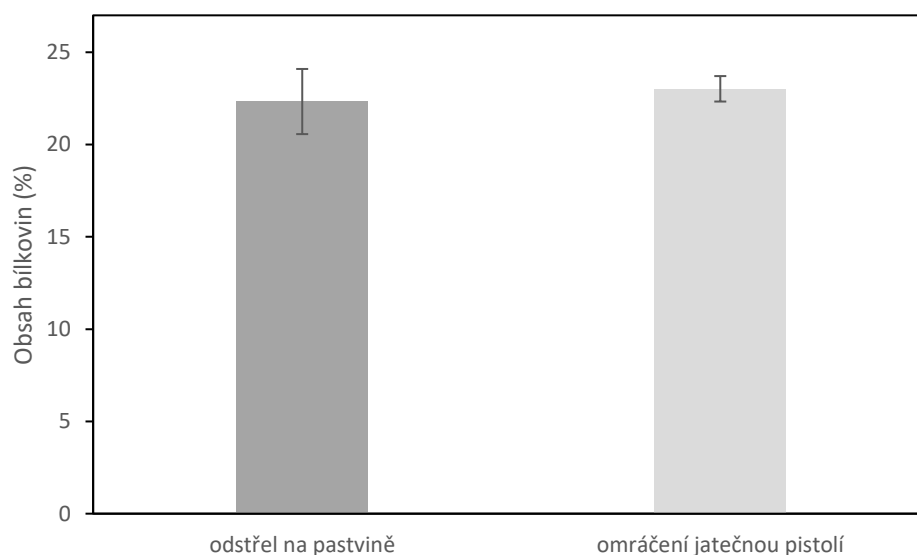
Poněkud vyšší obsah vody v mase daňků stanovil Pinto a kol. (2009), konkrétně 76,29 %. Zvýšená hodnota lze vysvětlit stářím poražených jedinců (12 měsíců). Se zvyšujícím se věkem zvířete klesá obsah vody ve svalovině, což potvrzují i námi zjištěné hodnoty, které byly měřeny u daňků v porážkovém věku 16 měsíců.

4.2.2 Stanovení obsahu bílkovin a kolagenních bílkovin v mase

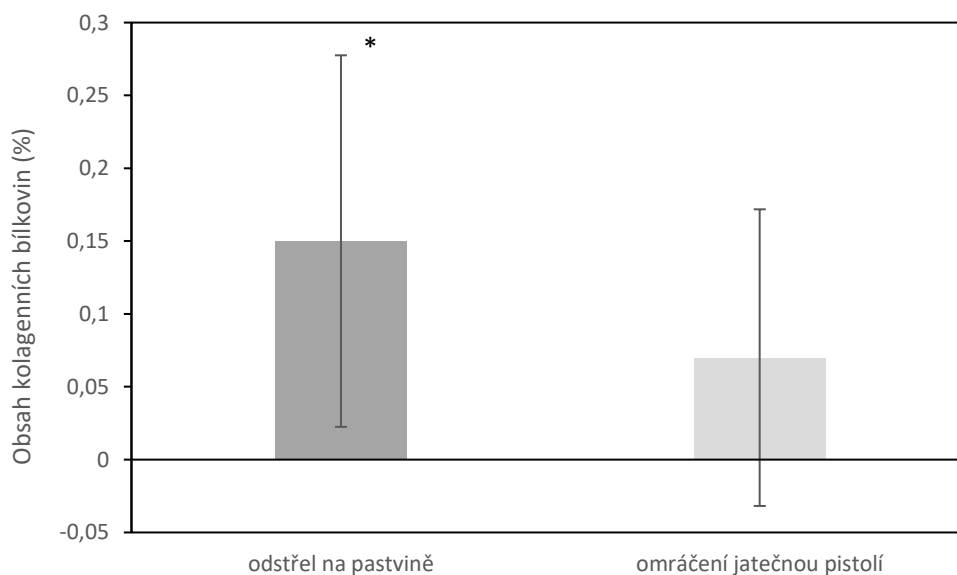
V mase jsou bílkoviny nejdůležitější živinou a obecně je jimi svalovina tvořena z 18-22 %. Dančí maso je na bílkoviny bohaté, což potvrzují i naměřené hodnoty u sledovaných skupin. U daňků odstřelených na pastvě byla svalovina průměrně tvořena 22,33 % bílkovin a u skupiny zvířat omráčených jatečnou pistolí 23,02 %. Tyto hodnoty se od sebe liší o 3,04 % a nebyly vyhodnoceny jako statisticky významné ($p > 0,05$). V případě jedinců odstřelených na pastvě se obsah bílkovin ve svalu *Longissimus lumborum* pohyboval v rozmezí 21,34-26,21 %, u druhé skupiny bylo naměřeno rozmezí 21,66-24,11 %.

Obsah bílkovin v dančím mase se pohybuje mezi 20-25 %, a díky tomu je považováno jako dobrý zdroj bílkovin (Kudrnáčová a kol., 2018). Tomuto rozmezí odpovídají výsledky měření Zmijewského a kol. (2020), jehož zkoumaná skupina daňků z polské farmy vykazovala obsah bílkovin ve svalu 23,33 %. Bureš a kol. (2014) uvedl,

že bílkoviny farmově chovaných daňků tvoří jejich svalovinu z 22,79 % a stejný výsledek naměřila i Cawthorn a kol. (2020) u daňků z jižní Afriky. Obsah bílkovin v rozmezí 21-23 % stanovila u daňků i celá řada dalších autorů (Bykowska a kol. 2018, Daszkiewicz a kol. 2015 nebo Piaskowska a kol. 2016).



Obrázek 4.3: Naměřený obsah bílkovin v mase zobrazený jako průměr a směrodatná odchylka (n=24), přičemž hodnoty se statisticky významně neliší ($p > 0,05$)

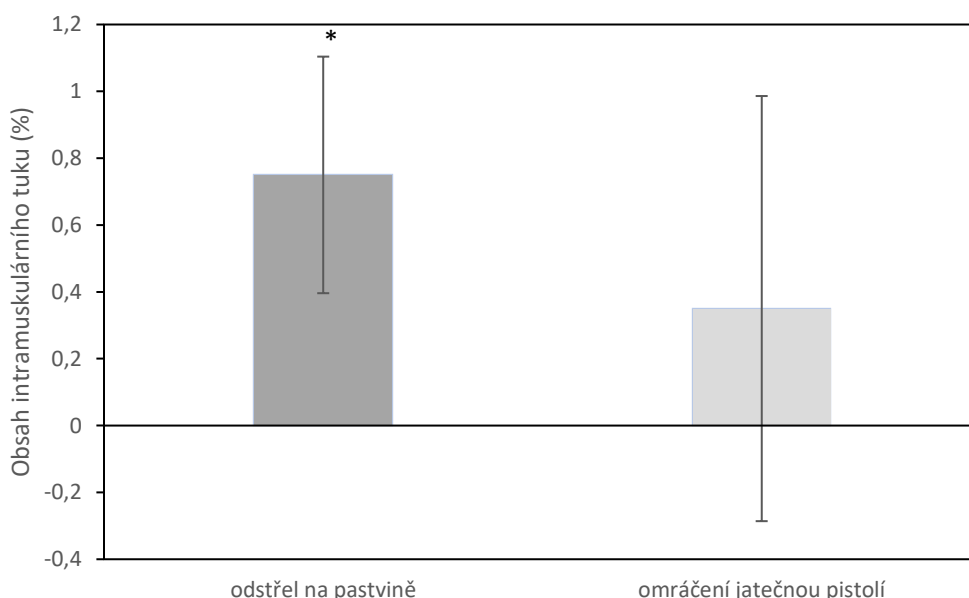


Obrázek 4.4: Naměřený obsah kolagenních bílkovin v mase zobrazený jako průměr a směrodatná odchylka (n=24), přičemž hodnoty se statisticky významně liší ($p < 0,05$)

Kolagen ovlivňuje nutriční a organoleptické vlastnosti masa. Se zvyšujícím se obsahem je maso tužší a jeho křehkost klesá. Podle Kudrnáčové a kol. (2018) je maso křehké, pokud obsah kolagenu nepřekročí 5 %. Svalovina námi sledovaných daňků obou skupin této hranice nedosáhla. V maso daňků odstřelených na pastvině byl stanoven statisticky významně vyšší ($p < 0,05$) obsah kolagenu, a to konkrétně 0,14 %, než u daňků omráčených jatečnou pistolí. U této skupiny byl naměřen obsah kolagenu 0,06 %. S těmito hodnotami se neshoduje Zmijewsky a kol (2020), který uvádí obsah kolagenu v dančím maso 1,16 %. Dominik a kol. (2012) také stanovil vyšší obsah, a to 0,50 %.

4.2.3 Stanovení obsahu intramuskulárního tuku v maso

Obsah intramuskulárního tuku v maso závisí na mnoha faktorech, mezi které patří například druh, věk, pohlaví nebo výživa zvířete. Tuk je důležitý nejen z nutričního, ale i ze senzorického hlediska, jelikož obsahuje aromatické a chuťové látky. Dančí maso má nižší obsah cholesterolu, a i proto je vhodné pro lidskou spotřebu (Dominik a kol., 2012).



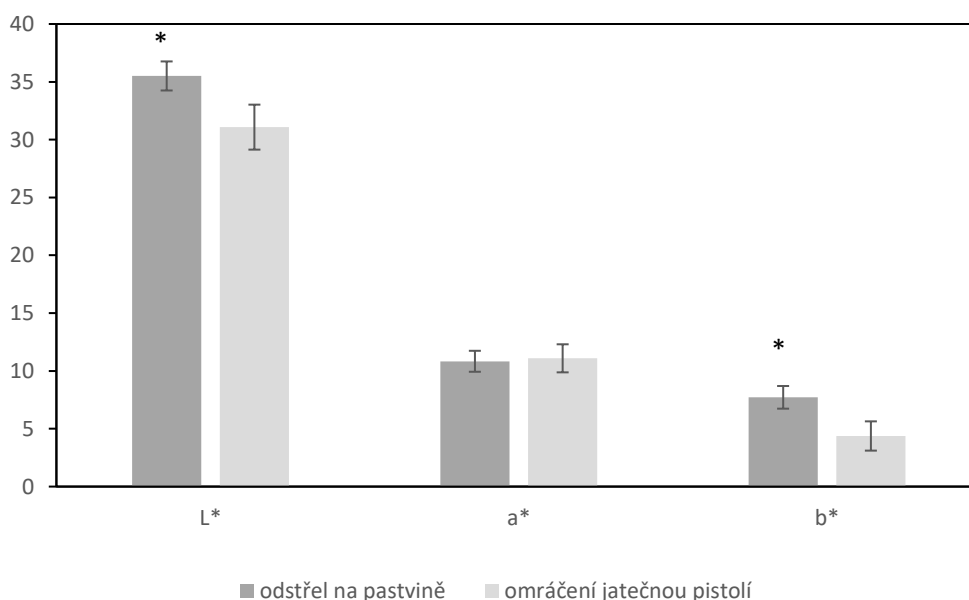
Obrázek 4.5: Naměřený obsah intramuskulárního tuku v maso zobrazený jako průměr a směrodatná odchylka ($n=24$), přičemž hodnoty se od sebe statisticky významně liší ($p < 0,05$)

Vzorky masa pocházely z libové části jatečného těla, a proto nebyl předpokládán vysoký obsah tuku. Jeho průměrný obsah v mase daňků odstřelených na pastvině byl 0,75 % a naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí 0,2-1,9 %. Zatímco u jedinců omráčených jatečnou pistolí byl statisticky stanoven významně nižší obsah tuku ($p < 0,05$), a to 0,35 %, kdy se hodnoty pohybovaly v rozmezí 0-3,07 %.

S obsahem intramuskulárního tuku v mase daňků odstřelených na pastvině souhlasí Bureš a kol. (2014), který udává hodnotu 0,72 %, stejně jako Mulley a kol. (2006). V experimentech Volpelliho a kol. (2003) a Dominika a kol. (2003) opět došlo ke shodě naměřených dat, a to 0,58 % tuku v dančím mase. Avšak Cawthorn a kol. (2020) uvádí výrazně vyšší obsah tuku – 2,8 %.

4.3 Barva masa

Barva masa odráží vývoj průběhu biochemických změn, které se odehrávají po porážce zvířete a je tak závislá na hodnotě pH (Wiklund a kol., 2004). Pro člověka je podle Volpelliho a kol. (2003) u zvěřiny atraktivní tmavě červená barva s parametry $L^* < 40$, $a^* > 21$ a $b^* < 4$. Za nižší přijatelnou hranici lze dle výzkumů Wiklundové a kol. (2004) považovat hodnotu $a^* > 12$.



Obrázek 4.6: Naměřené parametry L^* a^* b^* určující barvu masa zobrazené jako průměr a směrodatná odchylka ($n=24$), přičemž hodnoty L^* a b^* se od sebe statisticky významně liší ($p < 0,05$)

Vzhledem ke způsobu porážky byly vyhodnoceny jako statisticky významně vyšší parametry L^* a b^* u daňků odstřelených na pastvině ($p < 0,05$). Prvním stanovovaným ukazatelem byla průměrná měrná světlost L^* , která u jedinců omráčených jatečnou pistolí vykazovala hodnotu 31,08, zatímco u druhé sledované skupiny byla hodnota významně vyšší, a to 35,51, což se projevilo světlejší barvou masa. Ukazatel hodnoty barvy a^* , který vyjadřuje souřadnici v barevném prostoru na ose od zelené k červené, nebyl vyhodnocen jako statisticky významný. Hodnoty se u obou skupin o mnoho nelišily, u vzorků masa daňků odstřelených na pastvině byla stanovena průměrná hodnota 10,83 a u druhé skupiny 11,09. Posledním měřeným parametrem byla hodnota b^* , která udává souřadnici v barevném prostoru na ose od modré ke žluté. Jako statisticky významně vyšší byla stanovena hodnota u daňků odstřelených na pastvině, která odpovídala 7,72, oproti druhé skupině, kde byla naměřena hodnota 4,38.

Získané parametry u skupiny omráčené jatečnou pistolí ve fixační kleci vykazují tmavší barvu masa. Díky průběžnému měření pH svaloviny těchto daňků lze jejich maso považovat na hranici vady DFD. Tmavší barvu u této vady ovlivňuje pH po porážce, jelikož při hodnotách $pH > 6$ váží svalové bílkoviny větší množství vody, tvoří koloidní formu a pohlcují dopadající světlo. Podle Ribeira a kol. (2020) je díky vysokému pH zvýšena aktivita enzymu cytochrom c oxidázy, která je posledním článkem dýchacího řetězce. Svou funkcí redukuje kyslík na vodu, v mase převládá purpurový deoxymyoglobin namísto jasně červeného oxymyoglobinu a barva se jeví tmavší.

Kudrnáčová a kol. (2019) stanovila parametry velmi podobné hodnotám naměřeným u daňků odstřelených na pastvině, a to L^* 35,32, a^* 12,26, b^* 9,90. Stejně tak Dominik a kol. (2012) se těmito hodnotám velmi přibližuje (L^* 35,59, a^* 11,16, b^* 10,87) ve své práci zaměřené na odstřelené jedince. Avšak Bykowska a kol. (2018) naměřila výrazně vyšší světlost (L^* 39,10, a^* 12,08, b^* 6,8) u daňků z polských farem, poražených odstřelem na pastvině. Volpelli a kol (2003) zaměřil svou práci na farmově chované jedince v Itálii ve věku 18 měsíců, kde pro porážku zvolili omráčení jatečnou pistolí s následným vykrvením. Naměřené hodnoty se neshodují s námi získanými výsledky, jelikož světlost masa odpovídá vzorkům poraženým odstřelením na pastvině a parametr a^* je výrazně vyšší (L^* 34,62, a^* 22,72, b^* 3,44). Piaskowska a kol. (2016) stanovila u 17-18 měsíčních daňků nahaných a odstřelených ve volné přírodě parametry v barevném prostoru L^* 31,55, a^* 17,10, b^* 12,29. Nižší světlost odpovídá zvířatům z volné přírody, jejichž svalovina vykazuje větší fyzickou aktivitu a obsahuje větší množství myoglobinu. Daňkům z volné přírody se věnoval i Tešanović a kol.

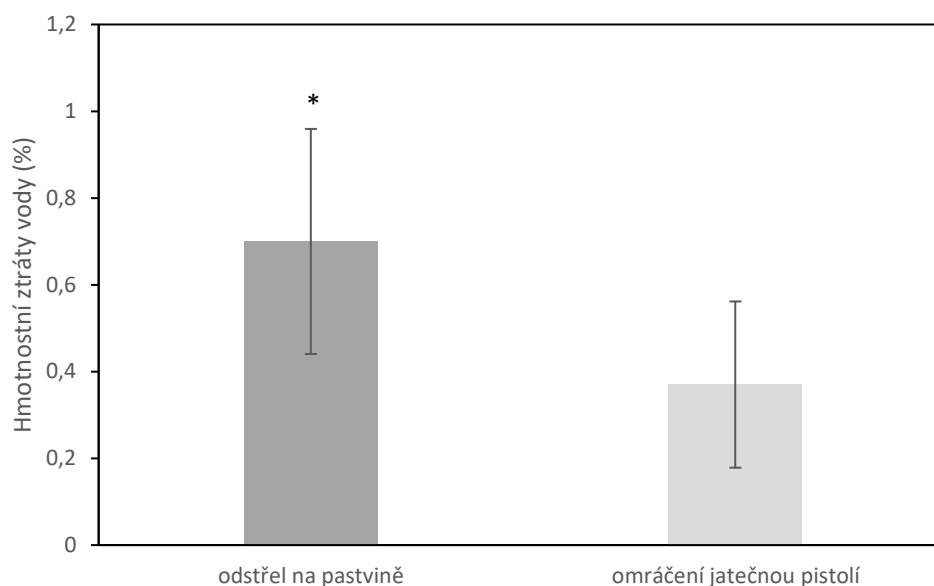
(2011), který dospěl k podobným hodnotám u jedniců v přibližném věku 3 roky ($L^* 32,73$, $a^* 14,43$, $b^* 6,74$). Cifuni a kol. (2014) naměřila u daňků odstřelených ve volné přírodě téměř shodné hodnoty $L^* 30,59$, $a^* 11,19$, $b^* 9,34$.

Barva masa je závislá na obsahu hemových barviv ve svalovině a na jejich oxidačním stavu. Důležitým faktorem je proto i míra vykrvení, jelikož při nedostatečném provedení může docházet k tvorbě krevních skvrn. Podle Kudrnáčové a kol. (2019) maso s vysokým obsahem myoglobinu vykazuje vyšší hodnoty a^* a b^* . Také množství intramuskulárního tuku ovlivňuje barvu masa. U daňků je jeho obsah nízký a svalovina se jeví tmavší. Pro spotřebitele je barva prvním ukazatelem rozhodujícím při výběru masa. Tmavá barva evokuje špatnou kvalitu, mikrobiální kažení nebo přílišné stáří jatečného kusu. U zvěřiny zákazník tmavou barvu očekává, avšak mohou být patrné rozdíly u masa s vadou DFD, které se vyznačuje nižší světlostí. (Daszkiewicz a kol. 2011).

4.4 Ztráta vody odkapem

Ztráta vody odkapem bez použití vnější síly může charakterizovat kvalitu masa. Z ekonomického a technologického hlediska jsou vysoké ztráty vody nežádoucí. Tento jev ovlivňuje hodnota pH a při dosažení izoelektrického bodu masa se podle Lawrence a kol. (2009) projeví nejvíce. V mase postiženém vadou DFD jsou proto očekávány menší ztráty.

U vzorků masa daňků odstřelených na pastvině byla naměřena průměrná ztráta vody odkapem 0,70 %. Po statistickém vyhodnocení byl parametr u této skupiny zvířat hodnocen jako významně vyšší ($p < 0,05$) oproti naměřeným hodnotám u druhé skupiny vzorků masa daňků (omráčených jatečnou pistolí), jejíž průměrná hodnota se rovnala 0,37 %. Tento rozdíl je pravděpodobně způsoben druhem porážky, jelikož maso daňků omráčených jatečnou pistolí vykazovalo podle průběhu hodnot pH vadu DFD. V tomto stavu má maso vyšší vaznost a při stanovení odkapu ztrácí menší množství vody (Apple a kol., 2005). S vyšším obsahem vody navázané ve svalovině se odráží méně dopadajícího světla a maso se jeví tmavší.



Obrázek 4.7: Hmotnostní ztráta vody odkapem vyobrazená jako průměr naměřených hodnot a směrodatná odchylka (n=24), přičemž hodnoty se statisticky významně liší ($p < 0,05$)

Bykowska a kol. (2018) udává, že po 24 hodinách vykazuje vzorek masa daňků ztrátu 1,05 %, zatímco po osmi dnech zrání byla naměřena ztráta menší, a to 0,87 %. Je zde tedy patrný vliv doby zrání masa, díky němuž se zvyšuje schopnost vázat vodu.

Vyšší ztrátu vody odkapem pozorovala Cawthorn a kol. (2018), která stanovila hodnotu 1,4 % a Dominik a kol. (2012), jehož vzorky masa vykazovaly ztrátu vody 2,4 %. V těchto experimentech byla ztráta měřena přímo po porážce, a pravděpodobně proto se naše hodnoty neshodují.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo porovnat jakostní znaky dančího masa uískaného z farmového chovu v závislosti na způsobu porážky. Byly hodnoceny rozdíly mezi skupinou daňků odstřelených na farmě a skupinou omráčenou jatečnou pistolí ve fixační kleci s následným vykrvením. Celkový počet poražených kusů pro účely pokusných měření byl 48 daňků. Pro hodnocení byl odebrán vzorek ze svalu *Longissimus lumborum*.

Po porážce a v průběhu zrání masa bylo měřeno pH, které bylo vyhodnoceno jako statisticky významný parametr. U daňků omráčených jatečnou pistolí byl průběh hodnot statisticky významně vyšší, přičemž dosahoval hranice vady DFD. K tomuto tvrzení přispívají i naměřené parametry barvy v systému CIELAB, jelikož u masa daňků byly průměrné hodnoty L^* a b^* statisticky významně nižší, tudíž byla barva svaloviny tmavší, což u masa s vadou DFD předpokládáme. O odlišné kvalitě masa skupiny daňků omráčených jatečnou pistolí svědčí i statisticky významně nižší odkap. Tento výsledek v porovnání se skupinou daňků odstřelených na pastvině opět naznačuje, že vzorky vykazují znaky vady DFD, protože takové maso má větší vaznost. Vzhledem k tomu, že je ve svalovině navázáno více vody, dochází k pohlcování dopadajícího světla a maso se jeví tmavší.

Dále bylo stanoveno průměrné složení svaloviny dančího masa. Obsah vody a bílkovin nebyl vyhodnocen jako statisticky významný, avšak obsah intramuskulárního tuku a kolagenních bílkovin byl staticky významně vyšší u vzorků masa daňků odstřelených na pastvině.

Experimentálně byl prokázán vliv porážky na výslednou kvalitu masa. Vzorky masa skupiny daňků omráčených jatečnou pistolí vykazují podle naměřených parametrů znaky na hranici vady DFD, což se projevilo hlavně vysokým pH, tmavší barvou masa a menším odkapem oproti druhé zkoumané skupině. Pro porážku farmové chovaných daňků je tak vhodnější zvolit způsob odstřelu na pastvině, kdy není zvíře vystaveno přílišnému stresu, který se odráží na výsledné kvalitě masa.

Seznam použité literatury

- Apple, J.K. a kol., (2005). Duration of restraint and isolation stress as a model to study the dark-cutting condition in cattle^{1,2}. *Journal of Animal Science*. 83(5), 1202-1214.
- Arnold, R. N. a kol. (1992). Effect of long- or short-term feeding of α -tocopheryl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics, and beef color stability. *Journal of Animal Science*. 70(10), 3055-3065.
- Bak K. H. a kol. (2017). Effect of high pressure treatment on the color of fresh and processed meats: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 59(2), 228-252.
- Barbut, a kol. (2008). Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*. 79(1), 46-63.
- Bykowska, M. a kol. (2018). The effect of muscle, time post-mortem and sex on the quality of meat from fallow deer (*Dama dama*) farmed in Poland. *Small Ruminant Research*. 160, 12-18.
- Bureš, D. a kol. (2015). Quality attributes and composition of meat from red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*) and Aberdeen Angus and Holstein cattle (*Bos taurus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 95(11), 2299-2306.
- Carpenter, C.E. a kol. (2001). Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Science*. 57(4), 359-363.
- Cawthorn, D.-M. a kol., (2018). Physical quality attributes of male and female wild fallow deer (*Dama dama*) muscles. *Meat Science*. 137, 168-175.
- Cawthorn, D.-M. a kol., (2020). Chemical Composition of Wild Fallow Deer (*Dama Dama*) Meat from South Africa: A Preliminary Evaluation. *Foods*. 9(5).
- ČSÚ [Český statistický úřad]. (2021). Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů (na obyvatele za rok) [tabulka]. In: Český statistický úřad [online]. [Praha]: Český statistický úřad. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/143060175/2701392101.pdf/2ce49a95-08ea-47c0-92b2-e5db7c812165?version=1.1>
- ČSÚ [Český statistický úřad]. (2021). Spotřeba masa v hodnotě na kosti (na obyvatele za rok) [online graf]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/143060175/27013921g2.pdf/63aa466c-0e6d-4fef-86ce-a7fa4a1adcfe?version=1.1>
- Cortez, R. a kol. (2017). Natural Pigments: Stabilization Methods of Anthocyanins for Food Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 16(1), 180-198.
- Davídek, J. (1983). *Chemie potravin*. 1.vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 632 s. ISBN 04-815-83
-

Daszkiewicz, T., (2011). Changes in the quality of meat from roe deer (*Capreolus capreolus* L.) bucks during cold storage under vacuum and modified atmosphere. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 14(3), 459-466.

Daszkiewicz, T., (2015). A comparison of the quality of the Longissimus lumborum muscle from wild and farm-raised fallow deer (*Dama dama* L.). *Small Ruminant Research*. 129, 77-83.

Decker, E. A. a kol. (2000). Antioxidants in Muscle Foods: Nutritional Strategies to Improve Quality. 1. New York: John Wiley. ISBN 978-0-471-31454-7.

De Huidobro, F. a kol. (2005). A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Science*. 69(3), 527-536.

Dostálová, J. a Kadlec, P. (2014). Potravinářské zbožížnalství: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing

Drdák, M. (1996). Základy potravinářských technológií: spracovanie rastlinných a živočišných surovín cereálne a fermentačné technologie uchovávanie, hygiena a ekológia potravin. Bratislava: Malé centrum. ISBN 80-967-0641-1.

Epstein, F.H. a Hsia, C.C.W., (1998). Respiratory Function of Hemoglobin. *New England Journal of Medicine*. 338(4), 239-248.

Fabre, R. a kol. (2018). Cooking method effect on Warner-Bratzler shear force of different beef muscles. *Meat Science*. 138, 10-14.

Faustman, C. a R.G. Cassens, (1990). The biochemical basis for dis-coloration in fresh meat: A review. *Journal of Muscle Foods*. 1(3), 217-243.

Feiner, G. (2006). Meat products handbook: practical science and technology. 1. Cambridge: Woodhead Publ. Woodhead Publishing in food science, technology and nutrition. ISBN 08-493-8010-3.

Font-i-Furnols a M., Guerrero, L., (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*. 98(3), 361-371.

Gál, R. (2004). Vyhodnocení vybraných vlastností vepřového masa a zvěřiny. Disertační práce, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 108 s.

Hrabě, J. a kol. (2006). Technologie výroby potravin živočišného původu: bakalářský směr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati. ISBN 80-731-8405-2.

Huss, H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. (1.vyd.). Řím: FAO Fishers Technical Paper.

Hutchison, C.L. a kol. (2012). Effect of concentrate feeding on instrumental meat quality and sensory characteristics of fallow deer venison. *Meat Science*. 90(3), 801-806.

Cho, S. a kol. (2015). Effect of slaughter age on the antioxidant enzyme activity, color, and oxidative stability of Korean Hanwoo (*Bos taurus coreanae*) cow beef. *Meat Science*. 108, 44-49.

Ingr, I. (2003). Produkce a zpracování masa. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita

Jedlička, J. (1988). Kvalita mäsa z hľadiska prvovýrobcu, spracovateľa a konzumenta. Bratislava: Príroda.

Kadlec, P. (2002). Technologie potravin. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická

Kameník, J. a kol. (2012). Zrání masa aneb jak se svalovina stává masem. Maso 4, s. 48-52.

Kameník, J. a kol. (2014). Technologie a hygiena potravin živočišného původu. (1.). Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.

Kim, Y.S. a kol. (2003). Effect of season on color of Hanwoo (Korean native cattle) beef. Meat Science. 63(4), 509-513.

King, N. J. a Whyte, R. (2006). Does It Look Cooked? A Review of Factors That Influence Cooked Meat Color. Journal of Food Science. 71(4), R31-R40.

Krasulya, O. a kol. (2021). Estimation of the stability of skeletal muscle myoglobin of chilled pork treated with brine activated by low-frequency high-intensity ultrasound. Ultrasonics Sonochemistry. 71.

Krása, A., a Hlaváček, V. (1993). Farmářský chov daňka skvrnitého. Náš chov, 53 (7), s. 279.

Kreikemeier a kol. (1998). Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. Journal of Animal Science. 76(2).

Kudrnáčová, E. a kol. 2018. Carcass and meat characteristics from farm-raised and wild fallow deer (*Dama dama*) and red deer (*Cervus elaphus*): A review. Meat Science. 141, 9-27.

Lawrence a kol., (2012). *Growth of farm animals*. 3rd ed. Wallingford: CABI. ISBN 978-1-84593-558-0.

Lawrie, R.A. a Ledward, D.A., (2006). Lawrie's meat science. 7th ed. Cambridge: Woodhead Publ. Woodhead publishing in food science and technology. ISBN 978-1-84569-159-2.

Livingston, D.J. a Brown, W.D. (1981) The Chemistry of Myoglobin and Its Reactions (Meat Pigments, Food Quality Indices). Food Technology, 38, 238-252.

Maggiolino, A. a kol., (2019). Carcass and meat quality characteristics from Iberian wild red deer (*Cervus elaphus*) hunted at different ages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 99(4), 1938-1945.

Mitlöhner, F.M. et al. (2002). Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. Journal of Animal Science. 80(8).

Mohelský, M. (2017). Farmové chovy zvěře. [online]. Myslivost. [cit. 2022-2-1]. Dostupné z: <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2017/Kveten-2017/FARMOVE-CHOVY-ZVERE>

Mulley, R. a kol. (2006). Venison Quality - The relationship of body condition score with consumer perception. ISBN 1-74151-306-5

Neethling, N.E. a kol. (2017). Exogenous and Endogenous Factors Influencing Color of Fresh Meat from Ungulates. Meat and Muscle Biology. 1(1).

Nollet, L. a Toldra, F., (2008). Handbook of Muscle Foods Analysis. 1. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4200-4529-1.

O'Neill, D.J, a kol. (2003). Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. Meat Science. 64(2), 105-111. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/S0309-1740(02)00116-X

Pearce, K.L. a kol, (2011). Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review. Meat Science. 89(2), 111-124

Pérez-Alvarez, J. A. et al. (2004). Chemical and physical aspects of color in frozen muscle-based foods. Handbook of Frozen Foods.

Piaskowska, N. et al. (2016). Quality of Meat (*Longissimus dorsi*) from Male Fallow Deer (*Dama dama*) Packaged and Stored under Vacuum and Modified Atmosphere Conditions. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 29(12), s. 1782-178

Pinto, F. a kol. (2009). Nutritional quality of meats from young fallow deer (*Dama dama*) of different ages. Progress in Nutrition. 11. 57-67.

Pipek, P. (1993). Technologie masa. 3. přeprac. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-708-0174-3.

Pipek, P. (1998). Základy technologie masa. Vyškov: VVŠ PV ISBN 80-7231-010-0.

Pipek, P., a Jirotková, D. (2001). Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů. České Budějovice: Jihočeská univerzita

Pipek, P., a Pour, M. (1998). Hodnocení jakosti živočišných produktů. (1.). Praha: KUFR

Ribeiro, C.C. de S., a kol., (2020). New alternatives for improving and assessing the color of dark-cutting beef – a review. Scientia Agricola. 79(1).

Saláková, A., a Bořilová, G. (2014). Technologie a hygiena potravin živočišného původu: návody na cvičení. Brno.

Shange, N. a kol., (2018). The influence of normal and high ultimate muscle pH on the microbiology and colour stability of previously frozen black wildebeest (*Connochaetes gnou*) meat. Meat Science. 135, 14-19.

Sookhareea, R., et al. (1995). The effect of slaughter age and sex type on meat quality of Javan rusa (*Cervus timoriensis*) male deer.

Stančík, J. (2007). Studium procesu degradace inkoustového tisku na tenké vrstvě polyvinylalkoholu. Brno: Vysoké učení technického v Brně, Fakulta chemická, 80 s. Vedoucí diplomové práce Michal Veselý.

Steinhauser, L. (1995). Hygiena a technologie masa. Brno: LAST

Steinhauser, L. (2000). Produkce masa, Tišnov: LAST, ISBN 80-900260-7-9

Stevenson-Barry, J., S. a kol. (1999). Venison vitamin E levels and the relationship between vitamin E, iron and copper and display life for venison and beef. In: Proc. 45th Int. Congr. Meat Sci. Technol., Yokohama, Japan. p. 458

Straka, I. a L. Malota. (2006). Chemické vyšetření masa: (klasické laboratorní metody). 1. Tábor: OSSIS. ISBN 80-866-5909-7.

Strohecker, M.G. et al. (1997). Vitamin E supplementation effects on color and lipid stability of whole and ground lamb. Journal of Muscle Foods. 8(4), 413-426.

Suman, S.P. et al. (2017). Current Developments in Fundamental and Applied Aspects of Meat Color. New Aspects of Meat Quality. Elsevier, 2017, 111-127.

Šimek, J. a Steinhauser, L. (2001) Barva masa. Maso, 4/2001 str. 35-37

Tešanović, D. a kol. (2011). Changes of biochemical and sensory characteristics in the muscles longissimus dorsi of the fallow deer in the early phase post-mortem and during maturation. African Journal Of Biotechnology. 55, 11668-11675.

Tomasevic, I. et al. (2021). Recent advances in meat color research. Current Opinion in Food Science. 41, 81-87.

Trojan, S., 2003. Lékařská fyziologie. Vyd. 4., přeprac. a dopl. Praha: Grada. ISBN 80-247-0512-5.

Velíšek, J. (1999). Chemie potravin. Tábor: OSSIS. ISBN 80-902-3915-3.

Voges, K.L. a kol., (2007). National beef tenderness survey – 2006: Assessment of Warner–Bratzler shear and sensory panel ratings for beef from US retail and foodservice establishments. Meat Science. 77(3), 357-364.

Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 1. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-208>

Wiklund, E. et al. (2006). Effects of feeding regimen and chilled storage on water-holding capacity, colour stability, pigment content and oxidation in red deer (*Cervus elaphus*) meat. Journal of the Science of Food and Agriculture. 86(1), 98-106.

Wiklund, E. et al. (2010). Seasonal variation in red deer (*Cervus elaphus*) venison (*M. longissimus dorsi*) drip loss, calpain activity, colour and tenderness. Meat Science. 86(3), 720-727.

Wiklund, E., (2014). Venison: Meat from red deer (*Cervus elaphus*) and reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Animal Frontiers*. 4(4), 55-61

Wood, J.D. et al. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*. 66(1), 21-32.

Yang, A. et al. (1992). Carotenoid and retinol concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoid transport in sheep, goats and cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 43(8).

Young, O. & West, J. (2001). Meat color. *Meat science and applications*. 39-67.

Żmijewski, T. a kol., 2020. Farmed-raised fallow deer (*Dama dama* L.) carcass characteristics and meat nutritional value. *Journal of Food Science and Technology*. 57(9), 3211-3220.

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Spotřeba masa v hodnotě na kosti v letech 1989-2020 (ČSÚ, 2021).....	8
Obrázek 1.2: Schéma barvového prostoru CIELAB (Cortez a kol, 2016).....	19
Obrázek 3.1: Daněk evropský na farmě Mnich (Vlastní)	29
Obrázek 3.2: Daňci v průběhu zrání ve chladírně (Vlastní).....	30
Obrázek 3.3: Odebrané vzorky svalu <i>Longissimus lumborum</i> (Vlastní)	31
Obrázek 3.4: Měření teploty a pH po porážce (Vlastní)	32
Obrázek 3.5: Měření barvy vzorku (Vlastní)	32
Obrázek 4.1: Naměřené hodnoty pH v průběhu zrání masa	34
Obrázek 4.2: Naměřený obsah vody v mase	35
Obrázek 4.3: Naměřený obsah bílkovin v mase.....	37
Obrázek 4.4: Naměřený obsah kolagenních bílkovin v mase	37
Obrázek 4.5: Naměřený obsah intramuskulárního tuku v mase	38
Obrázek 4.6: Naměřené parametry L^* a b^* určující barvu masa	39
Obrázek 4.7: Hmotnostní ztráta vody odkapem.....	42

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Obsah hemových barviv podle druhu svaloviny (Velíšek, 1999).....	17
---	----