

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



**Vliv postmortálních změn na organoleptické
charakteristiky masa farmově chovaných daňků
evropských (*Dama dama*)**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Kristýna Steiningerová

Obor studia: Výživa a potraviny (AMD)

Vedoucí práce: Ing. Daniel Bureš, PhD.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Vliv postmortálních změn na organoleptické charakteristiky masa farmově chovaných daňků evropských (*Dama dama*)" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 4. 2018

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce Ing. Danielu Burešovi, Ph.D., za odborné vedení, všestranné rady, trpělivost a čas, který mi věnoval při zpracování mé diplomové práce.

Vliv postmortálních změn na organoleptické charakteristiky masa farmově chovaných daňků evropských (*Dama dama*)

Souhrn

Vzhledem k současným požadavkům na kvalitativní parametry masa a zároveň zvýšeným poptávkám po mase s nízkým obsahem tuku a cholesterolu byl ze strany spotřebitelů zaznamenán vzrůstající zájem o červené maso se sníženým obsahem tuku a také zvěřinu.

Přitom jeden z nejdůležitějších faktorů, kterým jsou ovlivněny organoleptické, technologické a nutriční vlastnosti masa, jsou považovány biochemické a strukturální změny probíhající během postmortálních procesů jinak známé jako zrání masa.

Stanoveným cílem prováděného experimentu bylo hodnocení efektu odlišných dob zrání na organoleptické vlastnosti svalů *longissimus lumborum* 21 farmově chovaných daňků evropských (*Dama dama*) ve věku 20 měsíců. Hodnoceny byly grilované vzorky masa s dobou zrání 7, 14, 21, 28 dní od porážky. Z fyzikálních vlastností masa byly zjišťovány ztráty grilováním, mražením a ztráty celkové, které s rostoucí dobou zrání se postupně zvyšovaly. Z toho plyne, že celkově největší ztráty byly vyhodnoceny u vzorků s nejdelší dobou zrání (28 dnů). Z výsledků sensorického hodnocení vyplývá, že celkově nejlépe hodnocené ve všech texturních parametrech, kterými jsou křehkost, šťavnatost a žvýkatelnost, bylo maso s délkou zrání 14 dnů. Výsledné hodnoty křehkosti získané prostřednictvím sensorické analýzy byly ve shodě s naměřenými hodnotami instrumentálního hodnocení prováděného Warner-Bratzlerovým nožem na přístroji Instron. S prodlužující se dobou zrání bylo rovněž pozorováno postupné navýšení intenzity vůně zvěřiny a vůně jater, což však nebylo sensorickým panelem již posuzováno jako příznivé.

Z výsledků práce vyplývá, že mezi sensorickými vlastnostmi v závislosti na délce zrání masa byly pozorovány významné rozdíly. Jako optimální pro daný sval a kategorii zvířat se jeví doba zrání 14 dnů, přičemž další prodlužování již není výhodou.

Nicméně ke stanovení zákonitostí mezi optimální délkou zrání masa zvířat z farmových chovů a rozvojem sensoricky vysoce přijatelných organoleptických charakteristik bude zapotřebí dalších experimentů.

Klíčová slova: zrání masa, fyzikální vlastnosti, sensorická analýza

The effect of postmortem changes on organoleptic properties of meat from farmed fallow deer (*Dama dama*)

Summary

Due to current requirements for meat quality and increased demands of meat with low fat and cholesterol, an increasing consumer interest in red meat with low fat and game meat was noticed.

One of the most important factors, which influence organoleptic, technological and nutritional meat properties are considered to be biochemical and structural changes during post mortem period also known as meat ageing.

The aim of this study was to evaluate effect of different ageing times on sensory attributes of *longissimus lumborum* muscles obtained from 21 farmed fallow deers (*Dama dama*) at age 20 months. The subjects of evaluation were grilled meat samples with ageing times 7, 14, 21, 28 days after slaughtering. From physical properties were evaluated thawing loss, grilling loss and overall loss. All these characteristics increased over the ageing period. So, the highest losses were observed in samples with longest ageing time (28 days). The most acceptable were evaluated samples with 14 days of ageing. This ageing period evaluated by sensoric panel was assessed as the most favorable in all texture characteristics as tenderness, juiciness and chewiness. Tenderness results obtained by sensory panel were in agreement with results from shear force test, which was determined using Warner-Bratzler knife. A tendency towards an increase in game meat odour and liver odour during maturation were also noticed. But these intensities were by panelists considered unfavorably.

The results of this thesis demonstrate marked differences in various sensory attributes depending on different time of meat ageing. Optimal time for given muscle and age category appears to be 14 days of ageing and additional time of extension is no longer advantage.

However, further experiments to determine patterns between optimal ageing time for meat of other deer animals and developing high sensory acceptability needs to be addressed.

Keywords: venison, meat ageing, physical characteristics, sensory properties

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a hypotéza.....	2
2.1	Cíl práce	2
2.2	Hypotéza.....	2
3	Přehled literatury	3
3.1	Historické souvislosti konzumace masa	3
3.1.1	Evoluce	3
3.1.2	Metody určené ke zjišťování stravy předků.....	3
3.2	Význam konzumace masa	4
3.2.1	Plnohodnotné bílkoviny	4
3.2.2	Mikronutrienty v mase.....	5
3.2.3	Riziko konzumace masa	6
3.3	Spotřeba masa	7
3.3.1	Faktory ovlivňující koupi a konzumaci masa	10
3.3.2	Marketingová prodejnost výrobku.....	10
3.4	Zvěřina, alternativní druh masa	12
3.4.1	Význam myslivosti pro produkci zvěřiny.....	12
3.4.2	Specifické vlastnosti zvěřiny	12
3.4.3	Farmové chovy	13
3.4.4	Porážka zvěře a uvádění zvěřiny na trh	16
3.5	Faktory ovlivňující kvalitu masa	17
3.5.1	Vliv výživy na kvalitu masa	17
3.5.2	Vliv pohlaví na kvalitu masa	18
3.5.3	Vada masa zvaná DFD	19
3.6	Postmortální změny v mase.....	20
3.6.1	<i>Rigor mortis</i>	20
3.6.2	Zrání masa.....	20
3.7	Senzorická analýza.....	21
3.7.1	Kvantitativní deskriptivní analýza (QDA).....	22
3.8	Fyzikální vlastnosti masa.....	22

3.8.1	Vaznost masa (WHC)	22
3.8.2	Barva masa.....	23
3.8.3	pH masa	23
3.9	Textura masa	24
3.9.1	Metody hodnocení textury masa.....	25
3.9.1.1	Warner-Bratzlerův test střižné síly a penetrometrie.....	25
3.9.1.2	Analýza texturního profilu	26
3.9.1.3	Chemické metody a kolagen	26
3.9.1.4	Senzorické vyhodnocení textury	27
4	Metodika	28
4.1	Zvířata, porážka, odběr vzorků.....	28
4.2	Fyzikálně technologické vlastnosti masa.....	29
4.3	Senzorická analýza.....	30
4.4	Statistická analýza dat	33
5	Výsledky.....	35
5.1	Vyhodnocení vlivu délky zrání na fyzikální vlastnosti masa	35
5.2	Vyhodnocení vlivu délky zrání na organoleptické vlastnosti masa pomocí senzorické analýzy.....	35
6	Diskuze	40
7	Závěr	43
8	Seznam použité literatury	44
9	Seznam použitých zkratk	51

1 Úvod

V současnosti je v západních a rozvinutých zemích zcela běžný výskyt civilizačních onemocnění zahrnující například aterosklerózu, hypertenzi, diabetes či ischemickou chorobu srdeční. To je spojováno s moderním městským způsobem života doplněným o nesprávnou životosprávu.

Přitom jeden z důležitých faktorů ovlivňující výskyt výše zmíněných nemocí je konzumace potravin a masa bohatých na nasycené tuky. Dnešní spotřebitel si je vědom možných rizik spojených s konzumací masa a vlivu na vlastní zdraví. Se zvyšující se spotřebou masa jsou ze strany konzumentů rovněž projevovány rostoucí obavy týkající se zajištění dobrých životních podmínek zvířat a současně možných dopadů na životní prostředí.

Z těchto důvodů byl zaznamenán nárůst produkce libového masa a masných výrobků s nízkým obsahem tuku a rovněž byla pozorována vyšší poptávka po „organických“ produktech pocházejících z farem, kde jsou zvířata chována způsobem, který lépe respektuje jejich životní potřeby.

Vhodnou alternativu k tradičním zástupcům masa představuje nutričně vyvážené maso divoce žijících nedomestikovaných zvířat. Jedná se o velmi chutnou a libovou potravinu s příznivými účinky na lidské zdraví, a to nejenom protože obsahuje žádoucí polynenasycené mastné kyseliny, ale rovněž i vysoký obsah proteinů, vitamínů, minerálních látek a přitom nízký podíl nasycených tuků.

Farmové chovy náleží mezi dynamicky se rozvíjející odvětví živočišné výroby, které je založené zejména na využívání pastevních porostů mající potenciál uspokojit vzrůstající poptávku po uvedeném druhu masa. Protože jsou spotřebitelé posledním článkem výrobního procesu, je nelehkým úkolem producentů a zpracovatelského průmyslu naplnit jejich očekávání, zahrnující garantované organoleptické parametry nabízeného produktu.

Jedním z významných požadavků nezbytných pro udržení současného trendu růstu konzumace zvěřiny je objasnění všech faktorů ovlivňujících kvalitativní parametry masa z farmových chovů. Z tohoto pohledu se jeví jako velmi aktuální stanovení optimální délky zrání tohoto specifického druhu masa tak, aby mohl být nabízen spotřebitelům v optimální senzorické kvalitě.

2 Cíl práce a hypotéza

2.1 Cíl práce

Vyhodnocení organoleptických vlastností masa farmově chovaných daňků evropských v závislosti na délce zrání masa.

2.2 Hypotéza

Organoleptické vlastnosti masa se budou v závislosti na délce zrání měnit. U různých sensorických deskriptorů (vůně, chuť, textura) bude docházet k odlišnému vnímání intenzity či přijatelnosti.

3 Přehled literatury

3.1 Historické souvislosti konzumace masa

3.1.1 Evoluce

Konzumace masa je z evolučního hlediska pro lidský organismus přínosná. Významná je pro udržení správného růstu, vývoje a zdraví. Existují důkazy, že spotřeba masa měla vliv na kraniálně zubní a intestinální morfologické změny, vzpřímený postoj člověka, jeho reprodukční vlastnosti a delší dobu života. Ačkoliv existují důkazy o souvislosti konzumace masa a některých onemocnění, jeho úloha v lidské stravě by z evolučního hlediska neměla být zanedbatelná (Baltic et Boskovic, 2015).

Za hlavní znak lidské evoluce je považováno zvětšování lidského mozku a intelektuální vývoj. Právě za rozvoj mozkové tkáně a nervové soustavy a s tím související zvyšování inteligence je přikládán vliv konzumace nutrientů z masa potažmo živočišných produktů, nikoliv rostlinných (Eaton et al., 2002).

Vliv na vývoj velikosti mozku lze připsat v mase obsaženým polynenasyceným mastným kyselinám (PUFA), konkrétně ω -3. Zvláště významným zástupcem je kyselina dokosahexaenová (DHA), která je základním požadavkem v každém kroku vývoje mozku, od proliferace nervových buněk, jejich migrace, diferenciaci po synaptogenezi. Důkazy naznačují, že její zvýšená koncentrace je přítomna v oblastech mozku spojených s učením a pamětí (Gharami et al., 2015).

Nedávné důkazy naznačují, že i primitivní paleolitické technologie zpracování masa, výroba nástrojů pro úpravu masa a komplex psychosociálních faktorů, umožnily prvním hominidům nárůst mozkové hmoty. (Cornélio et al., 2016).

3.1.2 Metody určené ke zjišťování stravy předků

Za účelem zjištění dostatečných informací o lidské stravě a spotřebě během evoluce jsou vědeckými pracovníky využívány přímé a nepřímé metody. Nepřímé metody jsou založeny na zkoumání fosilních zbytků rostlin a živočichů objevených v archeologických lokalitách. V přímých metodách jsou zahrnuty analýzy kostí a zubů lidských pozůstatků. Tento přístup je založen na analýze a srovnání přítomnosti a poměru stabilních izotopů uhlíku a dusíku (Baltic et Boskovic, 2015).

Dalším způsobem jak rozpoznat dříve konzumovanou stravu je možnost využití moderních DNA analýz. Vzhledem k tomu, že si nejstarší předci nečistili chrup, měli zuby

pokryty plakem, ze kterého postupně vzniká zubní kámen. Prostřednictvím těchto moderních metod jsou vědci schopni ze zubního kamene určit stravu našich předků (Barras, 2017).

Cílem je zjištění kompozice dříve konzumované stravy, poměru mezi potravinami živočišného a rostlinného původu a tím přispět k lepšímu porozumění úlohy masa v lidské stravě a jeho vlivu na anatomii, fyziologii, emoce a sociální charakteristiky dnešního člověka (Baltic et Boskovic, 2015).

3.2 Význam konzumace masa

Jako jednou z nejvíce nutričně bohatých potravin je označováno právě maso. Jsou v něm obsaženy důležité makroživiny jako jsou například proteiny. V průměru je v červeném mase obsaženo 20-24 g na 100 g masa a z tohoto důvodu ho lze považovat za významný zdroj bílkovin (Wyness, 2016).

Dalšími zcela nezbytnými látkami zastoupenými v mase jsou vitamíny skupiny B, dále vitamin A a D. Významný je i obsah minerálních látek co se množství a využitelnosti týče. Za zmínku v tomto případě určitě stojí železo a zinek. Mimo to je maso významným nositelem žádaných specifických organoleptických vlastností (Ledesma et al., 2016).

V porovnání s potravinami rostlinného původu představuje maso nejenom větší zdroj energie a dobře stravitelných proteinů, ale především zdroj biologicky dostupných výše zmíněných mikroživin (Zhang et al., 2016).

3.2.1 Plnohodnotné bílkoviny

Maso a masné produkty jsou řazeny mezi potraviny s vysokým podílem plnohodnotných bílkovin. To znamená, že masový protein obsahuje vyvážený poměr jednotlivých aminokyselin a současně je v něm obsaženo všech 8 esenciálních aminokyselin, které člověk není schopen sám syntetizovat (de La Pomélie et al., 2018).

Důležitou vlastností masového proteinu je výborná stravitelnost. Lepší byla zaznamenána pouze u vaječného bílku a kaseinového proteinu. Co se týče obsahu bílkovin v mase, průměrná hodnota byla stanovena na 22 %. Ovšem hodnoty bílkovin mohou dosahovat až 34%, což bylo zaznamenáno u kuřecích prsou nebo naopak nízkých hladin, které byly pozorovány u kachních prsou, kde se hodnoty pohybovaly okolo 12,3 %. (Pereira et Vicente, 2013).

3.2.1.1.1 Taurin

Aminokyselina taurin, je za esenciální považována u novorozenců, u kterých je snižená schopnost jeho syntézy z cysteinu. Je důležité, aby v jídelníčku matek bylo maso zastoupeno, a to z toho důvodu, že tato aminokyselina vstupuje do mateřského mléka. (Baltic et Boskovic, 2015).

Všeobecně byla u lidí zděděna zhoršená schopnost produkce taurinu z prekurzorů methioninu a cysteinu. Pravděpodobně v důsledku nízké hladiny dekarboxylázy, kterou jsou transformovány cystein-sulfonové kyseliny. Proto je vhodné, aby byl taurin dodáván stravou (Pereira et Vicente, 2013).

Taurin je téměř výlučně obsažen v živočišných produktech. Mezi vlastnosti taurinu patří antioxidační a protizánětlivá aktivita, což je spojováno s možnou prevencí kardiovaskulárních onemocnění (Schuller-Levis et Park, 2006).

3.2.2 Mikronutrienty v mase

Maso je bohatým zdrojem mikronutrientů, zejména železa. Železo má v lidském organismu nezastupitelnou úlohu v metabolických procesech, zahrnující transport kyslíku, výrobu oxidační energie, mitochondriální respiraci, inaktivaci nežádoucích radikálů a syntézu DNA (Czerwonka et Tokarz, 2017).

Bylo potvrzeno, že železo v hemové formě zastoupené v mase, je daleko snáze absorbovatelné než železo v potravinách rostlinného původu (Wyness, 2016). Dokonce je jeho prostřednictvím zvyšována absorpce železa nehemového, a to z jiných živočišných produktů, ale i obilovin, zeleniny a luštěnin (Martínez-Torres et Layrisse, 1971).

V průměrně denní stravě ve vyspělých státech je obsaženo 10-15 mg železa, přičemž absorbováno je něco okolo 5-10 mg. Přitom doporučený denní příjem železa je stanoven okolo 10 mg/ den, u žen je však doporučován vyšší (Moll et Davis, 2017).

Anémie neboli chudokrevnost, je způsobena právě nedostatkem železa. Bylo evidováno téměř 600 milionu dětí předškolního a školního věku postihnuté tímto onemocněním. Kromě železa je maso významným zdrojem zinku a užitečným zdrojem mědi, selenu, hořčíku, kobaltu, olova, chromu a niklu, přičemž tyto minerální látky jsou daleko snáze absorbovány než ty z rostlinných zdrojů. V potravinách živočišného původu je obsažen důležitý vitamin B12, jehož deficiencie je zaznamenána u vegetariánů a veganů (Baltic et Boskovic, 2015).

Tento vitamín rozpustný ve vodě má v metabolismu dvě důležité funkce. Jako koenzym se podílí na syntéze DNA a mastných kyselin a rovněž je jeho prostřednictvím zajištěna methylace homocysteinu na methionin (Moll et Davis, 2017).

3.2.3 Riziko konzumace masa

V posledním desetiletí byly dávány dohromady epidemiologické důkazy poukazující na pozitivní korelaci konzumace velkého množství červeného masa, zejména ve zpracovaných výrobcích a vzniku několika chronických onemocnění. Těmito onemocněními jsou konkrétně myšleny kolorektální karcinom, ischemická choroba srdeční a diabetes II. typu (De Smet et Vossen, 2016).

Z důvodů většího pohodlí a všeobecné dostupnosti je u mladých generací stále populárnější stravování v rychlých občerstveních a konzumace průmyslově vyráběných potravin. (Hoffman et Wiklund, 2006).

V souvislosti s tímto způsobem stravování panují největší obavy právě z kolorektálního karcinomu. Jedná se o typ rakoviny, který je nejčastěji spojovaný s konzumací zmíněných průmyslově vyráběných masných produktů a červeného masa. Nejvíce případů výskytu této choroby jsou zaznamenány v západních a vyspělých zemích, kde je všeobecně vyšší spotřeba masa, oproti státům méně bohatým (Corpet, 2011).

Mezi látky izolované z červeného masa, které mají přímý vliv na výskyt rakoviny, patří tuk, heterocyklické aromatické aminy, polycyklické aromatické uhlovodíky, N-nitroso sloučeniny a hemové železo (Baltic et Boskovic, 2015).

Předmětem zkoumání je suplementace uhličitanem vápenatým, který účinně váže hemové železo. To by jistě napomohlo potlačení iniciace karcinogeneze tlustého střeva touto formou železa. I přes to, že je uhličitan vápenatý netoxický a vykazuje značnou a konzistentní ochranu, má negativní účinky na texturu masa. Maso je následkem jeho přídavku tuhé a suché (Corpet, 2011).

Mnoho studií ovšem naznačuje, že čerstvé maso samo o sobě karcinogenní není, ale stejně jako jiné druhy rakoviny je riziko kolorektálního karcinomu spojováno především se zvolenou tepelnou úpravou masa a karcinogenními látkami vznikajícími při zpracování a přípravě masa (Baltic et Boskovic, 2015).

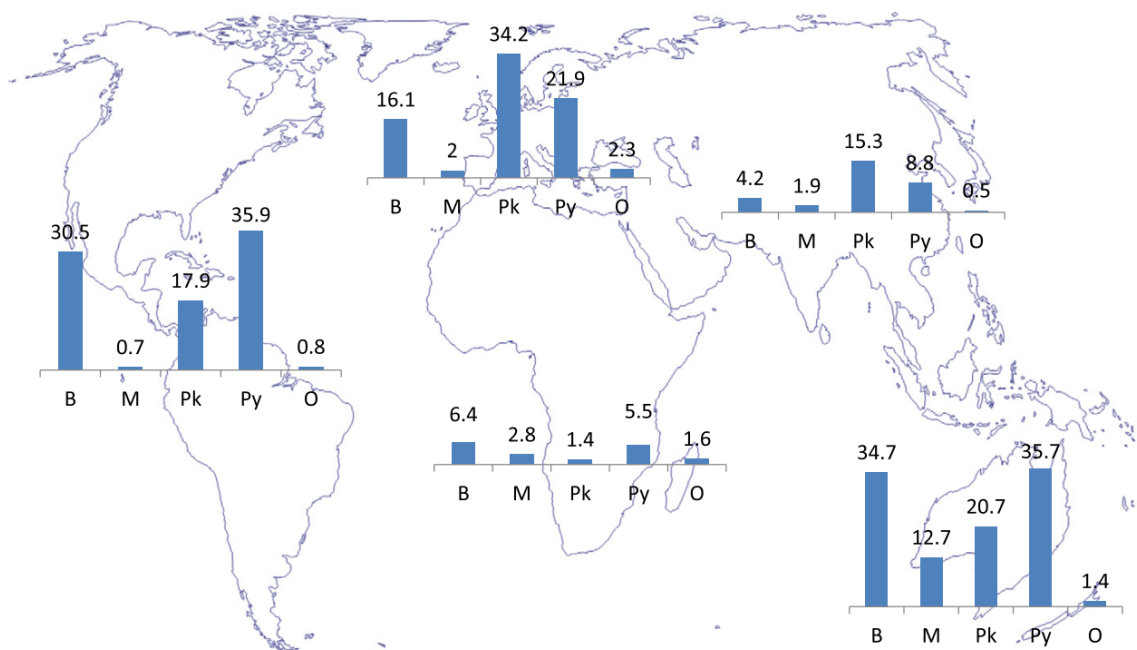
Peroxidace tuků, oxidace bílkovin a nitrosace, zcela nežádoucí procesy vyvolávané při zpracování masa (skladování, vaření, solení) se mohou rozvinout během trávení v zažívacím traktu. Je jimi nepříznivě ovlivňována nutriční hodnota masných produktů, mohou dráždit střevní sliznice a jsou pravděpodobnými prekurzory látek vyvolávající karcinogenezi. Těmto

procesům by mohlo být zabráněno přidavkem aditiv do masa, konkrétně antioxidantů a přídatných látek bránící nitrosaci (Corpet, 2011).

Pochybnosti z možných zdravotních rizik spjatých s konzumací masných výrobků vedou k poptávce po nízkokalorických potravinách a potravinách s nízkým obsahem cholesterolu. Velký důraz je kladen na snížení poměru ω -3 a ω -6 polynenasycených mastných kyselin (Hoffman et Wiklund, 2006).

3.3 Spotřeba masa

Konzumace masa a masných výrobků je v závislosti na době a zeměpisné poloze značně odlišná. Faktem ale zůstává, že ve vyspělých zemích spotřeba masa neustále roste (Ledesma et al., 2016).



Obrázek č. 1 - Spotřeba masa v rámci kontinentů (Font-i-furnols et Guerrero, 2014).

Na obrázku č. 1 je znázorněno rozložení spotřeby masa (v kg/obyvatele) v rámci kontinentů za rok 2009. Lze tak pozorovat významné rozdíly v typu ale i množství zkonsumovaného masa. S ohledem na celosvětovou spotřebu masa je tak patrné, že nejvíce konzumovaným je maso vepřové (Pk), následované drůbežím (Py), hovězím (B), skopovým a kozím (M). V písmenu „O“ jsou zahrnuty ostatní druhy masa. Například v muslimských zemích je konzumace vepřového masa velmi nízká až nulová, oproti tomu ve státech Evropy,

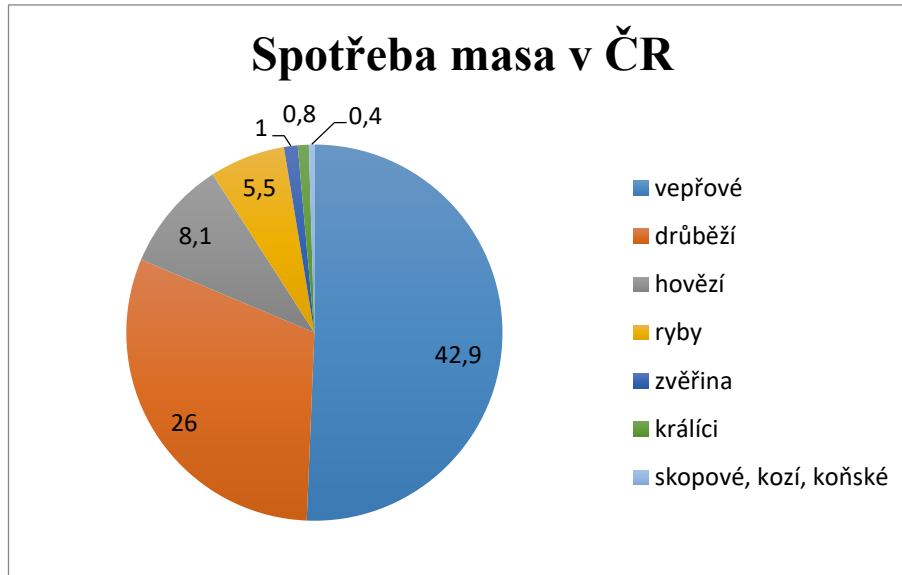
jako jsou Rakousko, Polsko či Německo může spotřeba převyšovat 50 kg masa na osobu za rok (Font-i-furnols et Guerrero, 2014).

Velké množství zkonsumovaného masa v západním světě je kriticky projednáváno z hlediska zdravotních důsledků, dopadů na životní prostředí a etických záležitostí co se týče usmrcování zvířat. Prostřednictvím výsledků studií bylo prokázáno, že spotřeba masa souvisí se sociodemografickými proměnnými, osobnostními rysy, politickými a environmentálními postoji (Pfeiler et Egloff, 2018) .

Spotřeba masa a masných výrobků je ovlivněna mnoha faktory, mezi nejvýznamnější z nich lze považovat:

- ceny a příjmy obyvatel,
- socioekonomické faktory,
- etiku,
- náboženská přesvědčení, zvyklosti, tradice,
- informovanost o vlivu na lidské zdraví,
- obtížnost kulinární úpravy (Font-i-furnols et Guerrero, 2014).

Graf č. 1 - Spotřeba masa (v kg/osobu) za rok 2015 (ČSÚ, 2016).

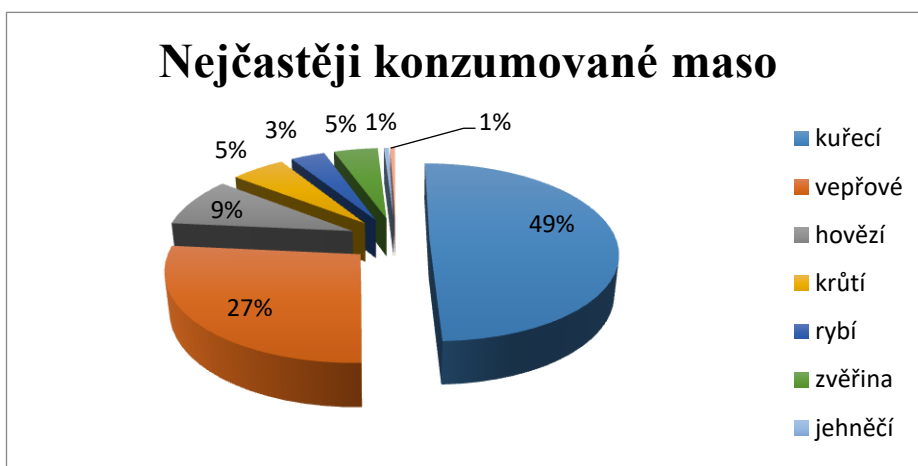


Z grafu č. 1 je zřejmé, že za rok 2015 bylo dle Českého statistického úřadu v ČR nejvíce konzumováno maso vepřové čítající 42,9 kg masa na osobu za rok, následované masem drůbežím (26 kg), hovězím (8,1 kg), rybami (5,5 kg), zvěřinou (1,0 kg), králíčím (0,8 kg) a v poslední skupině je zahrnuto maso skopové, kozí a koňské (0,4) (ČSÚ, 2016).

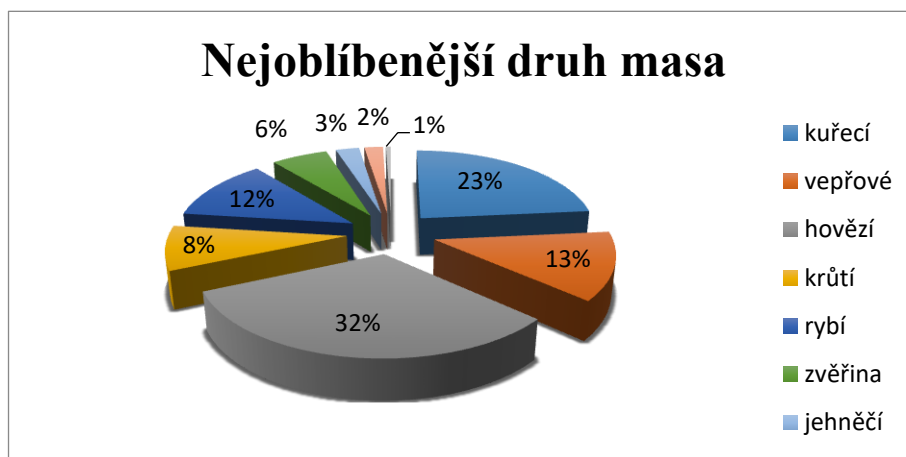
U mladší generace převažuje konzumace drůbeže a vepřového masa naopak spotřeba červeného masa zaostává. To lze přisuzovat všeobecné negativní publicitě červeného masa ve vztahu ke zdraví. Se spotřebou červeného masa a zejména zvěřiny jsou na tom obdobně ženy, kterými je, ve srovnání s muži, zkonsumováno podstatně menší množství. Tento fakt je spojován se specifickými organoleptickými vlastnostmi zvěřiny, nesouhlasem s danými používanými produkčními metodami a také s etickým hlediskem vztahující se k usmrcování zvířat (Hoffman et Wiklund, 2006).

Z následujících grafů (graf č. 2 a 3), vytvořených na základě průzkumu konzumentských postojů a preferencí mas spotřebiteli, vyplývá, že nejvíce konzumované maso bylo u 49 % dotazovaných označeno maso kuřecí. Nicméně v porovnání s druhým grafem je patrné, že je hodnoceno až jako druhé nejoblíbenější, a to po mase hovězím. Zvěřina byla 6 % hodnotitelů posouzena jako nejoblíbenější druh a 5 % jako nejčastěji konzumované maso (Bureš et al., 2018).

Graf č. 2 - Nejčastěji konzumované maso (Bureš et al., 2018).



Graf č. 3 - Nejoblíbenější druh masa (Bureš et al., 2018).



3.3.1 Faktory ovlivňující koupi a konzumaci masa

V současné době je spotřebiteli stále více kladen důraz na bezpečnost potravin a lidské zdraví. Z tohoto důvodu jsou požadavky na takové potraviny neustále navyšovány. Od masných výrobků na trhu jsou očekávány následující vlastnosti: požadovaná nutriční hodnota, čerstvost, příznivé vlastnosti, libové maso a samozřejmě vlastnosti ovlivňující smyslové vnímání. Těmi jsou myšleny šťavnatost, chuť, vůně a křehkost masa. Ze strany spotřebitelů rovněž vzrostl zájem i o životní prostředí a případné dopady na něj, o ekologické produkty a výrobky vyráběné přirozeným způsobem (Hoffman et Wiklund, 2006).

Jedním z hlavních cílů masného průmyslu je pokus o poskytnutí konzistentního přísunu vysoce kvalitních výrobků spotřebiteli. Již po dlouho dobu byla kvalita potravin uznána jako jeden z determinantů pro opakovaný nákup. Pro zajištění dobrého požitku z konzumace jídla jsou používány různé formy posuzování. Jedná se například o sledování parametrů před a po porážce, fyzikálních vlastností jako jsou střížná síla, schopnost zadržovat vodu a barva (Hutchison et al., 2010).

K docílení požadovaného výrobku odpovídající kvality je nutné upravovat vnější a vnitřní parametry, kterými je kvalita masa a výrobků z něj ovlivněna. Protože jsou spotřebitelé posledním článkem ve výrobním procesu a kvalita výrobku je pro ně prioritou, je vhodné určení činitelů ovlivňujících jejich vzorce chování při koupi masných výrobků. To by jistě napomohlo výrobcům masa a masných výrobků k lepšímu uspokojení heterogenních požadavků, potřeb a očekávání těchto komodit spotřebiteli (Font-i-furnols et Guerrero, 2014).

Snahou těchto opatření při posuzování výrobků je předpovídat rozmanitá hlediska konzumentského požitku. Nicméně konečnou fází testování produktu je sensorické vyhodnocení prostřednictvím konzumentského testu. Existuje řada objektivních měření související s kvalitou masa například schopnost vázat vodu, udržení barvy, chemické a nutriční složení masa. Tyto parametry kvality byly dány do souvislosti se smyslovými atributy hovězího, vepřového, jehněčího a kozího masa (Hutchison et al., 2010).

3.3.2 Marketingová prodejnost výrobku

Pro prodejnost daného výrobku-masa je důležitá analýza spotřebitelské profilu, aby mohl být výrobku lépe přizpůsoben marketingový mix. Nutno je počítat se změnami přístupu spotřebitelů k potravinám, přičemž vzorce konzumace masa jsou nejisté a obtížně předvídatelné (Escriba-Perez et al., 2017).

Preference konzumentů jsou závislé nejenom na vzhledu a sensorických vlastnostech dané potraviny, ale rovněž i na psychologických a marketingových aspektech. Vnímavost

spotřebitelů musí být chápána jako složitý komplexní systém, který je obtížně definovatelný. (Troy et Kerry, 2010).

Pro lepší pochopení tohoto celku by napomohla například lepší konkurenceschopnost masného průmyslu prostřednictvím efektivních strategií při poskytování informací zákazníkům. Tím jsou myšleny například označení a popisy na obale, které mohou navyšovat přijatelnost výrobků spotřebiteli. Například slogany vztahující se ke zdraví a šetrnosti k životnímu prostředí (Font-i-furnols et Guerrero, 2014). Ale rovněž i k dobrým životním podmínkám zvířat a nutričním hodnotám produktů (Troy et Kerry, 2010).

Několika výzkumníky byly zjištěny změny životního stylu a trendů chování spotřebitelů ve vztahu ke spotřebě červeného masa. Klíčovým faktorem je nedostatek času. Proto byly navrženy průmyslové a distribuční odvětví, kterými jsou nabízeny již hotové pokrmy, předem připravené či čerstvě upravené potraviny. Přeměna spotřebitelských návyků vede ke snížení schopnosti vaření si doma (Escriba-Perez et al., 2017).

Větší množství informací o mase a masných výrobcích by spotřebitelům jistě napomohlo k vytvoření přesnějších představ o produktu a naplnění očekávaných vlastností produktu. Pro zachování konkurenceschopnosti masa k alternativním zdrojům bílkovin jsou nesmírně důležité dva přístupy. Jedním z nich je pozitivní postoj k masu a masným produktům a tím druhým je naplnění požadavků spotřebitele (Font-i-furnols et Guerrero, 2014).

Je nutno podotknout, že chování spotřebitelů je čím dál více méně předvídatelné, což vede k nejednoznačným a mnohdy rozporujícím se výsledkům zkoumání. Z tohoto důvodu je pro výrobce velmi obtížné naplnit již zmíněné očekávání a požadavky. Chování spotřebitelů nemůže být hodnoceno pouze na základě jejich preferencí, nutné je brát v potaz i dostupnost výrobků na trhu (Hoffman et Wiklund, 2006).

Faktory ovlivňující vzorce chování spotřebitelů jsou zahrnuty v takzvaném třídisciplinárním postupu. Ten je rozdělen z hlediska psychologického, sensorického a marketingového:

- psychologické faktory (například náboženské přesvědčení, osobní postoje a očekávání, sociokulturní efekt, životní styl),
- sensorické vlastnosti (tím jsou myšleny vzhled, textura, chuť a vůně),
- aspekty týkající se marketingu (cena a značka) (Font-i-furnols et Guerrero, 2014).

3.4 Zvěřina, alternativní druh masa

Pojmem maso lovené zvěře, jinak též nazývané jako zvěřina, lze chápat maso nejrůznějších živočišných druhů, od býložravců, ptáků, přežvýkavců až po monogastry. Tato zvířata jsou dělena na dvě skupiny. Srstnatou skupinu, kterou jsou myšleni savci a pernatou, kterou představují ptáci (Bureš et al., 2018).

Extenzivní chov divokých zvířat, tedy těch nedomestikovaných, je v zemích Evropy, Severní Ameriky a Afriky praktikován již po celá staletí, ovšem během uplynulých třiceti let došlo k prudkému vývoji. Vlastní chov jelenovitých na území dnešní Evropy je zaznamenán už z období Mezolitu a Neolitu, středověku až do aktuální podoby dnešních zemědělských postupů (Bureš et al., 2015).

3.4.1 Význam myslivosti pro produkci zvěřiny

Postupem času byl lov pozměněn v hospodářsko-kulturní, ale i vědecký obor, zvaný myslivost. Tento termín zahrnuje soubor úkonů, které jsou prováděny ve vztahu k volně žijící zvěři v přírodě. Cílem myslivosti je zachování a vývoj mysliveckých schopností, dovedností a zvyků jakožto součást kulturního českého dědictví (Šeplavý et al., 2015).

Tuzemská tradice a kultura myslivosti je na prvotřídní úrovni. A to i z toho důvodu, že je Česká republika zemí s vysokým počtem stavů zvěře. Během jednoho roku je z českých honiteb vyprodukováno okolo dvanácti tisíc tun zvěřiny, z toho daňčí představuje 400 tun, jelení asi 1600 tun a pro zajímavost černé zvěře 7200 tun. Zbytek je tvořen zvěřinou srnčí, mufloní, bažantí, zaječí a divokými kachnami. Dnes běžně používaný termín vysoké zvěře má svůj původ v minulosti, protože hony byly reprezentativní společenskou událostí a jeleni s daňky byli považováni za zvěř honosnou a jakési privilegium vyšší společnosti. Odtud pochází pojem vysoká (Steinhauser, 2014).

3.4.2 Specifické vlastnosti zvěřiny

V poslední době můžeme zaznamenat vzrůstající zájem spotřebitelů, ale i výrobců o alternativní, původní či přírodní způsoby produkce masa, zahrnující i lov volně žijících zvířat v přírodě (Piaskowska et al., 2015).

Souhrnně je zvěřina preferována pro nízký obsah intramuskulárního tuku, energie a cholesterolu, jedná se o maso libové. Celkově je obsah tuku závislý na mnoha faktorech. Jelenovití z oblastí mírného pásu v porovnání s jedinci tropů mají vyšší obsah tuku. Stejně tak je obsah zvyšován s věkem zvířat, u hodně starých jedinců je obsah tuku konzumenty již nepřijatelný (Kudrnáčová et al., 2018).

Zvěřina je rovněž oblíbená pro svůj vyšší podíl bílkovin a obsah esenciálních polynenasycených mastných kyselin. Mezi další významné znaky patří její charakteristické vlastnosti vnímatelné smysly, jako jsou například chuť a aroma (Bureš et al., 2018).

Právě silná vůně a typická textura zvěřiny je od masa hospodářských zvířat odlišná, nicméně maso jako takové je považováno za dietetické a vhodné ke zpracování (Bykowska et al., 2018).

V kulinářské úpravě má zvěřina širokou škálu využití, neboť může být konzumována v podobě steaků a pečení doplněné o jakékoliv možné přílohy. Tento netradiční druh masa má také velký potenciál pro zpracování na různé masné produkty jako jsou například paštiky, klobásy a polotovary z mletého masa (Dahlan et Norfarizan Hanoon, 2008).

Je tedy zřejmé, že zvěřina splňuje většinu kritérií, které jsou požadovány náročnými spotřebiteli. Ovšem poté, co se poptávka po tomto masu na trhu neustále navyšuje, je nutné zintenzivnění produkce a výroby tohoto masa. V této souvislosti je žádoucí, aby původní vlastnosti masa zůstaly zachovány. Na to má vliv samozřejmě způsob produkce, u kterého nebyly použity moderní zemědělské postupy a techniky (Hoffman et Wiklund, 2006).

3.4.3 Farmové chovy

Velkou skupinou lovné zvěře je čeled' jelenovití (*Cervidae*). Mezi ně jsou řazeny druhy, které žijí jednak volně v přírodě, ale současně mohou být domestikováni a chováni na farmách (Hutchison et al., 2014).

V současnosti existuje několik forem prostředí, kde může být chov jelenovitých prováděn. Od těch co se od přirozených podmínek výskytu zvěře téměř neliší (jedná se o velké uzavřené krajinné oblasti) až po intenzivní systémy pastvin, které jsou obdobou velkoprodukce (Volpelli et al., 2002).

Intenzivní chovy s vysokou koncentrací zvěře vyskytující se pouze v oborách jsou nazývány jako farmové. Zvěř se stravuje na ohrazených pastvinách a samozřejmostí je jejich dokrmování a provádění zootechnických opatření (Steinhauser, 2014).

Odhadovaná celosvětová populace chované vysoké zvěře na farmách dosahuje pěti milionů kusů. Přitom více jak polovinu celkové produkce představuje Nový Zéland, který je vůbec největším exportérem tohoto masa (Daszkiewicz et al., 2015).

Mezi státy s nejvyšším počtem chovaných jelenovitých patří kromě Nového Zélandu i Čína a USA. V USA dosahuje počet chovaných zvířat 400 tisíců kusů, v Číně přes milion kusů a na Novém Zélandu existuje okolo 5,5 tisíc farem s počtem 1,5 milionu zvířat (Steinhauser, 2014).

Co se týče Evropy, v současnosti existuje přibližně 10 tisíc farem s 350 tisíci kusy zvěře, přičemž největším producentem je Německo a Rakousko (Bureš et al., 2017).

Kromě Německa je významným Evropským producentem Polsko. Intenzivní chov jelenovitých z farmových chovů je zde rozvíjen již od roku 2002 v návaznosti na to, co tato skupina jelenovitých obdržela status hospodářských zvířat. V současné době je mezi nejoblíbenější druhy řazen jelen evropský (*Cervus elaphus*) a daněk evropský (*Dama dama*) (Bykowska et al., 2018).

Tito zástupci náleží mezi světově nejrozšířenější druhy farmově chovaných jelenovitých, kteří jsou využíváni k produkci masa (viz obrázek č. 2) (Kudrnáčová et al., 2018).



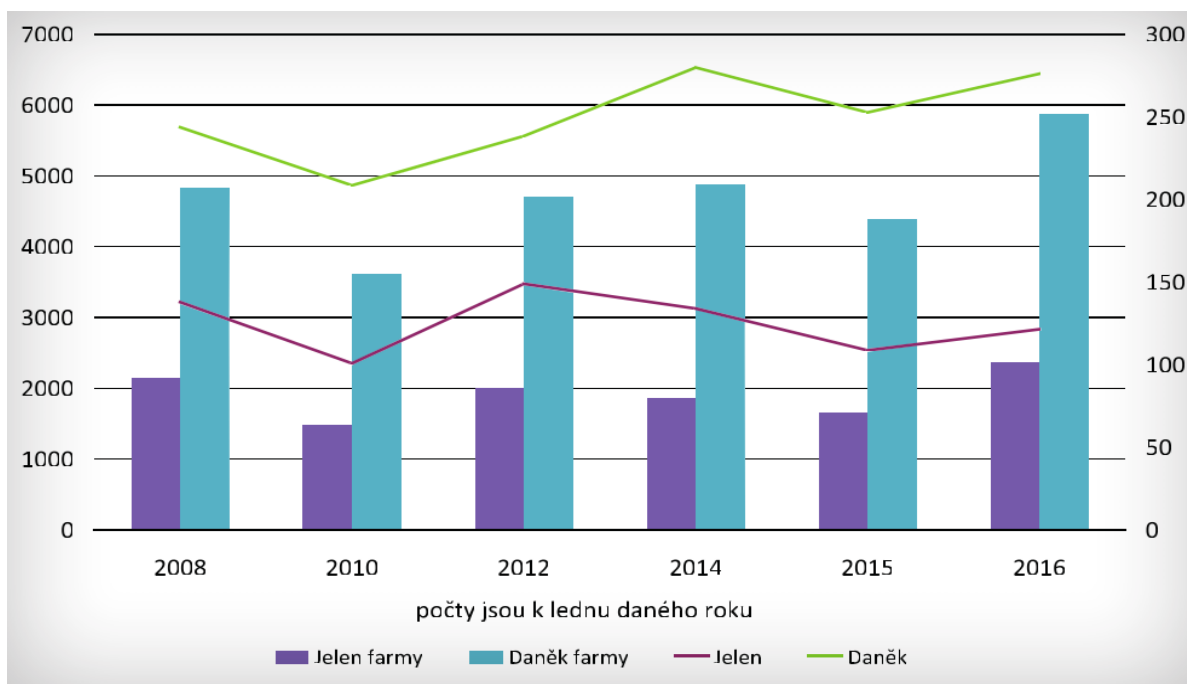
Obrázek č. 2 - Celosvětová distribuce a produkce daňčího a jeleního masa (klíč: zelený kruh představuje země s chovem a produkcí daňčího masa, červený kruh produkci a chov pouze jeleního masa a kruh sestávající z obou barev značí země s chovem a produkcí obou druhů zvířat) (Kudrnáčová et al., 2018).

V ČR se oborní chovy pyšní velkou historií trvající téměř 600 let. Vůbec první farmy s chovanými daňky byly založeny okolo roku 1983 (Steinhauser, 2016).

V současnosti je v České republice okolo 550 registrovaných farem s okolo 10 tisíci chovanými zvířaty. Chovatelé těchto zvířat jsou obvykle členy Asociace farmových chovů jelenovitých, která byla založena v roce 1992 (Steinhauser, 2014).

Tuzemský vývoj tohoto poměrně mladého odvětví živočišné produkce prochází rychlým rozvojem a následuje světový trend farmového chovu jelenovitých. Vzrůstající stav počtu farem a v nich chovaných zvířat je rovněž patrný z grafu č. 4 (Bureš et al., 2017).

Graf. č. 4 - Počty kusů a farem s chovem jelenů a daněk v ČR, aktivně hlásící změny v registru zvířat chovaných na farmách (Bureš et al., 2017).



3.4.3.1.1 Rozdíly mezi farmovými chovy a zvířaty volně žijícími

Vzhledem k možnosti dokrmování zvířat z farmových chovů koncentrovanými krmivými (viz obrázek č. 3) jsou u zvířat zaznamenány rychlejší přírůstky na váze a také změny složení masa ve prospěch vyššího obsahu intramuskulárního tuku. Tím jsou příznivě ovlivněny smyslové charakteristiky masa, kterými jsou chuť a textura. Nicméně v porovnání s masem jiných zvířat je obsah tuku stále nízký, což bylo uznáno mnoha autory různých studií (Volpelli et al., 2003).

V porovnání s masem zvířat volně žijících v přírodě je velkou výhodou i celoroční dostupnost a současná čerstvost tohoto masa na trhu. Z hlediska hygienické a mikrobiální bezpečnosti je nespornou výhodou dokonalé vykrcení a absence střelné rány. Jedná se tak o nezhodnocené maso. Maso zvířat z farmových chovů je dle platné legislativy označováno jako maso daňka či maso jelena, nikoliv jako zvěřina (Bureš et al., 2018).



Obrázek č. 3 - Farmový chov jelena evropského

3.4.4 Porážka zvěře a uvádění zvěřiny na trh

Zvěř z farmových chovů je porážena buď přímo na farmě, a to omráčením a následným vykrvením nebo odstřelem. Povolení k usmrcení farmových zvířat na farmě je vydáno na písemnou žádost chovatele krajskou veterinární správou, a to v případě, že byly splněny podmínky stanovené předpisy EU. Oznámení musí být podáno nejméně tři dny před konáním porážky a musí obsahovat datum a čas plánované porážky. Při odstřelu zbraní je chovatel povinen doložit způsobilost osoby (zbrojním průkazem) a odůvodnění k usmrcení zvířete střelnou zbraní. Chovatel je povinen mít u sebe situační schéma farmy s označeným místem střelby a opatření vedoucí k zajištění bezpečnosti při střelbě (Zákon č. 166/1999 Sb.).

V rámci chovu jsou zvířata učena kontaktu s člověkem prostřednictvím pravidelných prohlídek v manipulačních prostorech, a to z toho důvodu, aby se zamezilo vystavení zvířat případným stresovým situacím. Každý jednatel farmově chované zvěře musí, před i po porážce, být podroben veterinární prohlídce (Steinhauser, 2014).

Uvádění zvěřiny do tržní sítě je možná dvojí cestou. První možností je zpracování zvěřiny v registrovaném podniku a celý komoditní řetězec, řádně označených zvěřinových produktů, je od dodavatele po odběratele pod dohledem Státní veterinární správy ČR. Druhou možností je nákup zvěřiny v kůži či peří přímo od účastníka lovu či uživatele honitby nebo je možný kup v maloobchodní prodejně, kam byla účastníky lovu dodána. Zdravotní a

hygienické požadavky musí být v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 (Steinhauser, 2016).

Například v Polsku jsou obdobně povoleny dva typy porážek. A to usmrcením pomocí střelné zbraně ranou do krku či hlavy kvalifikovaným lovcem. Nebo porážkou na jatkách speciálně uzpůsobených pro tento druh zvěře. V současné době existují v Polsku pouze jedna taková jatka. Výběhy chovaných zvířat bohužel nejsou uzpůsobeny a vybaveny pro zacházení se zvířaty. Ta tudíž nejsou zvyklá na pravidelný lidský kontakt, což vede k obtížné manipulaci a transportu zvířat. Z tohoto důvodu je zvěř vysoce náchylná na stres. Proto jsou nejčastěji střelena na pastvě, vykřvena a transportována na jatka (Bykowska et al., 2018).

3.5 Faktory ovlivňující kvalitu masa

V uplynulých letech byla kvalita a složení masa analyzována na základě jejich ovlivnění různými faktory. Může být ovlivněna například věkem, pohlavím, živočišným druhem, způsobem výživy, ale i oblastí produkce, ustájením či způsobem omráčení (Hoffman et Wiklund, 2006).

Daszkiewicz et al. (2015) uvádí, že mezi faktory, kterými může být kvalita masa rovněž ovlivněna, patří i před porážkové zacházení se zvířetem, doba a podmínky skladování masa, období říje a případná kastrace.

Výše zmíněné faktory jsou obvykle vztaženy na tradiční zástupce červeného masa, ovšem lze je použít i na tyto alternativní druhy. Za posledních 25 let byly prohloubeny znalosti týkající se faktorů ovlivňující kvalitu zvěřiny. Nicméně informace, které by se zabývaly vzájemnou součinností produkce, výroby, technikami manipulace při porážení a dokonalou kvalitou masa, stále chybí (Hoffman et Wiklund, 2006).

3.5.1 Vliv výživy na kvalitu masa

Změny ve výživě zvířat vedly ke zvýšení jejich obsahu intramuskulárního a depozitního tuku, čímž bylo za posledních 150 let ovlivněno složení lidské stravy. Zvláště v rozvinutých zemích je tento fakt dáván do souvislosti s negativními účinky na lidské zdraví. Ovšem z evolučního hlediska je konzumace zvěřiny označována jako přínosná (Bureš et al., 2015).

Všeobecně je zvěřina vyznačována velmi nízkou hladinou lipidů ve svalech, primárně těch strukturálních (cholesterol a fosfolipidy) s malým podílem triglyceridů. To vede k přítomnosti žádoucího profilu mastných kyselin v mase. Určitá závislost složení lipidů zvěřiny na výživě zvířat byla potvrzena podobně jako u jiných přežvýkavců. Chovem zvířat v

intenzivních produkčních systémech je negativně ovlivněn požadovaný profil mastných kyselin. To je jeden z dalších důvodů, proč je na místě obezřetnost se zaváděním nových produkčních postupů pro tyto druhy mas (Hoffman et Wiklund, 2006).

Dle výzkumů byly výživou zvířat konkrétně koncentrovanými krmivy ovlivněny kvalita daňčího masa a jatečně upravených těl a současně rychlost růstu zvířat. Sice malé, ale patrné, bylo navýšení množství intramuskulárního tuku (Volpelli et al., 2003).

Tento fakt byl potvrzen i ve studii Bureš et al. (2017), kde byly zaznamenány významně vyšší hmotnosti jatečných těl, vyšší jateční výtěžnost a intenzity růstu u skupiny špičáků daňka evropského, kteří byli krmeni ječmenem či ječmenem obohaceným o esenciální aminokyselinu lysin. Stejně tak bylo ve svalu přikrmovaných daňků, oproti zvířatům pasoucím se pouze na pastvě, obsaženo dvojnásobné množství vnitrosvalového tuku.

Předmětem zkoumání jsou i účinky výživy na chutnost a sensorické vlastnosti zvěřiny. Studiemi je poukazováno na schopnost sensorického panelu odlišovat zvířata, která byla krmena peletami na bázi obilnin a těmi volně se pasoucími na přírodních pastvinách. Deskriptorem byla „travnatá chuť“, která jako jediná byla panelem vnímána a současně u druhého způsobu výživy vyhodnocena jako vyšší (Hoffman et Wiklund, 2006).

Podobné výsledky byly rovněž zjištěny ve studii Bureš et al. (2017), nicméně mezi jednotlivými vlastnostmi textury, kterými jsou například šťavnatost, intenzita vůně nebo křehkost stanoveny výrazné rozdíly nebyly.

I nadále musí být zkoumány pozitivní i negativní dopady způsobu chovu zvířat. To by napomohlo k dosažení rovnováhy mezi sensorickými, nutričními vlastnostmi zvěřiny a ekonomickým ziskem z chovu jelenovitých (Stanisz et al., 2015).

3.5.2 Vliv pohlaví na kvalitu masa

Vzhledem k problematickému shánění dostatečně kvalitních uniformních vzorků jsou většiny výzkumů v tomto oboru zaměřeny na nejběžněji lovené druhy zvířat (Jelen evropský, Srnec obecný, Prase divoké) a divokou zvěř chovanou na farmách (Daněk evropský, Jelen evropský) (Piaskowska et al., 2015).

Z ekonomického hlediska jsou významnými parametry rychlost růstu, přírůstek na hmotnosti a kvalita jatečně upraveného těla. Právě na základě složení jatečně upraveného těla jsou producenti masa schopni stanovit cenu zvířete a hodnotu jednotlivých výsekových mas. Nicméně existuje málo zpráv, které by srovnávaly rozdíly jatečně upravených těl mezi oběma

pohlavími. Bylo prohlášeno, že pohlavím je ovlivněna porodní hmotnost a rychlost růstu mláďat daňků (Kudrnáčová et al., 2018).

Kvalita daňčího masa je nejčastěji hodnocena ze svalu *Longissimus lumborum*. V Polské studii z roku 2015 byly porovnávány vzorky svalů 11 špičáků a 10 daněl ve věku od 17 do 18 měsíců, přičemž zvířata byla poražena během jedné lovecké sezóny. Dle analýzy profilu mastných kyselin byla v intramuskulárním tuku špičáků obsažena vyšší koncentrace mastných kyselin C12:0, C20:0, C18:2 a C20:1 a C16:1, C18:1 a C18:3. Zatímco v intramuskulárním tuku samičích vzorků byla stanovena vyšší koncentrace C16:0 a C17:1, C14:0, C17:0 a C20:4 a současně vyšší podíl nasycených mastných kyselin. Tuk extrahovaný ze samčích vzorků obsahoval vyšší poměr polynenasycených mastných kyselin oproti nasyceným. Vzorky svalů z jatečně upravených těl samců vykazovaly vyšší obsah sušiny, bílkovin, tuku a energie a naopak nižší poměr voda/bílkoviny. Co se týče fyzikálně-chemických vlastností, vzorky samců vykazovaly vyšší tzv. ztráty způsobené odkapem, nižší pH a značnou sytost červené a žluté barvy. Význam pohlaví na kvalitu masa byl zpozorován i při senzorickém hodnocení, kdy maso samců bylo významně šťavnatější, maso protějšku se vyznačovalo křehkostí (Piaskowska et al., 2015).

V souvislosti se senzorickým vyhodnocováním byla výzkumem zaměřeným na spotřebitelskou preferenci zaznamenána větší obliba masa daněl oproti masu špičáků, a to i přesto, že mělo tmavší barvu, která byla konzumenty v porovnání s barvou masa špičáků vnímána spíše negativně (Stanisz et al., 2015).

3.5.3 Vada masa zvaná DFD

Bylo prokázáno, že stres působí jako nepříznivý faktor na kvalitu zvěřiny. Za zdroj stresu mohou být považovány silniční transport, ustájení, samotná porážka a již zmíněná manipulace se zvířaty, která nejsou na lidský kontakt zvyklá. Následkem těchto faktorů a způsobeného stresu je zvíře fyzicky unavené a vyčerpané. Což je důsledek úplné spotřeby glykogenu, tedy zásob energie, ze svalů (Bykowska et al., 2018).

Tento proces je zcela nežádoucí, dochází tak k vadě masa zvané DFD neboli dark, firm, dry, do češtiny přeloženo jako tmavé, tuhé a suché. Hodnota pH masa se pohybuje okolo 6, což z hlediska bezpečnosti potravin může představovat riziko. To z důvodu snazšího podléhání mikrobiální zkažení. Maso s výskytem této vady je tmavě zabarvené vlivem absorpce světla a má vysokou schopnost poutat vodu (vysoká vaznost). Toto maso je nevhodné pro výškový prodej, ale využitelné pro výrobu masných výrobků (Laubser, 2017).

3.6 Postmortální změny v mase

Po smrti zvířete je přerušena krevní oběh tedy i zásobení svalů kyslíkem. Za fyziologických podmínek s dostatkem kyslíku by byl konečným produktem pyruvát, aerobně oxidovaný v Krebsově cyklu. Nicméně za anaerobních podmínek následuje průběh biochemických a fyziologických procesů zahrnující glykolýzu, tvorbu laktátu, pokles pH a současnou přeměnu svalu v maso (Longo et al., 2015).

Postmortální procesy a struktura svalu daňka evropského jsou ovlivněny stavem zvířete a jeho aktivitou během života, proto jsou odlišné od svalů domácích zvířat (Hoffman et Wiklund, 2006).

Dle Longo a kolektivu jsou postmortální změny rozděleny do tří fází:

1. Pre-rigor fáze,
2. *rigor mortis* fáze,
3. fáze zhřehčování masa - vlastní zrání (Longo et al., 2015).

3.6.1 *Rigor mortis*

Tímto termínem je myšlena posmrtná ztuhlost. V této fázi je zaznamenán pokles hodnoty pH, ale zcela zásadní je koncentrace ATP. Jednotlivými svalovými vlákny (aktiny a myosiny) jsou vyčerpány zásoby ATP a dochází k jejich kontrakci (Devine, 2014).

3.6.2 Zrání masa

Mezi nejdůležitější faktory, kterými jsou ovlivněny finální texturní a chuťové charakteristiky masa, jsou považovány změny probíhající během postmortálního procesu zrání, následné tepelné úpravy a skladování. Během fáze zrání jsou zaznamenány početné změny mnoha chemických komponent (cukrů, organických kyselin, peptidů, volných aminokyselin a ATP) (Spanier et al., 1997).

K rozvinutí jedinečných smyslových vlastností masa, stejně tak jako dosažení jeho technologické a nutriční kvality, je potřeba nalézt optimální dobu jeho zrání. Proces zrání masa nastává po fázi zvané *rigor mortis*. Souhrnně se jedná o komplex biochemických a strukturálních změn vedoucí k získání žádaného aroma, chuti a křehkosti masa (Matarneh et al., 2017).

Důležitou smyslovou charakteristikou masa je jeho již zmíněná křehkost. Opakem křehkosti je tuhost, která je považována za přední znak nepřijatelnosti masa spotřebiteli. Bylo zjištěno, že křehkost masa úzce souvisí s proteolýzou svalových proteinů, ke které dochází postmortálně (Marino et al., 2013). Při tomto ději jsou endogenními enzymy strukturálně

fragmentována svalová vlákna, tedy myofibrily, čímž je dále ovlivněna užitkovost masa pro jeho další zpracování (Bykowska et al., 2018). Tento jev, běžně měřený laboratořemi, je nazýván jako index fragmentace svalových vláken (myofibril fragmentaion index) (Koochmaraie, 1994). Během zkoumání různých druhů peptidáz bylo potvrzeno, že hlavním činitelem, který je zodpovědný za proteolyticky indukované postmortální zkrhčování masa, je tzv. calpain systém. Jedná se o cysteinové peptidázy přítomné ve svalech (Volpelli et al., 2005). Mezi substráty těchto calpain peptidáz jsou řazeny proteiny jako desmin, synemin, talin a vinculin, jimiž je tvořen cytoskeletální obal svalových buněk (Huff-Lonergan et Lonergan, 2005).

Kromě rozkladu svalových bílkovin je křehkost masa ovlivněna množstvím a rozpustností pojivové tkáně, ale také zkrácením sarkomer během *rigoru mortis* (Koochmaraie et Geesink, 2006).

Zvěřina je obvykle označována, oproti masu domácích přežvýkavců, za tužší. V rámci uvedeného druhu ovšem existují velké rozdíly, co tuhosti masa týče, protože jinými studiemi bylo poukázáno na jeho velmi křehké vlastnosti, a to při měření těsně po porážce zvířat (Bureš et al., 2015).

Wiklund a kolektiv uvádí, že zvěřina, konkrétně daňka a soba evropských, je oproti hovězímu podstatně křehčí a že doba jeho zrání delší než 3 dny po porážce není nutná (Wiklund et al., 2010).

Z těchto důvodů je žádoucí provádět další výzkumy zaměřené na zkoumání vlivu postmortálních změn na vlastnosti zvěřiny potažmo masa farmově chovaných zvířat. Úkolem takových studií je určení a výběr optimální doby během zrání, kdy má tento typ masa nejvíce žádoucích vlastností pro zpracování a kulinářskou úpravu (Tešanović et al., 2011).

3.7 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení bylo definováno jako vědecká disciplína používaná k vyvolávání, měření, analýze a interpretaci lidských reakcí na vlastnosti potravin, jež jsou vnímatelné našimi smysly, tedy zrakem, čichem, chutí, dotykem či sluchem (Miller, 2017).

Z pohledu spotřebitele je kvalita masa posuzována na základě jeho vlastností, které jsou schopni vnímat organolepticky. Mezi vizuální atributy jsou řazeny barva, množství uvolněné vody, množství tuku a texturní vzhled a mezi atributy chutnosti potom křehkost, vůně a chuť (Cawthorn et al., 2018)

Mezi sensoricky vnímané vlastnosti masa patří barva, křehkost, šťavnatost, aroma a textura. Přičemž tou nejdůležitější vlastností, která zejména ovlivňuje kvalitu výrobku a jeho přijatelnost spotřebiteli, je považována právě textura (Krzywdzińska-Bartkowiak et al., 2016).

Pro získání a prohloubení stávajících znalostí týkající se organoleptických vlastností zvěřiny je zapotřebí dalších výzkumů zaměřených na sensorickou analýzu tohoto masa. To protože doposud nebyla nijak rozsáhle u tohoto druhu prováděna (Hutchison et al., 2010).

3.7.1 Kvantitativní deskriptivní analýza (QDA)

Deskriptivní analýza je sensorická metoda, v jejíchž výsledcích jsou zahrnuty kvantitativní popisy produktů vytvořené na základě sensorického vnímání vyškolených hodnotitelů. Výsledky poskytují základ pro určení smyslových atributů, zásadních pro přijatelnost výrobku (Stone et Sidel, 2003).

Vývoj metody texturního profilu vzbudil zájem o výzkum nových popisných metod, které by překonaly již zjištěné nedostatky. Metoda QDA poskytuje kompletní slovní popis všech smyslových vlastností výrobku bezprostředně po sensorické stimulaci. Úplné popisy sensorických charakteristik jsou zcela nezbytné pro dokumentaci podobností a rozdílů mezi jednotlivými výrobky (Braghieri et al., 2016).

3.8 Fyzikální vlastnosti masa

Standardizace postupů měření fyzikálních vlastností masa je zcela zásadní při porovnávání výsledků studií prováděných různými skupinami výzkumných pracovníků. Mezi měřené fyzikální vlastnosti masa jsou řazeny: vaznost masa, barva, pH či tuhost, měřená instrumentálně pomocí Warner-Bratzlerova nože na přístroji Instron (Honikel, 1998).

3.8.1 Vaznost masa (WHC)

Vaznost masa je definována jako schopnost masa vázat vodu, a to vlastní i přidanou. Z ekonomického hlediska představuje nepřijatelná vaznost masa pro masný průmysl milion dolarové ztráty ročně. Nicméně pochopení mechanismů, jež jsou základem pro rozvoj odkapu, doposud nebyly významně prozkoumány. Objevené důkazy naznačují, že jistou úlohu v určení schopnosti zadržovat vodu, má degradace klíčových cytoskeletálních proteinů calpainovými proteinázami (Huff-Lonergan et Lonergan, 2005).

Existuje několik postupů měření vaznosti masa a masných výrobků, zde je uvedeno rozdělení na základě technologického procesu, jimž bylo vystaveno:

- ztráty odkapem v nezpracovaném celém mase (drip loss), kdy je měřeno množství uvolněné šťávy
- ztráty vody působením tepelného záhřevu, vztaženo na celý kus masa (Honikel, 1998).

3.8.2 Barva masa

Barva je považována za jednu ze základních charakteristik kvality masa. (Tešanović et al., 2011). Jedná se o první odraz kvality výrobku, na jehož základě je upoutána pozornost kupujícího či nikoliv. Spotřebitelem je barva výrobku vnímána jako ukazatel čerstvosti a přijatelnosti produktu. Barva tak hraje významnou roli při rozhodnutí o koupi výrobku a tím je ovlivněna jeho prodejnost (Cawthorn et al., 2018).

Hodnocení barvy může být prováděno instrumentálně či subjektivně (Honikel, 1998). Instrumentálně může být barva vyjádřena pomocí CIE tristimulus systému, kterou jsou měřeny hodnoty L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness). Prostorové parametry jsou měřeny metodou založenou na odrazu světla s použitím kolorimetru (Stanisz et al., 2015)

Navzdory skutečnosti, že tmavé maso je obvykle spojováno s vadou dark, firm, dry (DFD), v případě zvěřiny je spotřebiteli považována za její typický znak a atribut kvality (Kudrnáčová et al., 2018).

Zvěřina je oproti masu domestikovaných zvířat charakteristická tmavou červenohnědou barvou, která je přisuzována vyššímu obsahu myoglobinu. Tyto větší koncentrace myoglobinu jsou zaznamenány u svalů volně žijících kopytníků, kteří jsou vystaveni vyšší fyzické aktivitě nežli zvířata domestikovaná. Tmavá barva může rovněž souviset s nízkým obsahem intramuskulárního tuku, hodnotou pH, umístěním střelných ran a intenzitou krvácení (Cawthorn et al., 2018).

3.8.3 pH masa

Hodnotou pH jsou ovlivněny vlastnosti indikující kvalitu masa, tedy i ukazatelé stupně vývoje biochemických procesů. Jmenovitě se jedná o tyto atributy kvality: barva, křehkost, vůně, údržnost masa a jeho schopnost zadržovat vodu (Tešanović et al., 2011).

Prostřednictvím několika studií byl zjištěn vliv pH na senzory kvalitu masa, konkrétně na masovou chuť, křehkost a šťavnatost. Křehkost masa byla testována na základě preferencí mas spotřebiteli a byla zjištěna vysoká korelace mezi křehkostí a oblibou daných vzorků. Přičemž vyšší hodnoty pH negativně působí na zmíněné atributy kvality (Neethling et al., 2016).

U zvířat v dobrém fyzickém stavu, je ve svalech obsažen dostatek glykogenu pro zajištění optimálních konečných hodnot pH (5,5-5,7) v masu. U masa s vysokými hodnotami pH jak již bylo zmíněno, byla stanovena přetrvávající kvalitativní vada (tmavé, suché, tuhé), kterou je zkrácena trvanlivost zejména vakuově balených mas. Rozdíly v obsahu svalového glykogenu a konečných hodnot pH jsou spojovány s předporážkovými faktory (Wiklund et al., 2003).

V souvislosti s tím je poukazováno na odlišný rozklad glykogenu v závislosti na druhu, plemenu, ale také na existující rozdíly v rámci stejných plemen. Někteří autoři uvádí, že úbytek glykogenu u sledovaných vzorků zvěřiny, nebyl následován dostatečným poklesem pH. Stejnými autory bylo u daňka evropského stanoveno nízké počáteční pH (5,78), které během pěti dnů skladování nebylo nijak významně pozměněno (Tešanović et al., 2011).

V dalších studiích byl u zvířat krmených koncentrovanými krmivy potvrzen významný vliv pH na obsah glykogenu a konečné pH (Hutchison et al., 2012).

3.9 Textura masa

Z fyzikálního hlediska je maso tvořeno vícesložkovým systémem se složitou vnitřní strukturou. Textura je potom dána rozmanitostí a uspořádáním strukturních prvků masa, množstvím chemických složek s různorodými chemicko-fyzikálními vlastnostmi. Těmi strukturními prvky masa jsou myšleny mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti, které jsou vnímány lidskými smysly nebo vhodnými zařízeními (Brandt, et al., 1962).

Konkrétně se potom jedná o křehkost, pružnost, jemnost, soudržnost, žvýkatelnost a někteří autoři uvádí šťavnatost a dokonce i mastnost. Tyto vlastnosti mohou být změněny v závislosti na teplotě, vlhkosti a složení analyzovaných systémů (Ruiz De Huidobro et al., 2005).

Zejména křehkost je zodpovědná za přijatelnost masa konzumenty a rovněž je předpokládán vztah této vlastnosti se stravitelností. Z tohoto důvodu byla většina studií týkající se textury masa primárně soustředěna na křehkost. Ne nadarmo byla u masa tato vlastnost považována za samotný pojem textury (Szczesniak et Torgeson, 1965).

Křehkost masa je výsledkem působení různých faktorů, jako jsou množství a rozpustnost pojivové tkáně, zkracování sarkomer během rozvoje *rigoru mortis*, proteolýza myofibrilárních bílkovin po porážce, druh a plemeno zvířete či environmentální faktory (způsob chovu a stres). Přitom za nejvýznamnější faktor ovlivňující křehkost masa je považováno zrání (Marino et al., 2013).

Textura masa je například u hovězího masa ovlivněna jednak zootechnickými vlastnostmi zvířete, čímž je myšleno plemeno, pohlaví nebo stáří jedince a rovněž anatomickou charakteristikou, tedy na typu a podílu svalových vláken, dále na vnějších faktorech, jimiž je myšleno krmení a manipulace se zvířetem a v neposlední řadě na technologických vlastnostech jako je elektrická stimulace, změny teplot při skladování, samotné skladování a způsob tepelného opracování masa. (Ruiz De Huidobro et al., 2005).

Za dvě základní komponenty odpovídající za texturu masa jsou považovány myofibrilární a pojivové tkáně. Jedinečné vlastnosti masa jsou závislé na rozdílném uspořádání svalových vláken, které odráží jejich morfologické, ale právě i chemicko-fyzikální vlastnosti. Proto byl vztah mezi kvalitou masa a typem svalových vláken středem pozornosti mnoha vědeckých studií po mnoho let. Na kvalitě masa se mimo jiné podílí složení, množství a rozložení intramuskulární pojivové tkáně, jejíž úloha je v centru pozornosti mnoha výzkumných pracovníků. Klíčovou úlohu na tuhost masa má pravděpodobně mechanický stabilizátor pojivové tkáně, tedy kolagen. Nutno podotknout, že konečná kvalita masného produktu nezávisí pouze na struktuře svaloviny, ze které je vyroben. Výsledný efekt je tvořen řadou technologických procesů, například počtem vpichů, dobou masírování, rychlostí otáčení masážního bubnu, teplotě či typem masážního cyklu (Krzywdzińska-Bartkowiak et al. 2016).

Ačkoliv jsou fyzikální vlastnosti masa obvykle posuzovány instrumentálně, tak samy o sobě nemají moc velkou vypovídací hodnotu. Z tohoto důvodu musí být podpořeny senzorickým vyhodnocením, ve kterém je odrážen samotný projev probíhající konzumace masa. Proto je nutné určení deskriptorů kvantitativní analýzy za pomoci vyškolených hodnotitelů panelu a provést profil textury (Ruiz De Huidobro et al., 2005).

3.9.1 Metody hodnocení textury masa

Existuje mnoho metod vyvinutých k měření textury masa, avšak jejich řazení do kategorií se může lišit. Jednou možností je dělení na metody fyzikální, chemické, enzymatické, histologické a senzorické. Některé z nich jsou čistě empirického charakteru, další simulují podmínky konzumace masa a v neposlední řadě ty, díky nimž jsou skutečné chemické a fyzikální vlastnosti změřeny a prokázány (Szczesniak et Torgeson, 1965).

3.9.1.1 Warner-Bratzlerův test střížné síly a penetrometrie

Fyzikální metody zahrnují použití strojů, které mají za cíl mechanicky změřit sílu potřebnou k narušení masa. K tomu se využívá technik stříhání, stlačování, krájení, extruze, ohýbání, či natahování. Nejznámější a zároveň nejpoužívanější metodou, kterou je možné

stanovit křehkost masa, je nazvána jako Warner-Bratzlerův test střížné síly. Pomocí dynamometru je měřeno množství síly potřebné k přestřížení daného vzorku (Ruiz De Huidobro et al., 2005).

Často je metoda WB porovnávána s výsledky ostatních metod, které bývají odlišné (Smith et Carpenter, 1973). Z tohoto důvodu jsou hledány korelace mezi instrumentálními a senzorickými měřeními (Szczeniak, 1987).

Dalším mechanickým hodnocením textury masa je za pomoci penetrometrických metod, kde je využíván princip pronikání sondy do masa. Dále využití tenderometrů a texturometrů. U texturometrů je přímo ze zaznamenaných křivek určena křehkost, soudržnost a pružnost. Žvýkatelnost je dopočítána jako součin předchozích tří parametrů. Jedním z příkladů tenderometrů je tzv. Nip tenderometr, který je složen z pistolové rukojeti se spouští, z horní a dolní čelisti. Pomocí pružiny a indikátoru vytáčení zařízení je měřeno množství síly nutné k přestřížení vzorku (Smith et Carpenter, 1973).

3.9.1.2 Analýza texturního profilu

Další metodou zkráceně TPA je myšlena analýza texturního profilu. Touto metodou jsou simulovány podmínky v ústech, kterým je sousto vystaveno. Vzorek je stlačován za pomoci pístu. Hlavní výhodou je, že za pomoci dvojitého kompresního cyklu, lze v mase stanovit tvrdost, pružnost, žvýkatelnost i soudržnost. Nicméně co se týče masa, výzkumníky moc používána není (Ruiz De Huidobro et al., 2005).

Výhodou je její vhodnost aplikace na jakýkoli potravinářský výrobek a objektivnost prostřednictvím pevně definovaných orientačních bodů a názvosloví (Brandt et al., 1962).

3.9.1.3 Chemické metody a kolagen

Mimo mechanických metod, existují i metody chemické, kde pro hodnocení textury masa jsou nejvíce používány metody stanovení pojivové tkáně. Jednou z pojivových tkání je kolagen (Krzywdzińska-Bartkowiak et al., 2016).

Jedná se o protein, kterým jsou ovlivněny nutriční, fyzikální a organoleptické vlastnosti masa. Co se týče organoleptických vlastností, je obsah kolagenu zodpovědný za tuhost nebo křehkost masa. Je známo, že snížená rozpustnost kolagenu souvisí s vyššími hodnotami střížné síly, tedy s vyšší tuhostí masa. Z toho je patrné, že pokud je v mase z celkového množství proteinů obsažen podíl proteinového kolagenu pod 5 %, jedná se o maso křehké s jemnou strukturou (Kudrnáčová et al., 2018).

Kolagen může být stanoven například za použití detekce hydroxyprolinu. To z toho důvodu, že je v kolagenu obsaženo jeho velké množství. Vyhodnocení probíhá na základě barevné reakce. Chemické metody stejně tak jako histologické jsou časově náročné a velmi pracné, vyžadují proškolení hodnotitelů a značné zkušenosti. Z tohoto důvodu nejsou používány v takovém měřítku (Szczesniak et Torgeson, 1965).

3.9.1.4 Senzorické vyhodnocení textury

Žádné z metod se dosud nepodařilo vyhodnotit texturu masa tak jako lidskými smysly. Smyslové metody byly používány od počátku zkoumání masa a mají tu výhodu, že poskytují simulaci podmínek konzumace, a tudíž se jejich prostřednictvím nejlépe zjistí přijatelnost produktů spotřebiteli. Tato hodnocení s sebou nesou i jisté nevýhody, mezi které patří omezené smyslové schopnosti hodnotitele či psychologické vlivy, kdy je velmi obtížné oddělit vnímání textury od chuti (Brady et Hunecke, 1985).

Obecně jsou senzorické metody rozděleny do dvou kategorií. Jednak je popisován výrobek a rovněž je prováděno preferenční hodnocení. Nejstarší metodou je hodnocení senzorickým panelem, který je sestaven z vyškolených hodnotitelů. Tato metoda zahrnuje organoleptickou analýzu textury masa z hlediska jeho mechanických a geometrických vlastností, obsahu tuku a vody, dále jejich zastoupením a pořadím v jakém se objevují od prvního kousnutí po úplné rozmělnění (Szczesniak et Torgeson, 1965).

Smyslové hodnocení je časově i finančně náročné. S ohledem na současnou poptávku stejně kvalitního masa pro spotřebitele, je kladeno za cíl vymyslet objektivní, neinvazivní metodu, která by spolehlivě odhadla křehkost masa (Caine et al., 2003).

Největším problémem hodnocení textury masa, kterému odborníci čelí, je definice zahrnutých parametrů či různorodost sledovaných vzorků. Existuje nespočet druhů metod hodnocení texturních vlastností masa, přičemž každá s sebou nese výhody a nevýhody. Důležitá je však korelace mezi instrumentálními a senzorickými metodami (Brady et Hunecke, 1985).

Je zapotřebí výzkumů a prací vedoucích k pochopení smyslového vnímání texturních parametrů a hledání instrumentálních metod, které by odpovídaly podobným informacím získaných ze senzorického hodnocení (Meullenet et Carpenter, 1998).

4 Metodika

4.1 Zvířata, porážka, odběr vzorků

V experimentu zaměřeném na vyhodnocení délky zrání masa, který byl realizován ve Výzkumném ústavu živočišné výroby (VÚZV), bylo získáno maso od 21 daňků evropských (*Dama dama*) pocházejících z farmy Mních u Kardašovy Řečice (49.1671625N, 14.9006814E), která je ve vlastnictví chovatele Pavla Friedbergera. Všichni daňci byli odchováni v jednom stádě společně s matkami, odstav proběhl ve věku osmi měsíců. Následně byli přemístěni do oplátku o přibližné výměře 2 ha, kde byli vykrmováni až do věku 20 měsíců. Od čtrnáctého měsíce věku do porážky byl zvířatům ve výkrmu kromě pastevního porostu předkládán také krmný ječmen v množství 0,5 kg na kus a den. K dispozici byl rovněž i minerální liz. Poslední dva měsíce před porážkou bylo zvířatům předkládáno *ad libitum* luční seno. Při dosažení plánovaného porážkového věku byla zvířata přemístěna do fixační klece za využití přilehlé manipulační uličky. Zde byla zvířata omráčena upoutaným projektilem a následně vykřvena. Bezprostředně poté byli daňci naloženi na nákladní vůz a převezeni na 20 km vzdálená jatka, kde proběhlo jatečné zpracování. Jatečná těla byla poté umístěna do chladírny, kde byla vychlazena při teplotě +4°C. Druhý den, 24 hod od porážky byl proveden technologický rozbor jatečných těl, během kterého byly získány oba svaly *longissimus lumborum*.



Obrázek č. 4 - Skupina farmově chovaných daňků

Označené vzorky byly převezeny v polyethylenovém obalu do laboratoře masa VÚŽV. Zde byly oba svaly rozděleny na dvě poloviny, vakuově zabaleny a náhodně rozděleny do 4 skupin. Získané vzorky masa od každého jedince byly ponechány zrát po celkovou dobu 7, 14, 21 a 28 dnů od porážky. Následně byly zamrazeny a skladovány přibližně čtyři měsíce při teplotě – 20 °C do doby vlastní analýzy.

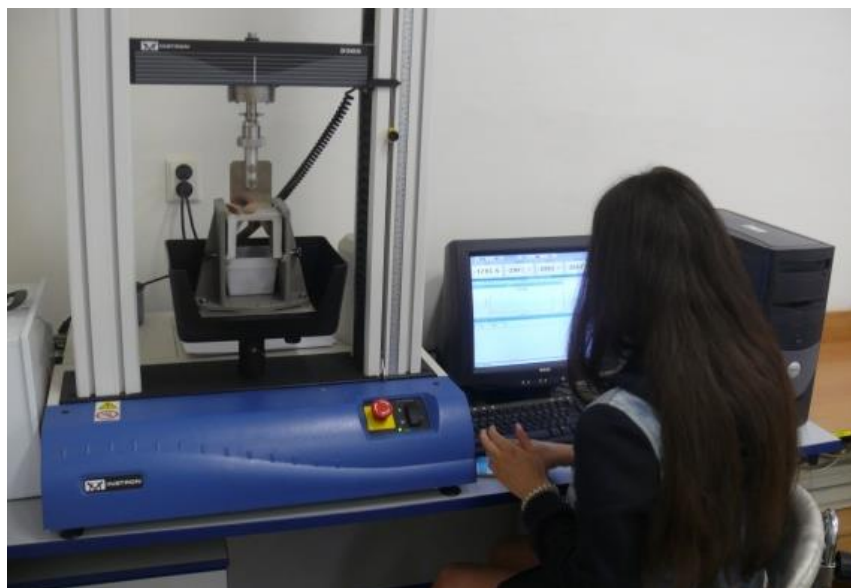


Obrázek č. 5 - Vakuově zabalené vzorky *longissimus lumborum*

4.2 Fyzikálně technologické vlastnosti masa

Z rozdílů hmotností vzorků před zmražením a následně po rozmražení byl vypočten podíl ztrát, který byl označen jako ztráty mražením. Z rozdílů hmotností vzorků před a bezprostředně po grilování byly stanoveny ztráty, které byly označeny jako ztráty grilováním. Součet ztrát mražením a grilováním byl vyjádřen jako ztráty celkem.

Ze střední části grilovaných vzorků určených pro senzoryckou analýzu byl vyjmut hranol, který byl následně rozdělen na části o rozměrech 20 x 10 x 10 mm. Takto připravené vzorky byly skladovány při pokojové teplotě po dobu 3 hodin do samotného měření. Na obrázku č. 6 je zaznamenáno stříhání vzorků pomocí Warner-Bratzlerového nože napříč svalovými vlákny na přístroji Instron Universal Texture Analyzer 3365 (Canton, MA, USA), s rychlostí střížné hlavy 100 mm / min. Prostřednictvím tohoto měření byla získána maximální vynaložená střední síla (N), která pro následné statistické hodnocení byla získána jako průměrná hodnota minimálně osmi stříhů u každého vzorku.



Obrázek č. 6 – Instrumentální hodnocení křehkosti masa na přístroji Instron

4.3 Senzorická analýza

Dvacet čtyři hodin před plánovanou senzorickou analýzou byly vzorky vyndány z mrazícího zařízení a umístěny do chladničky, kde při $+4^{\circ}\text{C}$ rozmrzly uvnitř vakuového obalu. Po stanovení hmotnosti vzorků byl sval nakrájen na 20 mm silné plátky (viz obrázek č 7), které byly následně grilovány na sklokeramickém oboustranném grilu, (VCR 6l TL, Fiamma, Aveiro, Portugalsko) do dosažení konečné vnitřní teploty 70°C . Teplota byla kontrolována za pomoci digitálního vpichového teploměru (AD14TH, Ama-Digit, Kreuzertheim, Německo). Následně byly vzorky nakrájeny na kostky o velikosti hrany 2 cm (viz obrázek č. 9), a vloženy do skleniček označených trojmístným kódem. Pro hodnocení nebyly používány okrajové části svaloviny. Do doby předkládání hodnotitelům byly vzorky skladovány v sušárně při teplotě $+50^{\circ}\text{C}$. Vlastní senzorické hodnocení probíhalo v senzorické laboratoři (ISO 8589, 2007) vybavené deseti individuálními boxy. Deset trénovaných hodnotitelů (ISO 8586, 2012) posuzovalo vzorky za uplatnění červeného osvětlení, které znemožňovalo rozlišovat vzorky podle jejich barvy. Při hodnocení byla využita kvantitativně deskriptivní metoda (QDA) s komplexně vybalancovaným designem. V průběhu pěti samostatných dnů byly hodnotitelům předkládány současně v jednom setu čtyři vzorky, které vždy pocházely ze stejného zvířete, ale lišily se v délce zrání masa. V rámci jednoho dne byly posuzovány vzorky 4 jedinců (v posledním dni hodnoceno 5 zvířat). Při hodnocení byla využita nestrukturovaná 100 mm dlouhá stupnice, která byla pro účely statistického vyhodnocení transformována na číselnou stupnici 0 - 100. Chléb, desetistupňové pivo či voda

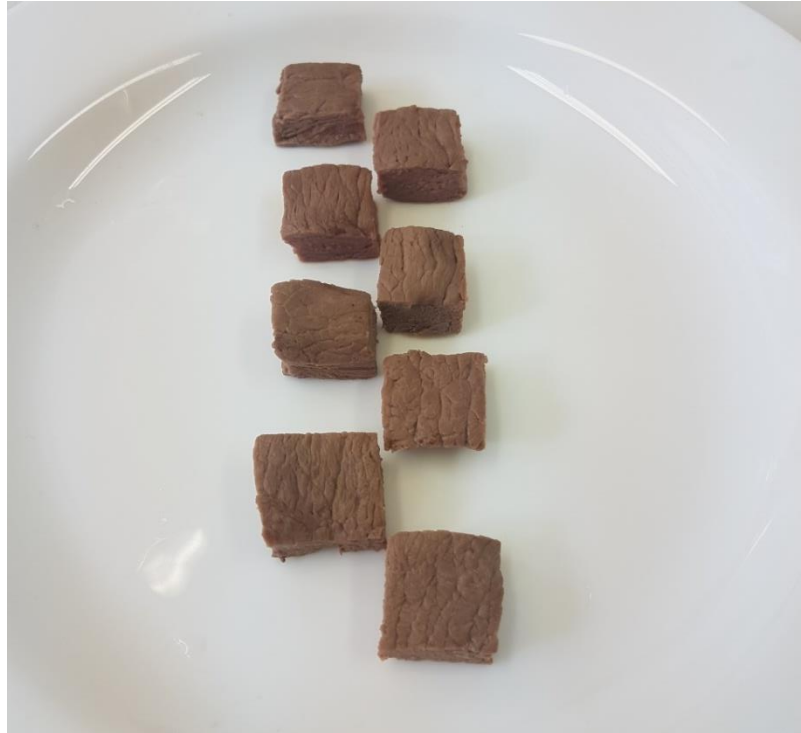
byly hodnotitelům k dispozici jako neutralizační sousto. Hodnoceno bylo celkem devět sensorických deskriptorů, jejichž charakteristika a způsob hodnocení jsou popsány v tabulce č. 1. Vlastnímu hodnocení předcházela dvě tréninkové sezení, jejichž cílem bylo hodnotitele seznámit s hodnoceným produktem a posuzovanými vlastnostmi.



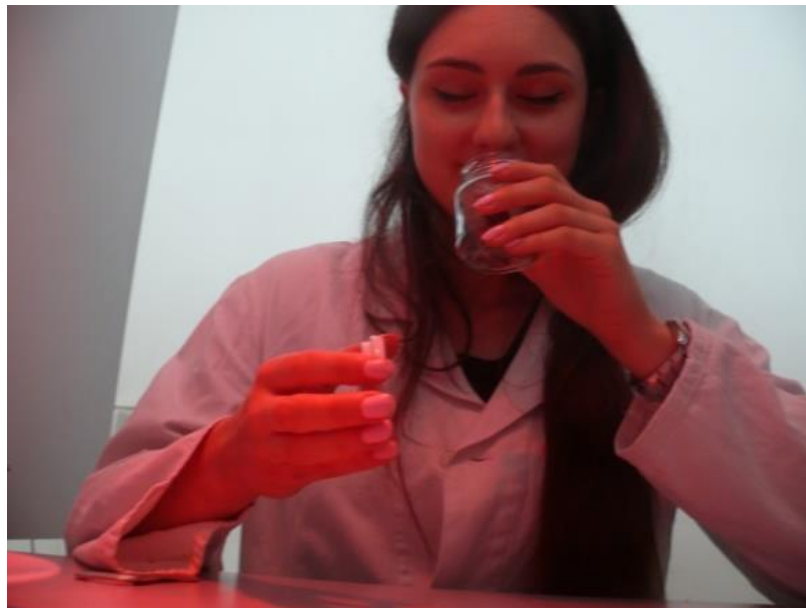
Obrázek č. 7 – Vzorke připravené ke grilování



Obrázek č. 8 – Tepelná úprava vzorků na oboustranném grilu



Obrázek č. 9 – Vzorky připravené k sensorické analýze



Obrázek č. 10 – Sensorická analýza

4.4 Statistická analýza dat

Statistické vyhodnocení dat bylo provedeno ve statistickém balíku SAS. Naměřená data byla nejprve otestována za účelem ověření normality rozdělení (procedura UNIVARIATE) a následně byl proveden test shody rozptylu (Levene test v proceduře GLM), jehož cílem bylo ověření relevance následné analýzy variance. Vyhodnocení statistických rozdílů mezi sledovanou délkou zrání masa bylo realizováno u technologických vlastností (ztráty mražením, grilováním, celkové ztráty a síla stříhu WB) smíšeným lineárním modelem (procedura MIXED) se zařazením pevného efektu délky zrání a náhodným efektem jedince a dne hodnocení. V případě vyhodnocení sensorické analýzy byl navíc do modelové rovnice včleněn náhodný efekt hodnotitele. Statistická významnost rozdílů mezi jednotlivými skupinami byla testována Tukey-Kramerovým testem. Data v tabulkách jsou prezentována jako nejmenší čtverce průměru (LSM) s příslušnou standardní chybou (SEM). Rozdíly mezi LSM na hladině $P < 0,05$ byly považovány za statisticky významné.

Modelová rovnice použitá při odhadu efektu délky zrání masa na organoleptické vlastnosti masa:

$$Y_{ijkl} = \mu + Z_i + d_{ij} + h_{ijk} + j_{ijkl} + e_{ijkl} ,$$

kde:

Y_{ijkl} = sledovaný ukazatel

μ = průměrná hodnota

Z_i = pevný efekt doby zrání masa ($i = 1$ až 4)

d_{ij} = náhodný efekt dne sensorické analýzy ($j = 1$ až 5)

h_{ijk} = náhodný efekt hodnotitele (1-10)

j_{ijkl} = náhodný efekt jedince - daňka ($ijk = 1$ až 21)

e_{ijkl} = reziduální chyba

Modelová rovnice použitá při odhadu efektu délky zrání masa na fyzikální a technologické vlastnosti masa:

$$Y_{ijkl} = \mu + Z_i + j_{ij} + e_{ijk} ,$$

kde:

Y_{ijkl} = sledovaný ukazatel

μ = průměrná hodnota

Z_i = pevný efekt doby zrání masa ($i = 1$ až 4)

j_{ij} = náhodný efekt jedince - daňka ($ijk = 1$ až 21)

e_{ijk} = reziduální chyba

Tabulka č. 1 - Posuzované senzorické vlastnosti a jejich popis

Deskriptor	Popis vlastnosti	Způsob hodnocení
Intenzita vůně zvěřiny	síla či vydatnost vůně typická pro maso divokých zvířat	před konzumací vzorku
Intenzita vůně jater	síla či vydatnost vůně typická pro tepelně upravená játra	před konzumací vzorku
Křehkost	síla potřebná ke skousnutí vzorku stoličkami	po jednom či dvou kousnutích stoličkami
Šťavnatost	množství uvolněné šťávy ze sousta	po dvou až čtyřech kousnutích stoličkami
Intenzita chuti zvěřiny	síla chuti asociovaná s masem divokých zvířat	po čtyřech až pěti kousnutích stoličkami
Intenzita chuti jater	síla chuti asociovaná s tepelně upravenými játry	po čtyřech až pěti kousnutích stoličkami
Intenzita hořké chuti	síla chuti asociovaná s hořkou chutí	po čtyřech až pěti kousnutích stoličkami
Žvýkatelnost	síla potřebná k rozkousání sousta	po patnácti kousnutích stoličkami
Celková přijatelnost	celková preference hodnotitele	po zkonzumování vzorku

5 Výsledky

5.1 Vyhodnocení vlivu délky zrání na fyzikální vlastnosti masa

V tabulce č. 2 jsou uvedeny výsledné hodnoty naměřených fyzikálních vlastností svalu *longissimus lumborum* v závislosti na délce jeho zrání. Z uvedené tabulky je zřejmé, že v žádném ze sledovaných případů nebyly stanoveny signifikantní rozdíly.

Přesto je patrné, že s rostoucí dobou zrání mají ztráty mražením, grilováním a ztráty celkové vzrůstající charakter (viz graf č. 5). Tedy nejvyšší ztráty mražením a grilováním byly zaznamenány u masa, které zrání 28 dnů. Z toho je jasné, že se jedná o maso s celkově největšími ztrátami. Naopak nejmenší hodnoty ztrát byly naměřeny u masa starého 7 dnů. Druhým v pořadí s nejmenšími ztrátami byl vzorek 14 dnů starý, následovaný vzorkem masa, které zrání 21 dnů.

Prostřednictvím přístroje Instronu a Warner-Bratzlerova nože byla zjištěna nejvyšší síla stříhu u masa, jež zrání 21 dnů. V těsné blízkosti, s hodnotou o jednu desetinu menší, bylo naměřeno maso zrání 28 dnů. Třetí největší síla potřebná k přestřížení vzorku byla zaznamenána u 7 dnů starého masa, přičemž nejmenší hodnota střížné síly byla vyhodnocena u 14 dnů starého vzorku, což je patrné z grafu č. 6.

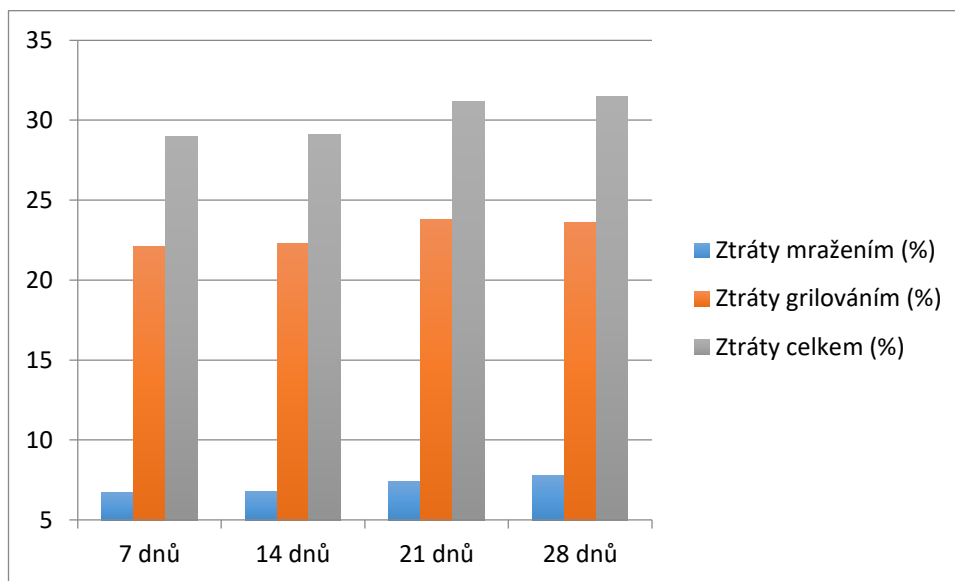
5.2 Vyhodnocení vlivu délky zrání na organoleptické vlastnosti masa pomocí senzoričké analýzy

Výsledky hodnocení organoleptických vlastností masa v závislosti na jeho době zrání jsou uvedeny v tabulce č. 3. Je patrné, že u všech hodnocených deskriptorů byly nalezeny statisticky významné diference s výjimkou intenzity chuti zvěřiny a chuti jater. Uvedené rozdíly jsou rovněž vyjádřeny v grafu č. 7 a 8.

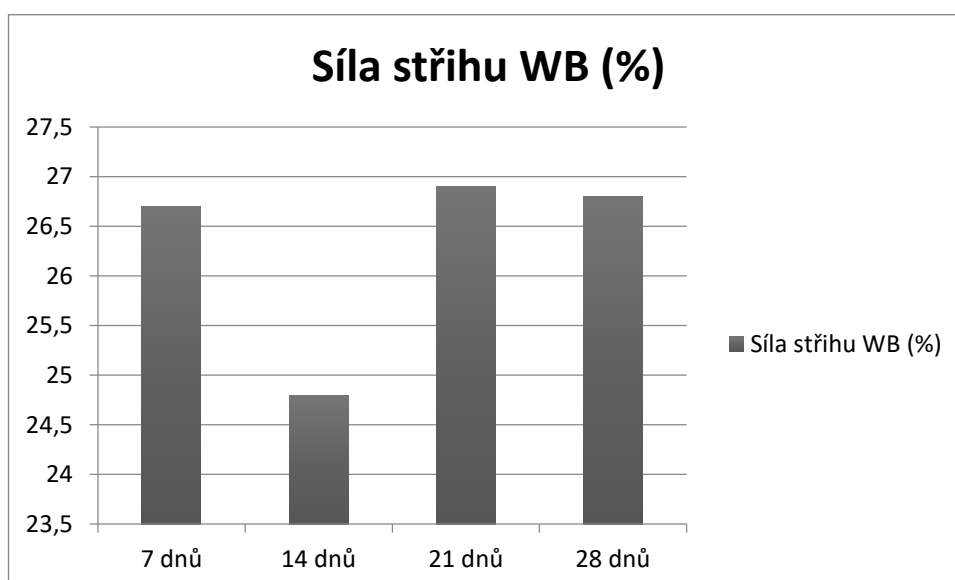
S postupným prodlužováním doby zrání masa je zřejmé, že se zvyšuje intenzita vůně jater i intenzita vůně zvěřiny. Největší intenzity obou vůní byly vnímány u masa, které zrání 28 dní, nejmenší intenzity byly stanoveny u 14 dnů zrání. Co se týče chuti, za maso s největší intenzitou chuti zvěřiny bylo označeno maso doby zrání 14 dnů, což je patrné z grafu č. 7. Dále je z grafu č. 7 zřejmé, že největší intenzita hořké chuti a chuti asociované s játry byla zaznamenána u masa s nejvyšší délkou zrání 28 dnů. Graf č. 8 představuje texturní charakteristiky svalů, kde je patrné, že nejpříznivější hodnocení pro křehkost a šťavnatost získalo maso ponechané zrát po dobu 14 dnů. Oproti tomu nejtuzší, stejně tak jako nejméně šťavnaté, bylo maso u doby zrání 21 dnů. Pokud jde o žvýkatelnost, nejpříznivější hodnoty

byly taktéž pozorovány u masa s délkou zrání 14 dnů, přičemž nejobtížněji žvýkatelné bylo maso s dobou zrání 21 dnů. Nejvyšší celková přijatelnost byla u masa s délkou zrání 14 dnů, což je ve shodě s výsledky texturních charakteristik (křehkost, šťavnatost, žvýkatelnost), kde bylo maso s dobou zrání 14 dnů ve všech deskriptorech vyhodnoceno jako nejkřehčí, nejšťavnatější a nejsnáze žvýkatelné.

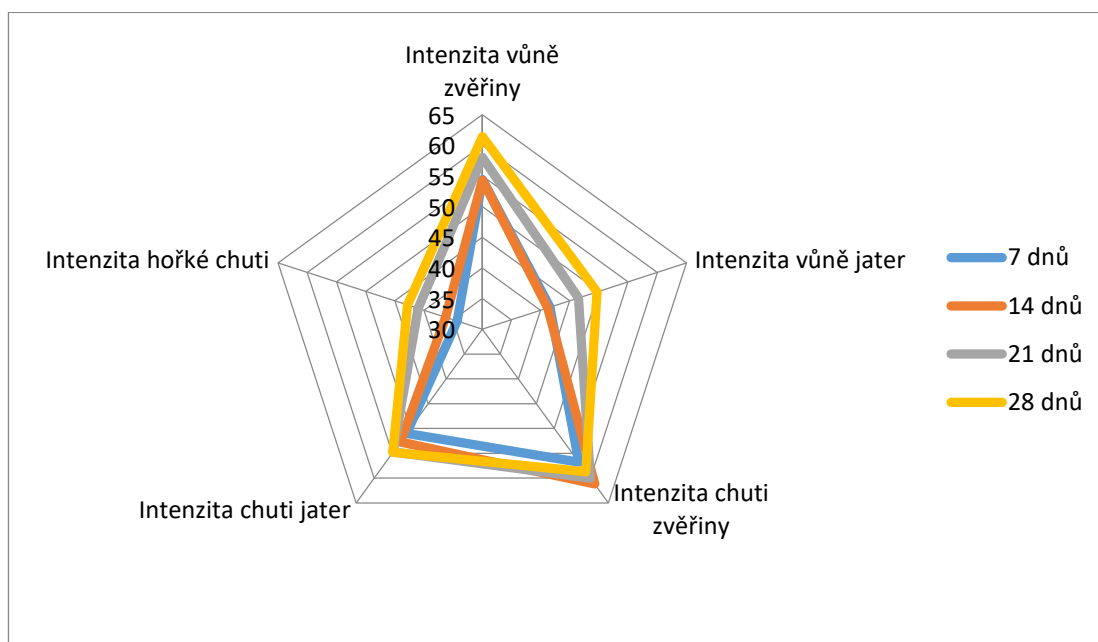
Graf č. 5 – Ztráty zaznamenané u vzorků s různými délkami zrání



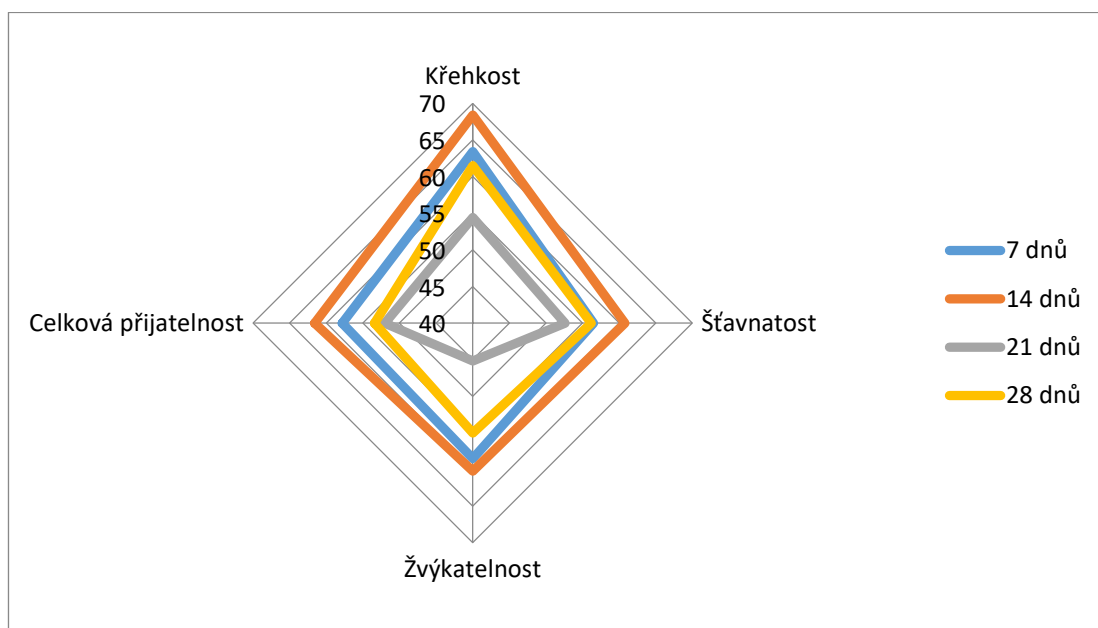
Graf č. 6 – Síla vynaložená k přestřížení vzorků s odlišnou dobou zrání



Graf č. 7 – Organoleptické vlastnosti svalu



Graf č. 8 – Organoleptické vlastnosti svalu



Tabulka č. 2 - Fyzikální vlastnosti svalu *longissimus lumborum*

	Doba zrání				SEM	Významnost P-value
	7 dnů LSM	14 dnů LSM	21 dnů LSM	28 dnů LSM		
Ztráty mražením (%)	6,7	6,8	7,4	7,8	1,20	0,750
Ztráty grilováním (%)	22,1	22,3	23,8	23,6	1,04	0,247
Ztráty celkem (%)	29,0	29,1	31,2	31,5	1,24	0,130
Síla stříhu WB (N)	26,7	24,8	26,9	26,8	1,43	0,062

^{A,B,C} Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší ($P < 0.05$)

Tabulka č. 3 - Organoleptické vlastnosti svalu *longissimus lumborum*

	Doba zrání				SEM	Významnost P-value
	7 dnů LSM	14 dnů LSM	21 dnů LSM	28 dnů LSM		
Intenzita vůně zvěřiny	54,4 ^B	54,3 ^B	58,0 ^{AB}	61,4 ^A	2,59	0,002
Intenzita vůně jater	41,6 ^B	41,2 ^B	46,5 ^{AB}	49,7 ^A	4,55	<0,001
Křehkost	63,4 ^{AB}	68,4 ^A	54,4 ^C	61,5 ^B	3,35	<0,001
Šťavnatost	56,5 ^{AB}	60,8 ^A	52,6 ^B	56,2 ^{AB}	3,37	0,016
Intenzita chuti zvěřiny	56,8	61,2	60,0	58,7	3,49	0,119
Intenzita chuti jater	51,0	52,7	54,7	54,8	4,00	0,268
Intenzita hořké chuti	34,3 ^B	36,3 ^{BC}	41 ^{AC}	42,8 ^A	5,30	0,001
Žvýkatelnost	58,5 ^B	60,2 ^B	45,2 ^A	55 ^B	3,90	<0,001
Celková přijatelnost	57,8 ^{AB}	61,6 ^A	52 ^B	53,4 ^B	2,50	0,001

^{A,B,C} Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší ($P < 0.05$)

6 Diskuze

Experiment byl zaměřen na hodnocení vlivu odlišné délky postmortálních změn na senzorické vlastnosti grilovaného masa svalu *longissimus lumborum* daňků z farmového chovu, poražených ve věku dvaceti měsíců.

Hodnocena byla masa s dobou zrání od jednoho do čtyř týdnů po porážce, s cílem vyhodnotit optimální délku zrání masa. Podle dostupných zdrojů nebyla obdobná práce u tohoto živočišného druhu a u zvířat z farmového chovu dosud realizována, proto je v diskusi možné zjištěné výsledky porovnávat pouze s dalšími pracemi realizovanými na mase hospodářských či jiných nedomestikovaných zvířat.

V průběhu postmortálních změn dochází k přetváření svaloviny v maso se všemi typickými organoleptickými a technologickými vlastnostmi, přičemž nejvýraznější rozdíly nastávají ve změnách textury masa (Bureš et al., 2014).

U velkých hospodářských zvířat i nedomestikovaných přežvýkavců je považována křehkost za nejvýznamnější charakteristiku textury. Ta je konzumenty vnímána jako jeden z hlavních atributů kvality masa. Tuhé maso je potom hlavní příčinou nespokojenosti spotřebitelů s daným výrobkem (Marino et al., 2013).

Jak vyplývá z prací řady autorů (Campo et al., 1999, Monsón et al., 2005, Juárez et al., 2010) v případě hovězího masa dochází s prodlužující se dobou zrání ke zlepšování senzorického hodnocení křehkosti a zároveň ke snižování síly stříhu měřené Warner-Bratzlerovým nožem. Zvyšování křehkosti masa nastává i v období delším než jeden měsíc, přesto nejvýraznější změny nastávají v období prvních čtrnácti dnů od porážky. Také Laubser, (2017) porovnával vlastnosti masa dvou svalů antilopy losí (*Taurotragus oryx*) v závislosti na době zrání a zjistil, že nejnižší instrumentálně hodnocená tuhost byla u vzorků masa s délkou zrání 28 dní a dále se již nezvyšovala. Ve srovnání s hodnotami síly stříhu zjištěnými v této práci, nebo v práci (Bureš et al., 2015), lze považovat maso antilopy losí i hovězí maso za výrazněji tužší než je tomu v případě daňků. Například (Bartoň et al., 2014) uvádějí hodnoty pro sílu stříhu u grilovaného masa býků českého strakatého skotu i antilopy losí přibližně 2,5 až 3x vyšší než bylo zjištěno u masa daňků v této práci. Z tohoto pohledu se jeví vzhledem k nejnižší hodnotě síly stříhu WB u masa a signifikantně nejpříznivěji hodnocená senzorická křehkost masa v době zrání 14 dnů jako optimální pro daný sval u mladých jedinců daňka evropského z farmového chovu a další prodlužování doby zrání již není výhodou. Snižování křehkosti u vzorků s delší dobou zrání než je tomu v případě doby 14 dnů by mohlo být dáváno do souvislosti se vzrůstajícím uvolňováním tekutiny v mase vyjadřované jako ztráty

mražením a grilováním. Tato zjištění jsou ve shodě s Laubser (2017), který u masa antilopy losí zjistil vyšší ztráty hmotnosti vzorků, které vznikaly při zrání ve vakuovém obalu, stejně jako zvyšující se podíl odkapu masa.

Mezi texturní charakteristiky masa jsou kromě křehkosti řazeny žvýkatelnost a šťavnatost (Ruiz De Huidobro et al., 2005).

V této práci bylo jako nejšťavnatější maso senzoričky vyhodnocené 14 dnů od porážky, jehož naměřené hodnoty ztrát byly druhé nejmenší. Co se týče celkových ztrát, s prodlužující se dobou zrání byly postupně zvyšovány. K podobnému závěru došli ve studii Piaskowska et al. (2016), kde uvádí, že u vakuově zabalených vzorků *longissimus lumborum* získaných z odlovu daňků evropských byly zaznamenány větší ztráty odkapem, což vysvětluje postupnou proteolýzou bílkovin a s tím související zhoršení schopnosti masa vázat vodu. Spolu s tím u vakuově balených vzorků nebyly pozorovány statisticky významné rozdíly ve šťavnatosti, ale s delší dobou zrání šťavnatost klesala.

Dalšími důležitými atributy přijatelnosti masa konzumenty jsou vůně a chuť. Právě postmortální procesy v mase jsou důležitým faktorem pro vývoj aromatických prekurzorů (Monsón et al., 2005). Enzymatickými změnami jsou ve svalu degradovány složky rozpustné ve vodě za vzniku například monosacharidů, hypoxanthinů či fosfátů. Dochází rovněž k vyčerpání glykogenu, čímž jsou získány metabolity o nízké molekulové hmotnosti obsahující cukernou složku (Koutsidis et al., 2008). Tepelnou úpravou těchto enzymatických produktů je vyvolána masová vůně (Dwivedi, 1975). Aromatické těkavé látky, které jsou zodpovědné za rozvoj vůně, mohou vznikat například Maillardovou reakcí či oxidací lipidů (Bureš et al., 2015).

Monsón et al. (2005) uvádí, že s prodlužující se dobou zrání je u hovězího masa postupně snižována intenzita chutě a vůně hovězího masa. Naopak byla zvyšována intenzita hořké chuti (zejména po deseti dnech zrání). Tyto výsledky stejně jako senzoričky hodnocení této práce naznačují, že s delší dobou zrání docházelo u vzorků ke zvýšení intenzity hořké chuti a současně ke zhoršení celkové přijatelnosti masa. Možnou příčinou rozvoje hořké chuti, u masa vystaveného delší době zrání, může být během postmortálních změn probíhající proteolýza, tedy rozklad proteinů na peptidy a volné aminokyseliny (Colle et al., 2016).

Intenzivní průběh proteolýzy proteinů během postmortálního zrání vede k tvorbě nízkomolekulárních sloučenin, které mohou mít kromě zmíněné zhoršené schopnosti masa vázat vodu i negativní vliv na chuť a vůni (Piaskowska et al., 2016). Obecně je chuť masa různých živočišných druhů podobná, ale liší se v intenzitě (Kudrnáčová et al., 2018).

Co se týče intenzity vůně zvěřiny a vůně jater s postupným prodlužováním doby zrání masa byly zaznamenány jejich zvyšující se intenzity. Na druhou stranu dle Campo et al. (1999) byly hodnoty vůni hovězího masa v průběhu zrání proměnlivé, nicméně významně navýšeny v době zrání 21 dnů.

Ačkoliv je známo, že zrání příznivě ovlivňuje organoleptické vlastnosti červeného masa, existuje jen pár studií, kterými byl zkoumán efekt zrání na sensorické charakteristiky masa jelenovitých (Kudrnáčová et al., 2018).

Ve studii Tešanović et al. (2011) bylo poukázáno na výrazně zvýšené hodnoty vůně u daňčího masa po třiceti dnech zrání. Oproti tomu Piaskowska et al (2016) nezaznamenali signifikantní vliv zrání na intenzitu chutě a aroma svalů *longissimus lumborum* daňků evropských z odlovu. Podobné výsledky byly zaznamenány v této práci, kdy nebyly stanoveny statisticky významné rozdíly intenzity chuti zvěřiny a chuti asociované s játry a s delší dobou zrání byly zaznamenány kolísavé hodnoty.

Kromě zaznamenaných odlišností způsobených zráním byly pozorovány rovněž i rozdíly v závislosti na způsobu výživy zvířat (Hutchison et al., 2012). Tešanović et al. (2011) podotýká, že hydrolytické procesy v mase během jeho zrání zintenzivňují vůni masa, zatímco oxidační reakce v tukových tkáních mají vliv negativní. Je známo, že nenasycené mastné kyseliny podléhají snáze oxidaci a tím přispívají ke vzniku nežádoucích chutí. Větší zastoupení těchto chutí bylo pozorováno u masa zvířat daňků pasoucích se na pastvinách oproti těm dokrmovaným peletami (Wiklund et al., 2003).

K podobným výsledkům došli i ve studii Bureš et al. (2015), kde byly porovnávány vzorky masa daňka a jelena evropských, skotu plemen Aberdeen Angus a Holstein cattle. U všech sensorických parametrů kvality byly mezi vzorky pozorovány rozdíly. Zejména vzorky zvěřiny vykazovaly intenzivnější aroma a chuť, což rovněž může souviset se specifickým složením lipidů ve svalech ve prospěch nenasycených mastných kyselin a oxidovatelných fosfolipidů. I výsledky této práce nasvědčují tomu, že intenzita chutí a vůni daňčího masa není ovlivněna pouze výživou, množstvím a poměrem mastných kyselin ve svalech, ale mohou být značně měněny se vzrůstající dobou zrání. Resconi et al. (2018) uvádějí, že se vzrůstající dobou zrání masa lze detekovat až 8 specifických aromaticky aktivních sloučenin, které definují vůni hovězího masa.

7 Závěr

Cílem této práce bylo vyhodnocení efektu odlišných dob zrání na organoleptické vlastnosti daňčího masa pocházejícího z farmových chovů.

Ze zjištěných výsledků experimentu, které jsou uvedeny v předešlých kapitolách (Výsledky a Diskuze) lze konstatovat:

Při porovnání výsledků sensorického profilu grilovaného masa s dobou zrání 7 až 28 dnů je zřejmé, že celkově nepříznivější hodnocení bylo dosaženo u vzorků s délkou zrání 14 dnů. V této skupině bylo hodnoceno maso nejlépe především z hlediska hodnocených texturních charakteristik, tedy křehkosti, šťavnatosti a žvýkatelnosti. Rovněž deskriptor celková přijatelnost, kterým hodnotitelé vyjadřují svou osobní preferenci mezi předkládanými vzorky, dosáhl signifikantně nejvyššího hodnocení v této době. S prodlužující se délkou zrání vzrůstalo hodnocení intenzity vůně a intenzity vůně zvěřiny, ale tato intenzita již nebyla sensorickým panelem posuzována příznivě. Snižování příznivého hodnocení texturních charakteristik při prodloužené době zrání masa nad 14 dnů může mít souvislost se zvyšováním ztrát tekutin masa, která souvisí s proteolýzou svalových bílkovin.

Z výsledků práce rovněž vyplývá, že byla potvrzena hypotéza a v závislosti na délce zrání masa a průběhu postmortálních změn byla dosažena celá řada signifikantních rozdílů v organoleptických charakteristikách. Přesto bude zapotřebí provést další experimenty, které by se zaměřily na porovnání různých věkových kategorií a případně i dalších farmově chovaných druhů tak, aby mohly být stanoveny obecné zákonitosti mezi sensorickým profilem masa a optimální délkou zrání masa.

8 Seznam použité literatury

- Baltic, M. Z., Boskovic, M. 2015. When Man Met Meat: Meat in Human Nutrition from ancient times till today. *Procedia Food Science*. 5. 6–9.
- Barras, C. 2017. Neanderthal Paleo diet was meat, veg and drugs. *New Scientist*. 233 (3116). 9.
- Bartoň, L., Bureš, D., Kotrba, R., Sales, J. 2014. Comparison of meat quality between eland (*Taurotragus oryx*) and cattle (*Bos taurus*) raised under similar conditions. *Meat Science*. 96 (1). 346–352.
- Brady, P. L., Hunecke, M. E. 1985. Correlations of Sensory and Instrumental Measures of Roast Beef Texture. *Journal of food science*. 50. 301–303.
- Braghieri, A., Piazzolla, N., Galgano, F., Condelli, N., De Rosa, G., Napolitano, F. 2016. Effect of preservative addition on sensory and dynamic profile of Lucanian dry-sausages as assessed by quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations. *Meat Science*. 122. 68–75.
- Brandt, M. A., Skinner, E. Z., Coleman, J. A. 1962. Texture Profile Method. 404–409.
- Bureš, D., Bartoň, L., Kotrba, R., Hakl, J. 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.
- Bureš, D., Bartoň, L., Kotrba, R., Kudrnáčová, E. 2017. Kvalita masa farmově chovaných jelenů a daňků. *Náš chov*. 72–74.
- Bureš, D., Bartoň, L., Kotrba, R., Kudrnáčová, E., Ceacero, F. 2017. Vliv výživy na intenzitu růstu, složení jatečného těla a kvalitu masa daňků evropských z farmového chovu. *Maso*. 4–8.
- Bureš, D., Bartoň, L., Kudrnáčová, E., Panovská, Z., Kouřimská, L. 2018. Maso divokých zvířat a jeho role v lidské výživě. 9–13.
- Bykowska, M., Stanisz, M., Ludwiczak, A., Składanowska, J., Ślósarz, P. 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.
- Caine, W. R., Aalhus, J. L., Best, D. R., Dugan, M. E. R., Jeremiah, L. E. 2003. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Science*. 64 (4). 333–339.

- Campo, M. M., Sañudo, C., Panea, B., Alberti, P., Santolaria, P. 1999. Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Meat Science*. 51 (4). 383–390.
- Cawthorn, D. M., Fitzhenry, L. B., Muchenje, V., Bureš, D., Kotrba, R., Hoffman, L. C. 2018. Physical quality attributes of male and female wild fallow deer (*Dama dama*) muscles. *Meat Science*. 137. 168–175.
- Colle, M. J., Richard, R. P., Killinger, K. M., Bohlscheid, J. C., Gray, A. R., Loucks, W. I., Day, R. N., Cochran, A. S., Nasados, J. A., Doumit, M. E. 2016. Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from the biceps femoris and semimembranosus. *Meat Science*. 119. 110–117.
- Cornélio, A. M., de Bittencourt-Navarrete, R. E., de Bittencourt Brum, R., Queiroz, C. M., Costa, M. R. 2016. Human Brain Expansion during Evolution Is Independent of Fire Control and Cooking. *Frontiers in Neuroscience*. 10 (167). 1–11.
- Corpet, D. E. 2011. Red meat and colon cancer: Should we become vegetarians, or can we make meat safer? *Meat Science*. 89 (3). 310–316.
- Czerwonka, M., Tokarz, A. 2017. Iron in red meat—friend or foe. *Meat Science*. 123. 157–165.
- ČSN EN ISO 8586. Senzorická analýza - Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti vybraných posuzovatelů a odborných senzorických posuzovatelů. 2015. Český normalizační institut. Praha. 32 s.
- ČSN EN ISO 8589. Senzorická analýza - Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště. 2008. Český normalizační institut. Praha. 20 s.
- Český statistický úřad (ČSÚ). Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů (na obyvatele za rok) [online]. 2016. [cit. 25. 2. 2018]. Dostupné z <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2015>
- Dahlan, I., Norfarizan Hanoon, N. A. 2008. Chemical composition, palatability and physical characteristics of venison from farmed deer. *Animal Science Journal*. 79 (4). 498–503.
- Daszkiewicz, T., Hnatyk, N., Dabrowski, D., Janiszewski, P., Gugolek, A., Kubiak, D., Śmiecińska, K., Winarski, R., Koba-Kowalczyk, M. 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.
- de La Pomélie, D., Santé-Lhoutellier, V., Sayd, T., Gatellier, P. 2018. Oxidation and nitrosation of meat proteins under gastro-intestinal conditions: consequences in terms of nutritional and health values of meat. *Food Chemistry*. 243. 295–304.

- De Smet, S., Vossen, E. 2016. Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Science*. 120. 145–156.
- Devine, C. E. 2014. Aging. In *Encyclopedia of Meat Sciences*. Roč. 1. p. 329–338. ISBN: 9780123847317.
- Dwivedi, B. K., Brockmann, M. C. 1975. Meat flavor. *C R C Critical Reviews in Food Technology*. 5 (4). 487–535.
- Eaton, S. B., Strassman, B. I., Nesse, R. M., Neel, J. V., Ewald, P. W., Williams, G. C., Weder, A. B., Eaton, S. B., Lindeberg, S., Konner, M. J., Mysterud, I., Cordain, L. 2002. Evolutionary health promotion. *Preventive Medicine*. 34 (2). 109–118.
- Escriba-Perez, C., Baviera-Puig, A., Buitrago-Vera, J., Montero-Vicente, L. 2017. Consumer profile analysis for different types of meat in Spain. *Meat Science*. 129. 120–126.
- Font-i-furnols, M., Guerrero, L. 2014. Consumer preference , behavior and perception about meat and meat products : An overview. *Meat Science*. 98 (3). 361–371.
- Gharami, K., Das, M., Das, S. 2015. Essential role of docosahexaenoic acid towards development of a smarter brain. *Neurochemistry International*. 1–12.
- Hoffman, L. C., Wiklund, E. 2006. Game and venison – meat for the modern consumer. *Meat Science*. 74. 197–208.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*. 49 (4). 447–457.
- Huff-Lonergan, E., Lonergan, S. M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*. 71 (1). 194–204.
- Hutchison, C. L., Mulley, R. C., Wiklund, E., Flesch, J. S. 2010. Consumer evaluation of venison sensory quality: Effects of sex, body condition score and carcass suspension method. *Meat Science*. 86 (2). 311–316.
- Hutchison, C. L., Mulley, R. C., Wiklund, E., Flesch, J. S. 2012. Effect of concentrate feeding on instrumental meat quality and sensory characteristics of fallow deer venison. *Meat Science*. 90 (3). 801–806.
- Hutchison, C. L., Mulley, R. C., Wiklund, E., Flesch, J. S., Sims, K. 2014. Effect of pelvic suspension on the instrumental meat quality characteristics of red deer (*Cervus elaphus*) and fallow deer (*Dama dama*) venison. *Meat Science*. 98 (2). 104–109.
- Juárez, M., Larsen, I. L., Gibson, L. L., Robertson, W. M., Dugan, M. E. R., Aldai, N., Aalhus, J. L. 2010. Extended ageing time and temperature effects on quality of sub-primal cuts of boxed beef. *Canadian Journal of Animal Science*. 90 (3). 361–370.

- Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science*. 36 (1–2). 93–104.
- Koohmaraie, M., Geesink, G. H. 2006. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*. 74 (1). 34–43.
- Koutsidis, G., Elmore, J. S., Oruna-Concha, M. J., Campo, M. M., Wood, J. D., Mottram, D. S. 2008. Water-soluble precursors of beef flavour. Part II: Effect of post-mortem conditioning. *Meat Science*. 79 (2). 270–277.
- Krzywdzińska-Bartkowiak, M., Rezler, R., Gajewska-Szczerbal, H. 2016. The influence of meat muscle structural properties on mechanical and texture parameters of canned ham. *Journal of Food Engineering*.
- Kudrnáčová, E., Bartoň, L., Bureš, D., Hoffman, L. C. 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.
- Laubser, J. G. 2017. Meat quality characteristics of male and female common eland (*Tragelaphus oryx*). Thesis. Stellenbosch University. Faculty of AgriScience. p. 128.
- Ledesma, E., Laca, A., Rendueles, M., Díaz, M. 2016. Texture, colour and optical characteristics of a meat product depending on smoking time and casing type. *LWT - Food Science and Technology*. 65. 164–172.
- Longo, V., Lana, A., Bottero, M. T., Zolla, L. 2015. Apoptosis in muscle-to-meat aging process: The omic witness. *Journal of Proteomics*. 125. 29–40.
- Marino, R., Albenzio, M., della Malva, A., Santillo, A., Loizzo, P., Sevi, A. 2013. Proteolytic pattern of myofibrillar protein and meat tenderness as affected by breed and aging time. *Meat Science*. 95 (2). 281–287.
- Martínez-Torres, C., Layrisse, M. 1971. Iron absorption from veal muscle. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 24 (5). 531–540.
- Matarneh, S. K., England, E. M., Scheffler, T. L., Gerrard, D. E. 2017. The Conversion of Muscle to Meat Lawrie's *Meat Science* (Eight Edition). Elsevier Ltd. p. 159-185. ISBN: 978-0-08-100694-8.
- Meullenet, J., Carpenter, J. A. 1998. Relationship between sensory texture profile attributes. *Journal of Sensory Studies*. 13 . 77–93.
- Miller, R. K. 2017. The Eating Quality of Meat: V- Sensory Evaluation of Meat Lawrie's *Meat Science* (Eight edition). Elsevier Ltd. p. 461-499. ISBN: 9780081006948.
- Moll, R., Davis, B. 2017. Iron, vitamin B12 and folate. *Medicine*. 45 (4). 198–203.

- Monsón, F., Sañudo, C., Sierra, I. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*. 71 (3). 471–479.
- Neethling, J., Hoffman, L. C., Muller, M. 2016. Factors influencing the flavour of game meat: A review. *Meat Science*. 113. 139–153.
- Pereira, P. M. de C. C., Vicente, A. F. dos R. B. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*. 93 (3). 586–592.
- Pfeiler, T. M., Egloff, B. 2018. Personality and attitudinal correlates of meat consumption: Results of two representative German samples. *Appetite*. 121. 294–301.
- Piaskowska, N., Daszkiewicz, T., Kubiak, D., Janiszewski, P. 2015. The effect of gender on meat (*Longissimus lumborum* muscle) quality characteristics in the fallow deer (*Dama dama* L.). *Italian Journal of Animal Science*. 14 (3). 389–393.
- Piaskowska, N., Daszkiewicz, T., Kubiak, D., Zapotoczny, P. 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). 1782–1789.
- Resconi, V. C., Bueno, M., Escudero, A., Magalhaes, D., Ferreira, V., Campo, M. M. 2018. Ageing and retail display time in raw beef odour according to the degree of lipid oxidation. *Food Chemistry*. 242. 288–300.
- Ruiz De Huidobro, F., Miguel, E., Blázquez, B., Onega, E. 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.
- Schuller-Levis, G., Park, E. 2006. Is Taurine A Biomarker? *Advances in Clinical Chemistry*. 41. 1–21.
- Smith, G. C., Carpenter, Z. L. 1973. Mechanical measurements of meat tenderness using the nip tenderometer. *Journal of Texture Studies*. 4. 196–203.
- Spanier, A. M., Flores, M., McMillin, K. W., Bidner, T. D. 1997. The effect of post-mortem aging on meat flavor quality in Brangus beef. Correlation of treatments, sensory, instrumental and chemical descriptors. *Food Chemistry*. 59 (4). 531–538.
- Stanisz, M., Ludwiczak, A., Buda, P., Pietrzak, M., Bykowska, M., Kryza, A., Ślósarz, P. 2015. The effect of sex on the dressing percentage, carcass, and organ quality in the fallow deer (*Dama dama*). *Annals of Animal Science*. 15 (4). 1055–1067.
- Steinhauser, L. 2014. O mase. *Veterinární a farmaceutická univerzita Fakulta veterinární hygieny a ekologie*. Brno. 392 s. ISBN: 978-80-7305-672-8.

- Steinhauser, L. 2016. Chov zvěře a produkce zvěřiny v ČR. *Maso* 6. 5–11.
- Stone, H., Sidel, J. L. 2003. Sensory evaluation/Descriptive Analysis. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*. Academic Press. p. 5152–5161. ISBN: 978-0-12-227055-0.
- Szczesniak, A. S. 1987. Correlating sensory with instrumental texture measurements-an overview of recent developments. *Journal of Texture Studies*. 18 (1). 1–15.
- Szczesniak, A. S., Torgeson, K. W. 1965. Methods of meat texture measurement viewed from the background of factors affecting tenderness. *Advances in food research*. 14. 33–165.
- Šeplavý, P., Růžička, J., Pondělíček, J. 2018. *Myslivost v České republice*. Praha. Ministerstvo zemědělství. 1-49 s. ISBN: 978-80-7434-423-7.
- Tešanović, D., Kalenjuk, B., Tešanović, D., Psodorov, Đ., Ristić, Z., Marković, V. 2011. Changes of biochemical and sensory characteristics in the musculus longissimus dorsi of the fallow deer in the early phase post-mortem and during maturation. *African Journal of Biotechnology*. 10 (55). 11668–11675.
- Troy, D. J., Kerry, J. P. 2010. Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*. 86 (1). 214–226.
- Volpelli, L. A., Failla, S., Sepulcri, A., Piasentier, E. 2005. Calpain system in vitro activity and myofibril fragmentation index in fallow deer (*Dama dama*): Effects of age and supplementary feeding. *Meat Science*. 69 (3). 579–582.
- Volpelli, L. A., Valusso, R., Morgante, M., Pittia, P., Piasentier, E. 2003. Meat quality in male fallow deer (*Dama dama*): Effects of age and supplementary feeding. *Meat Science*. 65 (1). 555–562.
- Volpelli, L. A., Valusso, R., Piasentier, E. 2002. Carcass quality in male fallow deer (*Dama dama*): Effects of age and supplementary feeding. *Meat Science*. 60 (4). 427–432.
- Wiklund, E., Dobbie, P., Stuart, A., Littlejohn, R. P. 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., Johansson, L., Malmfors, G. 2003. Sensory meat quality, ultimate pH values, blood parameters and carcass characteristics in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) grazed on natural pastures or fed a commercial feed mixture. *Food Quality and Preference*. 14 (7). 573–581.
- Wyness, L. 2016. The role of red meat in the diet: Nutrition and health benefits. *Proceedings of the Nutrition Society*. 75 (3). 227–232.

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

Zhang, Z., Goldsmith, P. D., Winter-Nelson, A. 2016. The Importance of Animal Source Foods for Nutrient Sufficiency in the Developing World: The Zambia Scenario. *Food and Nutrition Bulletin*. 37 (3). 303–316.

9 Seznam použitých zkratk

DFD – maso tmavé, tuhé, suché

DHA - kyselina dokosahexaenová

PUFA - polynenasycené mastné kyseliny

QDA – kvantitativní deskriptivní analýza

TPA – analýza texturního profilu

WHC – vaznost masa