

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality zemědělských produktů**



**Senzorická kvalita masa jelenovitých ve vztahu ke složení  
a fyzikálně-chemickým vlastnostem masa**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Klára Mikulíková**

**Obor studia: ATZK**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D.**

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Senzorická kvalita masa jelenovitých ve vztahu ke složení a fyzikálně-chemickým vlastnostem masa" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2017

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala paní doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D. za ochotu, trpělivost, věcné připomínky a vstřícný přístup při zpracování mé bakalářské práce.

# **Senzorická kvalita masa jelenovitých ve vztahu ke složení a fyzikálně-chemickým vlastnostem masa**

## **Souhrn**

Tato bakalářská práce se zabývá nejen senzoricou kvalitou masa jelenovitých, ale také složením a fyzikálně-chemickými vlastnostmi masa, které mohou jednotlivé senzoricke vlastnosti ovlivňovat. Cílem této práce bylo shrnutí a popis senzoricke vlastnosti masa jelenovitých a charakteristika jejich fyzikálně-chemických vlastnosti. Bylo uskutečneno porovnání výsledků různých odborných prací, zabývajících se tímto tématem. Tato práce se také zabývá faktory formujícími senzoricke vlastnosti masa, mezi které patří různé chemické reakce a efekt živočišného druhu.

Dle výsledků práce je zřejmé, že maso jelenovitých má příznivější obsah bílkovin, tuků a profil mastných kyselin oproti masu hospodářských zvířat. Obsah bílkovin byl vyšší, naopak obsah tuků nižší, s příznivějším obsahem polyenových mastných kyselin. Chemické reakce nejvíce ovlivňují vůni a chuť masa. Mezi tyto reakce patří např. Maillardova reakce, oxidace lipidů, Streckerova reakce a degradace thiaminu. Ovlivnění senzoricke kvality masa jelenovitých různými faktory, jako jsou druh, věk, pohlaví a podobně, je většinou způsobeno rozdílným obsahem tuku a složením mastných kyselin, které se podílí na změnách vůně, chuti a křehkosti masa. Barva masa je nejvíce ovlivněna věkem a předporážkovým stresem. Určitý vliv na kvalitu masa měl rovněž způsob chovu. Stále rostoucí poptávka po mase jelenovitých vedla k růstu farem chovajících tato zvířata. Výhoda masa pocházejícího z farmově chovaných zvířat spočívá v jeho celoroční dodávce na trh, možné kontrole krmení a také v lepších hygienických podmínkách a menšímu stresu při porážení zvířat. U většiny výše zmiňovaných faktorů je potřeba zohlednit druh zvířete.

Při porovnávání senzorickeho hodnocení byly potvrzeny statisticky významné rozdíly v intenzitě barvy, chutnosti, chuti, vůně a textury masa, a to jak mezi jednotlivými druhy jelenovitých, tak i mezi masem jelenovitých a masem hovězího skotu.

**Klíčová slova:** Jelenovití, složení masa, fyzikálně-chemické vlastnosti masa, senzoricke analýza.

# Sensory quality of venison from cervids in relation to its composition and physico-chemical properties

## Summary

This bachelor thesis deals with sensory quality of venison but also with the composition and physical and chemical characteristics of meat that can affect its individual sensory characteristics. The aim of this thesis is to summarize and describe the sensory characteristics of venison and its physical and chemical characteristics. Results from various professional works dealing with this topic were compared. The text also deals with factors forming the sensory characteristics of the meat, including various chemical reactions and the species effect.

Based on the thesis outputs, it is obvious that venison has more favorable content of protein, fat and fatty acids compared to livestock. The protein content is higher, the fat content is lower with more favorable content of polyene fatty acids. Chemical reactions mostly affect the smell and taste of the meat. Among these reactions are the Maillard reaction and lipid oxidation, Strecker reaction and degradation of thiamin. Other factors affecting the sensory quality of venison, such as the type, age, sex and others, affect the sensory quality due to different fat content and fatty acids composition that contribute to a change of smell, taste and tenderness of the meat. The meat color is mostly affected by the age and the pre-slaughter stress. The farming method also affects the quality of meat to a certain degree. The ever growing demand for venison has led to creating more farms with these animals. The advantages of meat coming from a farm animal are a round the year supply, animal feed control and better hygiene and less stress for the animals during slaughter. The effects of most of the factors mentioned above depend on an actual animal.

When comparing sensory ratings, it was confirmed that there are statistically significant differences in the color intensity, taste, smell and meat texture, not only in each type of deer but also in venison and in beef.

**Keywords:** Venison, meat composition, physical and chemical characteristics of meat, sensory analysis.

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Literární přehled</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 Maso</b> .....	<b>10</b>
3.1.1 Chemické složení masa.....	10
3.1.1.1 Bílkoviny .....	10
3.1.1.2 Lipidy.....	11
3.1.1.3 Extraktivní látky.....	11
3.1.1.4 Voda, minerální látky a vitamíny.....	12
3.1.2 Fyzikální vlastnosti masa.....	12
3.1.3 Význam zvěřiny jako zdroje masa.....	13
<b>3.2 Faktory formující organoleptické vlastnosti masa</b> .....	<b>15</b>
3.2.1 Chemické procesy ovlivňující chuť a vůni masa.....	15
3.2.1.1 Oxidace lipidů.....	16
3.2.1.2 Degradace thiaminu .....	17
3.2.1.3 Maillardova reakce.....	18
3.2.1.4 Streckerova reakce.....	19
3.2.2 Efekt živočišného druhu .....	20
3.2.2.1 Druh .....	20
3.2.2.2 Věk.....	21
3.2.2.3 Pohlaví .....	22
3.2.2.4 Strava .....	24
3.2.2.5 Způsob chovu.....	25
3.2.2.6 Podmínky lovu.....	27
3.2.2.7 Zrání masa.....	28
<b>3.3 Jelenovítí</b> .....	<b>30</b>
3.3.1 Výživa jelení zvěře .....	30
<b>3.4 Senzorické vlastnosti masa jelenovitých</b> .....	<b>32</b>
3.4.1 Chuť .....	32
3.4.2 Vůně.....	33
3.4.3 Barva.....	34
3.4.4 Textura .....	36
<b>3.5 Metody senzorické analýzy masa</b> .....	<b>37</b>
3.5.1 Metoda senzorického profilu .....	38

3.5.2	Konzumentský test.....	38
<b>4</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>40</b>

# 1 Úvod

Maso patří od nepaměti mezi základní složky lidské výživy. Je žádané zejména pro svůj obsah plnohodnotných bílkovin, tuků, vitamínů a minerálních látek. Maso obsahuje zejména dobře stravitelné bílkoviny obsahující esenciální aminokyseliny, které si lidský organismus nedokáže vyrobit sám, proto je maso jejich významným zdrojem. Z tuků jsou pro lidský organismus nejprospěšnější polyenové mastné kyseliny. Mezi nejvýznamnější vitamín obsažený v mase patří vitamín B12, který je důležitý hlavně pro správnou funkci krvetvorby v lidském organismu a vyskytuje se téměř výhradně v živočišných produktech. Minerální látky jsou v mase zastoupeny například železem, zinkem a vápníkem.

Z celkové roční spotřeby masa v ČR, která se pohybuje kolem 85 kg na osobu, tvoří 0,8 kg zvěřina. Maso ze zvěřiny je z nutričního hlediska velmi kvalitní potravina. Je lehce stravitelné, obsahuje vysoké množství bílkovin a naopak nižší obsah tuku, než maso z hospodářských zvířat, což ho činí žádoucím pro spotřebitele. Jednou z nevýhod zvěřiny je její sezónní výskyt, avšak v dnešní době lze získat maso celoročně od totožných zvířat chovaných na farmách.

Nejdůležitějším atributem pro spotřebitele při výběru masa jsou jeho senzorycké vlastnosti. Mezi tyto vlastnosti patří barva, chuť, vůně a textura. Tyto vlastnosti mohou být ovlivněny řadou faktorů. Může se jednat o různé chemické procesy, jako je Maillardova reakce, oxidace lipidů a podobně. Dále senzoryckou kvalitu masa ovlivňují faktory, jako druh zvířete, jeho stáří, pohlaví, strava, zrání masa a mnoho dalších. Tyto faktory se mohou vzájemně ovlivňovat.



## **2 Cíl práce**

Zvyšující se poptávka po mase jelenovitých vede k rozšiřování faremních chovů těchto divokých zvířat. Sensorická kvalita masa jelenovitých je v úzkém vztahu s jeho složením. Cílem bakalářské práce byla literární rešerše zaměřená na popis sensorických vlastností masa jelenovitých, jeho majoritních i minoritních obsahových látek a fyzikálně-chemických vlastností.

## 3 Literární přehled

### 3.1 Maso

Maso patří mezi jednu ze základních složek potravy člověka. Jako maso jsou definovány všechny tělní části živočichů, včetně bezobratlých a ryb, hodících se k lidské výživě a to v čerstvém i upraveném stavu (Pipek, 1998). Podle této definice patří mezi maso i živočišné tuky, vnitřnosti, krev, kůže, kosti a masné produkty. V užším slova smyslu se masem rozumí pouze kosterní svalovina.

Z hlediska nutričního je maso cenným zdrojem plnohodnotných bílkovin, nenasycených mastných kyselin, vitamínů a minerálních látek. Vedle nutričního významu je maso ve výživě významné také svou chutností. Lidé ho rádi konzumují a jsou ochotni za něj zaplatit vyšší částky než za jiné potraviny. Optimum spotřeby na člověka je asi 90 kg masa na osobu a rok (Pipek, 1998).

#### 3.1.1 Chemické složení masa

Chemické složení masa je ovlivněno nejen druhem masa a jeho úpravou, ale i řadou technologických procesů a zpracováním masa (Steinhauser a kol., 1995). Chemické složení závisí také na tom, zda se hodnotí pouze čistá svalovina, maso včetně mezisvalového tuku a jiných tkání, nebo celý jatečně opracovaný kus. Jatečně opracovaný kus je ta část zvířete, která zbývá po odstranění kůže, krve, vnitřností, hlavy a částí končetin v průběhu jatečního opracování (Pipek, 1998).

Libová svalovina se skládá ze 70–75 % vody, 18–22 % bílkovin, 2–3 % lipidů, 1–1,5 % minerálních látek a 0,9–1,7 % extraktivních látek (Steinhauser a kol., 1995).

##### 3.1.1.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou přírodní polymerní sloučeniny tvořené základními stavebními jednotkami – aminokyselinami. Maso je skvělý zdroj bílkovin pro člověka. Jedná se o dobře stravitelné bílkoviny obsahující esenciální aminokyseliny, které lidský organismus potřebuje pro výstavbu tkání včetně svalů (Kameník, 2014).

Celkový obsah bílkovin je údaj nevypovídající nic o zastoupení jednotlivých druhů bílkovin, jejich vlastnostech a struktuře, včetně složení aminokyselin. Na druhé straně je tento údaj důležitý pro posouzení kvality masa a při hodnocení nutriční hodnoty masa a masných produktů (Straka, 2006).

Bílkoviny obsažené v masu, se rozdělují podle své rozpustnosti ve vodě a v solných roztocích na bílkoviny sarkoplazmatické, myofibrilární a stromatické.

Sarkoplazmatické bílkoviny jsou obsaženy z velké části v sarkoplazmatu a jsou rozpustné ve vodě. Při tepelném zpracování masa denaturují a podílejí se na zpevnění struktury svaloviny při zahřívání. Velký význam mají hemová barviva myoglobin a hemoglobin, způsobující červené zbarvení masa a krve.

Myofibrilární bílkoviny určují vlastnosti masa i průběh posmrtných změn ve svalech. Také vážou největší podíl vody v masu a jsou zodpovědné za svalové kontrakce. Nejvýznamnější je myosin a aktin.

Stromatické bílkoviny jsou převážně v pojivových tkáních, šlachách, kůži, kostech a také ve svalové tkáni, kde tvoří rozmanité membrány. Tyto bílkoviny se z výživového hlediska označují za neplnohodnotné, jelikož nemají všechny esenciální aminokyseliny (Pipek, 1998).

#### 3.1.1.2 Lipidy

Lipidy jsou v masu zastoupeny z převážné části jako tuky (triacylglyceroly), z menší části jsou přítomny fosfolipidy, doprovodné látky apod. Tuk v masu má významný sensorický význam, jelikož je nosičem řady aromatických látek. Tuk intramuskulární má význam pro chuť a křehkost a je mezi buňkami rozložen v podobě žilek – tzv. mramorování masa. Čím více je maso mramorované, tím více je křehké a má výraznější chuť, což je ceněno u spotřebitele. Depotní tuk tvoří tukovou tkáň. Významnou součástí sterolů tvoří cholesterol, z kterého vzniká vitamín D a je typický pro živočišné tkáně (Pipek, 1998)

Množství tuku kolísá mezi jednotlivými skupinami a druhy mas daleko více, než obsah bílkovin. I libové maso obsahuje určité množství tuku. Libové maso je stále více žádáno spotřebitelem, a proto roste i zájem o maso ze zvěřiny. Obsah tuku pozitivně vzájemně souvisí se šťavnatostí, křehkostí a chutí masa (Kameník, 2014).

Nutričně významnou složkou tuku jsou mastné kyseliny. Z nasycených mastných kyselin převládají kyseliny palmitová a stearová. Z nenasycených mastných kyselin převládá monoenoová kyselina olejová, zatímco výživově hodnotných polyenových mastných kyselin (linolová, linoleová, arachidonová) je v masu obsaženo velmi málo (Ingr, 2011).

#### 3.1.1.3 Extraktivní látky

Obsah extraktivních látek je poměrně malý. Mnohé z nich ovšem mají velký význam pro tvorbu typické chuti a vůně masa. Patří sem např. rozkladné produkty adenosintrifosfátu,

adenosindifosfátu a glykogenu. Avšak pro vytvoření plné chutnosti masa je ho potřeba nechat zrát dostatečně dlouho.

V malém množství jsou v mase zastoupeny sacharidy. Z této skupiny se vyskytuje především glykogen a produkty jeho odbourávání – glykolytický potenciál. Podle toho, kolik ho obsahují svaly během porážky, dojde k hlubšímu či menšímu okyselení tkáně, což má význam pro údržnost a vaznost masa.

Dusíkaté extraktivní látky jsou zastoupeny především aminokyselinami a dále některými peptidy. Z peptidů má velký význam především karnosin, anserin, balenin a glutathion. Při rozkladu masa mohou vznikat dekarboxylací toxické biogenní aminy (Pipek, 1998).

#### 3.1.1.4 Voda, minerální látky a vitamíny

Voda, jakožto důležité reakční prostředí, ovlivňuje výrazně sensorické vlastnosti. Obsah vody v mase kolísá podle anatomického původu, druhu, plemene, stáří, krmení a životních podmínek zvířete v poměrně širokých mezích od 46 % do 78 %. Většina vody je vázána uvnitř myofibril, v prostoru mezi tlustými a tenkými filenty. Ztráty vody jsou způsobeny smršťováním filament během *rigor mortis*, či tepelným opracováním masa (Kameník, 2014).

Cca 1 % hmotnosti masa tvoří minerální látky. Většina se nachází rozpuštěna ve vodě a ve svalovině je přítomná v podobě iontů. V mase se nachází řada minerálních látek, které mají různé funkce. Např. hořčík ovlivňuje aktivitu enzymu ATPázy a enzymů metabolismu cukrů. Vápník se účastní při svalové kontrakci, při srážení krve a také má význam jako strukturální složka kostí. Velmi významně je v mase obsažen také draslík, zinek a železo. Železo je přítomno v hemových barvivech, v iontové formě, ve ferritinu atd. (Pipek, 1998).

Maso je ovšem i významným zdrojem vitamínů, především ze skupiny B. Z této skupiny jde především o vitamín B12, ale také o thiamin a riboflavin. V tukové tkáni a játrech jsou obsaženy rovněž lipofilní vitamíny. Ve stopovém množství se v mase vyskytuje vitamín C (Pipek, 1998).

#### 3.1.2 Fyzikální vlastnosti masa

Do těchto vlastností jsou zahrnuty jakostní znaky masa, které jsou měřeny a hodnoceny fyzikálními metodami. Fyzikální vlastnosti masa se do určité míry odvozují z chemického složení masa a z druhé strany podstatně ovlivňují některé nutriční, technologické a smyslové vlastnosti masa. Fyzikální struktura masa je podmíněna jeho chemickým složením a je předpokladem pro jeho fyzikální vlastnosti. Do významných fyzikálních vlastností masa patří

textura a její dílčí znaky, vaznost, světlost barvy, elektrické a dielektrické vlastnosti a také hodnota pH. Texturní vlastnosti masa mají význam zejména pro jeho senzoryckou analýzu a technologické zpracování (tvrdost, měkkost, tuhost, křehkost atd.) (Ingr, 2011).

### 3.1.3 Význam zvěřiny jako zdroje masa

Zvěřina, jako zdroj masa představuje vysoce hodnotnou potravinu, která díky své mimořádné jemnosti a chutnosti patří mezi vyhledávané delikatesy. Jednou z hlavních předností zvěřiny jsou její vynikající dietetické vlastnosti, zapříčiněné podstatně jemnějšími svalovými vlákny a výrazně nižším obsahem tuku, v porovnání s masem hospodářských zvířat. Tuk uložený mezi svalovými vlákny zvěře se vyznačuje poměrně nízkým obsahem cholesterolu a zvláště vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin, což je při dnešních požadavcích na zdravou výživu vysoce žádoucí (Vodňanský, 2007). U zvěřiny je též významný vysoký obsah bílkovin, který předčí i obsah bílkovin v masu hospodářských zvířat (viz Tabulka č. 1) (Winkelmayer a kol., 2005).

Tabulka č. 1: Základní chemické složení zvěřiny v porovnání se skotem (Kameník a kol., 2014; \*Straka, 2007; \*\*Winkelmayer a kol., 2005).

<b>Druh zvířete</b>	<b>Obsah vody [%]</b>	<b>Obsah bílkovin [%]</b>	<b>Obsah tuku [%]</b>	<b>Energetická hodnota [kJ.100 g<sup>-1</sup>]</b>
<b>*Skot</b>	72	22,5	5,1	**840–1 425
<b>Daněk</b>	73,49	24,14	1,37	468
<b>Jelen</b>	74,24	23,44	1,35	454
<b>Srnec</b>	73,48	23,96	1,57	472
<b>Černá zvěř</b>	74,29	23,20	1,40	454
<b>Zajíc polní</b>	72,75	24,14	2,02	481
<b>Králík divoký</b>	74,57	22,84	1,15	426

Podle vyhlášky č. 69/2010 je zvěřina definována jako maso pocházející z volně žijící zvěře, které bylo získáno povoleným způsobem lovu (Tesařová a kol., 2016). Zvěřinu lze označit za původní přírodní produkt, protože je získávána ze zvířat žijících ve volné přírodě (Vodňanský, 2007). To má za následek vysokou etickou a ekologickou kvalitu této potraviny, neboť při držení, krmení, transportu či porážení hospodářských zvířat vzniká mnoho problémů nazývaných jako problémy ochrany zvířat proti strádání. Z hlediska ekologické kvality nedochází u volně žijící zvěřiny k takovému zatížení životního prostředí, jako u hospodářských zvířat chovaných ve vysokokapacitních velkochovech (Winkelmayer a kol., 2005).

Správné zacházení se zvěřinou je proto nepostradatelnou součástí etiky myslivců a musí mít neodmyslitelné zastoupení také v mysliveckém vzdělání. Neboť právě na myslivcích záleží, zda se zvěřina dostane ke konzumentům v takové kvalitě, jakou si vzhledem ke svým mimořádným vlastnostem zaslouží (Vodňanský, 2005).

Jelení zvěřina se svým složením výrazně neliší od masa hovězího skotu, avšak některé rozdíly se vyskytují. Bureš et al. (2015) zjistili při porovnání masa jelena evropského a daňka evropského s masem hovězího skotu plemen Aberdeen Angus a Holštýnského skotu významné rozdíly v biochemickém složení. Byl zjištěn výrazně vyšší obsah bílkovin v mase daňka a jelena. Rovněž obsah intramuskulárního tuku (IMT) byl u obou druhů rozdílný. Jelenovití měli v této studii výrazně nižší obsah intramuskulárního tuku oproti hovězímu skotu.

Zastoupení mastných kyselin jednotlivých druhů zvířat bylo v této studii také rozdílné. V zásobním tuku přežvýkavců se objevuje poměrně vysoké množství nasycených mastných kyselin (SFA), jejichž nadměrný příjem může způsobit zvýšený obsah cholesterolu v krvi a následně zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění. Skupina monoenoových mastných kyselin (MUFA) působí na lidské zdraví spíše neutrálně, zatímco polyenoové mastné kyseliny (PUFA) mají celou řadu pozitivních vlastností (zejména skupina n-3 PUFA). Maso obou plemen hovězího skotu mělo významně vyšší podíl SFA a MUFA, zatímco v mase jelenů i daňků byl přibližně zjištěn výrazně vyšší podíl PUFA (viz Tabulka č. 2). Tyto odlišnosti jsou způsobeny rozdílným zastoupením triacylglycerolů (TAG) a fosfolipidů v tukové složce různých druhů mas. Vysoká hodnota n-3 PUFA byla pozorována u jeleního masa, kde byla dvakrát vyšší než u daňků a pětikrát vyšší než u hovězího masa, což ho činí potenciálně výhodnější složkou stravy spotřebitelů (Bureš et al., 2015). Dannenberger et al. (2013) ve své studii zjistili, že srnčí maso je dobrým zdrojem n-3 polyenoových mastných kyselin, které jsou

prospěšné pro lidskou výživu. Tato vysoká úroveň n-3 PUFA odpovídá příznivě nízkému poměru n-6:n-3 PUFA ve srovnání s hospodářskými zvířaty (Dannenberger et al., 2013).

Tabulka č. 2: Profil mastných kyselin ve svalu *longissimus lumborum* (% z celkového množství mastných kyselin) (Bureš et al., 2015).

Mastné kyseliny	Jelen evropský	Daněk evropský	Aberdeen Angus	Holštýnský skot
Σ SFA	40,4	43,4	50,9	48,0
Σ MUFA	27,9	27,7	40,1	41,8
Σ PUFA	31,6	28,9	8,9	10,2
Σ n-6 PUFA	22,1	23,6	7,1	8,4
Σ n-3 PUFA	9,4	4,9	1,8	1,7

Obsah vitamínů u jelení zvěře nevykazuje významné rozdíly. Pouze v obsahu thiaminu, riboflavinu a kyseliny pantotenové předčí maso skotu (Winkelmayer a kol., 2005). Podle Straky (2007) je naprostou zvláštností u jelenovitých biosyntéza vitamínu C, která způsobuje o něco málo vyšší množství tohoto vitamínu. Tato biosyntéza u hovězího dobytka vlivem šlechtění vymizela. Dannenberger et al. (2013) zjistili při zkoumání srnčí zvěře vyšší obsah vitamínu E a stopových prvků, zejména železa a selenu, v porovnání s hovězím skotem. Tato studie ukázala, že zvěřina může fungovat, jako dobrý zdroj biologicky aktivních látek, které jsou nezbytné pro lidskou výživu.

### 3.2 Faktory formující organoleptické vlastnosti masa

Organoleptické vlastnosti masa jsou ovlivňovány zejména chemickými procesy, které probíhají jak v syrovém mase, tak při jeho tepelné úpravě. Dalším faktorem je efekt živočišného druhu, který se také z velké části podílí na výsledných vlastnostech masa.

#### 3.2.1 Chemické procesy ovlivňující chuť a vůni masa

Chuť a vůně jsou velmi důležitým, nýbrž složitým atributem sensorické kvality masa. Chuť masa může být ovlivněna sloučeninami, které stimulují čichový orgán, jakož i těmi,

kteře ovlivňují pocit chuti. Kromě toho, vnímání chuti může být ovlivněno pocitem v ústech, šŕavnatostí, texturou a teplotou masa.

Chutnost masa je kombinace vůní a chutí. Těkavé aromatické sloučeniny určují v první řadě vůni a tím i nezbytné vlastnosti vařeného masa. Nicméně, žádná jediná sloučenina, nebo skupina sloučenin není sama zodpovědná za chuť masa. Podíl těkavých aromatických sloučenin chuti masa je spojen s jejich koncentrací, jakož i s jejich prahovými pachovými hodnotami. Chuť je definována netěkavými látkami (soli, volné aminokyseliny, peptidy, atd.) vnímanými v různých oblastech jazyka. Bez vůně bude dominovat jeden nebo více z těchto čtyř základních chuťových vjemů (sladké, slané, kyselé a hořké). Většina sloučenin vyvolá větší reakci v jedné z těchto dvou systémů (čichový nebo chuťový), zatímco některé sloučeniny mohou stimulovat oba. Chuť vařeného masa je způsobená v důsledku kombinace produktů s nízkou molekulovou hmotností vyrobených dvěma velmi důležitými skupinami reakcí: Maillardova reakce a tepelná oxidace lipidů (Neethling et al., 2016).

Vůně masa, která se uvolňuje při vaření je spolu se vzhledem a chutností pokrmu velmi důležitý atribut pro spotřebitele. Obecně vzato se vůně (aroma) masa uvolňuje hlavně při tepelném zpracování, kde jsou prekurzory thiamin, glykogen, glykoproteiny, nukleotidy, nukleosidy, volné cukry, aminokyseliny, peptidy, aminy, organické kyseliny a lipidy. Během *post-mortem* období se změní koncentrace prekurzorů, a to především z důvodu hydrolytické aktivity. Primární reakce podílející se na tvorbě aromatických látek v mase jsou oxidace lipidů, degradace thiaminu, Streckerova reakce a Maillardova reakce. Některé aromatické sloučeniny nebo prekurzory mohou vznikat také v bacheru přežvýkavců mikrobiálním působením (Resconi et al., 2013).

### 3.2.1.1 Oxidace lipidů

Oxidace lipidů je v současné době jedním z největších ekonomických problémů, kterým čelí masný průmysl. Je to jedna z hlavních příčin zhoršení kvality masa a masných výrobků při jejich skladování a zpracování. Oxidace masa způsobuje změny barvy, vznik nepříjemných chutí a vůní, vznik toxických látek, sníženou dobu skladování a ztráty živin. Maso se stává náchylnější k oxidačnímu poškození v důsledku vysoké koncentrace nenasycených lipidů, hemových barviv, kovových katalyzátorů a řady oxidačních činidel obsažených ve svalové tkáni (Králová, 2015).

Oxidace lipidů a Maillardova reakce během vaření významně přispívají k tvorbě pro maso typické, žádoucí vůně. Nicméně, oxidace lipidů je také spojena s rozvojem nepříjemných žluklých chutí masa, způsobených skladováním nebo ohříváním masa. Oxidace



lipidů může narušit další aspekty kvality, a to buď prostřednictvím změn v lipidovém složení buněčné membrány, interakcí mezi produkty oxidace a aminokyselinami a různými typy proteinů, nebo indukci další oxidační reakce. Míra oxidace závisí na složení mastných kyselin, koncentraci a aktivitě oxidantů a antioxidantů, parciálním tlaku kyslíku, struktuře a zbytkové vodě v mase, způsobu zpracování, podmínkách skladování a vaření.

I když jen malá část z mastných kyselin v potravinách se oxiduje, může to stačit ke změně jejich chuti. Aldehydy a ketony jsou hlavní aromatické látky odvozené z oxidace lipidů. Ovšem uhlovodíky a alkoholy mají také určitý vliv. Další silné vůně pocházející z tepelné oxidace lipidů jsou laktony, které příznivě ovlivňují vůni smaženého masa přežvýkavců. U přežvýkavců může být vysoké procento lipidů z krmiva hydrolyzováno v bacheru. Ty pak mohou unikat a stát se součástí živočišných tkání, což částečně odráží to, co zvíře přijalo za potravu, a proto může být vůně masa ovlivněna krměním.

Oxidace je jednou z hlavních příčin snížení trvanlivosti masných výrobků, a to zejména z důvodu vzniku nepříjemných aromatických látek (Resconi et al., 2013). Nejčastějším typem oxidace v průběhu zpracování a skladování masa a masných výrobků (a potravin obecně) je autooxidace mastných kyselin. Pouze nenasycené mastné kyseliny jsou oxidovány prostřednictvím vzdušného kyslíku při běžných teplotách. Nasycené mastné kyseliny vstupují do procesu autooxidace při vyšších teplotách souvisejících s metodami, jako je vaření, smažení, pečení atd. To je dáno různým stupněm disociační energie vazeb na různých pozicích v mastných kyselinách. Tuto energii je potřeba dodat, aby došlo k opětovnému rozštěpení vazby.

Autooxidace lipidů spojená se vznikem volných radikálů je spontánní reakce atmosférického kyslíku s mastnými kyselinami, která vede k oxidačnímu poškození masa a masných výrobků a tvorbě nežádoucích sensorických vlastností. Autooxidace probíhá jako radikální řetězová reakce charakterizovaná ve třech krocích - iniciace, propagace a terminace (Králová, 2015).

### 3.2.1.2 Degradace thiaminu

Během tepelné úpravy masa dochází ke ztrátám thiaminu (vitamín B1). Průměrné ztráty smažením jsou 10–50 %, vařením a dušením dochází ke ztrátě 50–70 % thiaminu. Výše ztrát je ovlivněná velikostí zpracovávaného materiálu, obsahem tuku, vody a použitou metodou tepelné úpravy. K částečnému rozkladu thiaminu dochází při nakládání masa důsledkem reakce s dusitany, za tvorby elementární síry, thiochromu a nejspíše i oxythiaminu (Velíšek, 1999).

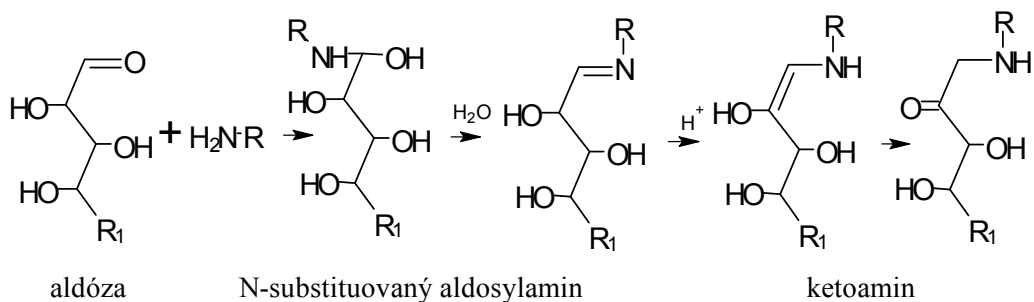
Degradovaný thiamin produkuje velké množství sloučenin síry, například thioly, sulfidy a disulfidy. Některé z těchto sloučenin při nízkých koncentracích voní jako vařené maso a některé z nich k vůni vařeného masa významně přispívají (Resconi et al., 2013).

### 3.2.1.3 Maillardova reakce

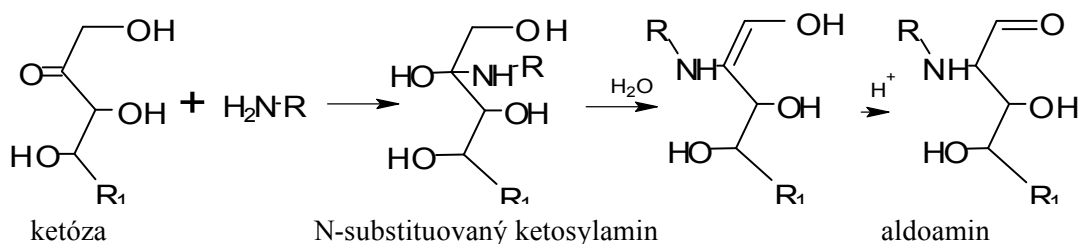
Maillardova reakce je série komplexu reakcí neenzymového hnědnutí mezi volnými aminoskupinami aminokyselin a redukujícími cukry v mase. Tyto reakce nevyžadují vysoké teploty vaření, což činí Maillardovu reakci jako jednu z nejdůležitějších cest ke vzniku těkavých aromatických sloučenin v mase (Neethling et al., 2016). I když Maillardova reakce může nastat při nízkých teplotách, zvýší se podstatně reakční rychlost, pokud se zvýší teplota vaření. Naproti tomu karamelizace nebo pyrolýza proteinů potřebuje k rozvoji vysoké teploty (100 až 200 °C). Je také známo, že je tato reakce ovlivněna vodní aktivitou, a že následné reakční cesty ve značné míře závisí na hodnotě pH (Resconi et al., 2013).

První krok Maillardovy reakce zahrnuje tvorbu N-substituovaného glykosylaminu kondenzací karbonylové skupiny redukujícího cukru s primární aminoskupinou aminokyseliny, peptidu nebo proteinu. N-glykosylamin se přeskupí, aby se stal Amadoriho sloučeninou (Obrázek č. 1), která může být dále degradována za vzniku sloučenin, jako jsou furanony, furfuraly, dikarbonyly a hydroxyketony. I když tyto sloučeniny mohou přispívat přímo k chuti masa, jsou také důležité jako substráty pro generování jiných těkavých aromatických sloučenin. Maillardova reakce je tedy zodpovědná hlavně za velké množství heterocyklických sloučenin nalezených v profilu těkavých aromatických sloučenin vařeného masa, což přispívá ke vzniku pečené, vařené a slané chuti masa (Neethling et al., 2016).

Do reakce mohou vstupovat rovněž ketózy a pak je vznik glykosylaminu následován Heynsovým přesmykem (Obrázek č. 2). Významné je také to, že do reakce mohou vstupovat nejen karbonylové sloučeniny pocházející z degradace sacharidů a Streckerovy aldehydy vzniklé z aminokyselin, ale také reaktivní aldehydy a další sloučeniny vznikající jako sekundární produkty rozkladu mastných kyselin (Velíšek, 2009).



Obrázek č. 1: Amadoriho přesmyk (Resconi et al., 2013).



Obrázek č. 2: Heynsův přesmyk (Resconi et al., 2013).

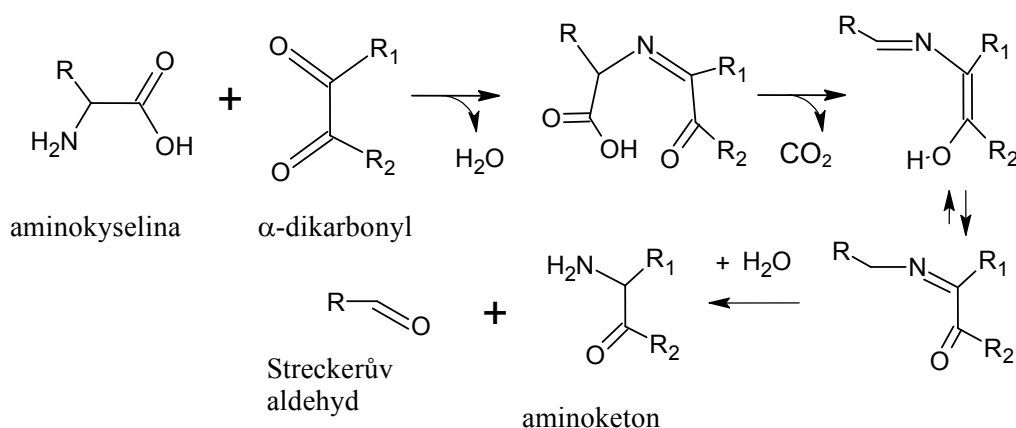
#### 3.2.1.4 Streckerova reakce

Streckerova reakce, nebo-li Streckerova degradace aminokyselin je často vnímána jako reakce probíhající během Maillardovy reakce. Typická Streckerova reakce zahrnuje oxidační deaminaci a dekarboxylaci alfa-aminokyseliny v přítomnosti alfa-dikarbonylové sloučeniny (Obrázek č. 3). Jejimi produkty jsou alfa-aminoketon a Streckerovy aldehydy, které obsahují o jeden uhlík méně než odpovídající aminokyseliny (Resconi et al., 2013).

Také je velmi důležitá degradace cysteinu, protože vytváří meziproducty podílející se na tvorbě velmi účinných látek chuti masa. Další aminokyselina obsahující síru, methionin, produkuje prostřednictvím Streckerovy reakce methional, který má nízký práh zápachu a je důležitý pro vůni vařeného masa.

Streckerovy aldehydy mohou být také vytvořeny nezávisle na cestách stanovených Streckerovou reakcí, a to buď přímo z volných aminokyselin, z Amadoriho produktů, nebo mikrobiálním působením. Některé kyseliny vznikající během Streckerovy reakce, byly detekovány jako důležité pro vůni vařeného hovězího a kuřecího masa. Na druhé straně kyseliny, aldehydy a estery odvozené z degradace aminokyselin, by mohly naznačovat maso kontaminované mikrobiálním působením v průběhu skladování a distribuce masných výrobků (Resconi et al., 2013). Další negativní stránka této reakce je také ztráta některých esenciálních

aminokyselin (valinu, leucinu, isoleucinu, threoninu, methioninu, fenylalaninu atd.) (Velíšek, 2009).



Obrázek č. 3: Streckerova reakce (Resconi et al., 2013).

### 3.2.2 Efekt živočišného druhu

#### 3.2.2.1 Druh

Chuť masa je velmi závislá na druhu, z něhož pochází. V Jižní Africe, divoké a volně se pasoucí druhy zvěře mají obecně nízký obsah intramuskulárního tuku, který primárně sestává z konstrukčních prvků lipidů (fosfolipidy a cholesterol) s vysokým podílem PUFA. Profil mastných kyselin masa má důležitou roli ve vývoji chuti masa, jelikož nasycené mastné kyseliny, n-3 a n-6 PUFA produkují řadu různých chuťových prekurzorů. Zvěřina má často silnější chuť ve srovnání s masnými výrobky získanými z hospodářských druhů (jako je hovězí, vepřové a jehněčí maso), což je připisováno především vyšším procentům PUFA ve zvěřině. Avšak chemická povaha masa těkavých aromatických sloučenin, z různých druhů, je obvykle srovnatelná kvalitativně, ale ne kvantitativně. Rozdíly v profilech mastných kyselin mezi druhy proto určují vliv profilu a množství vytvořených těkavých aromatických látek. V důsledku toho se bude zvěřina pocházející z různých druhů lišit vnímáním intenzity různých smyslových atributů vůně a chuti (Neethling et al., 2016).

Rodbotten et al. (2004) kvantifikovali sensorické profily komerčně dostupného masa získaného z divokých a domestikovaných druhů v Norsku. Několik atributů chuti bylo podobných mezi druhy, ale vnímané intenzity se lišily. Jelení maso mělo nejvyšší intenzitu zvěřinové chuti, zatímco všechno maso pocházející z volně žijících zvířat mělo vyšší intenzitu chuti podobné játrům. Kromě toho bylo zjištěno, že zvěřinová chuť a chuť jater byly jako

atributy chuti nejdůležitější při popisu chuťových rozdílů několika volně žijících a domestikovaných druhů masa v Norsku (Rodbotten et al., 2004). Nicméně nebyly poskytnuty k dispozici žádné informace o věku, pohlaví, nebo krmení různých druhů zvířat zkoumaných v této studii, která by mohla objasnit, do jaké míry druh zvěře ovlivnil senzoryckou kvalitu masa. Bylo také zjištěno, že hovězí maso má vyšší intenzitu chuti masa, zatímco maso sobů mělo vyšší intenzitu pachuti, tedy atributu, který byl spojen s chutí jater nebo zvěřinovou chutí (Neethling et al., 2016). Kromě toho, Bureš et al. (2015) zjistili, že maso z jelena evropského a daňka mělo vyšší intenzitu celkového aroma, chuti a aroma zvěřiny a intenzitu chuti ve srovnání s plemeny skotu Aberdeen Angus a Holštýnský skot. Druhově specifické rozdíly ve vůni masa a kvalitě chuti byly přičítány rozdílům v profilech mastných kyselin, zejména obsahu PUFA. Podle Neethlinga et al. (2016) se z většiny výzkumů kvantifikujících druhově specifické senzorycké profily zjistilo, že zvěřinová chuť (někdy také považována za jaterní chuť) je hlavní smyslový atribut pro rozlišování masa z různých druhů zvěřiny.

Výzkum druhových rozdílů pro křehkost masa je nekonzistentní a lze přičíst na vrub různým faktorům, jako jsou úroveň fyzické aktivity, typ svalových vláken, délka sarkomery, koncentrace pojivové tkáně, věk, pohlaví, *ante-mortem* stres, zrání masa a metody vaření.

### 3.2.2.2 Věk

S věkem zvířete dochází ke změnám v chemickém složení i dynamice růstu jednotlivých tkání. Postupně s věkem a po dosažení dospělosti se zvyšuje ukládání tuku, který pak tvoří větší část přírůstku. U většiny zvířat se zvyšuje ukládání tuku před zimním obdobím. U starších zvířat má maso tmavší barvu, protože s věkem roste obsah barviv v mase. Chuť masa mladých zvířat je méně výrazná, kvůli nízkému obsahu extraktivních látek, kterých s věkem přibývá. Vaznost se s věkem také mění (Pipek, 1998).

Klíčovou kompoziční změnou ve svalové tkáni měnící se s věkem zvířat je zvýšení obsahu intramuskulárního tuku (IMT). Obsah IMT je obecně nepřímo úměrný obsahu vlhkosti svalové tkáně, nicméně zvěřina má nízký obsah tuku a tato inverzní korelace proto není převládající ve svalové tkáni zvěřiny. Změny související s věkem v obsahu IMT ve svalové tkáni vyplývají z rozdílu v profilech mastných kyselin, které mají vliv na chuť masa. Masová chuť se obecně zvyšuje s věkem zvířete a rozdíly v chuti mohou nastat v důsledku změn souvisejících s věkem v prekurzorech chuti masa. Svalstva mladší zvěře často obsahují vyšší koncentrace PUFA a v důsledku toho vyšší PUFA:SFA poměry, zatímco

maso ze starších zvířat obvykle obsahuje vyšší podíl IMT, který se vyznačuje vyšším množstvím SFA (Neethling et al., 2016).

Vollpeli et al. (2003) zjistili významně vyšší celková procenta IMT a MUFA a výrazně nižší procenta n-3 a n-6 PUFA v daňčím maso ze starších zvířat (18 vs. 30 měsíců). Také bylo zjištěno nižší celkové procento PUFA a PUFA:SFA poměrů u dospělých kudu a impal, ve srovnání se subadultními jedinci (Hoffman et al., 2009).

U jelena sika hokkaidského byly zjištěny mírné rozdíly v obsahu mastných kyselin a lipidů u jednoletých a dospělých samců. U polyenových mastných kyselin byl pozorován mírně vyšší obsah u dospělých samců (17,32 %) a nižší u jednoletých samců (12,44 %). Na rozdíl od toho podíl nasycených mastných kyselin byl u dospělých samců lehce nižší (48,49 %) a mírně vyšší u jednoletých samců (52,38 %) (Hayashida et al., 2015).

Kromě toho se maso obecně stává s rostoucím věkem zvířete méně měkké. To lze přičíst vyšší nerozpustnosti nebo tepelné stabilitě kolagenu a zvýšenému počtu příčných vazeb mezi kolagenovými molekulami a vlákny. Bylo zjištěno, že starší daňčí svaly měly vyšší hodnoty Warner-Bratzlerovy maximální síly (kg) a nižší kolagenovou rozpustnost.

Je obtížné srovnat výzkum vlivu věku zvířat na senzoryckou kvalitu zvěře, protože klasifikace věku a zralosti se mohou lišit mezi druhy a je také obtížné určit stáří těchto kopytníků. Tyto vlivy na měkkost jsou dále ovlivněny dalšími faktory, jako je pohyb, který je obvykle vyšší u volně žijících druhů ve srovnání s hospodářskými zvířaty. Je dobře známo, že zvýšení pohybu vede k tužšímu masu v důsledku působení na kolagen. Jak bylo uvedeno, účinek IMT na měkkost a vzájemné působení různých vnitřních a vnějších faktorů na množství IMT je také třeba vzít v úvahu. Kromě toho je výzkum o vlivu věku na senzoryckou kvalitu masa získaného z různých druhů zvěře nekonzistentní. Ovšem je zřejmé, že vliv věku na senzoryckou kvalitu zvěřiny je druhově specifický (Neethling et al., 2016).

### 3.2.2.3 Pohlaví

Dalším významným faktorem ovlivňujícím organoleptické vlastnosti masa je pohlaví zvířat. Z celé řady literárních pramenů vyplývá, že samice oproti samcům dosahují ve výkrmu nižší intenzitu růstu v rozsahu přibližně 10–30 %. Tato skutečnost je způsobena jejich nižší tělesnou hmotností v dospělosti a nižším využitím živin z krmiva. U samic dochází k dřívějšímu ukládání tuku, a proto je konverze krmiva méně příznivá než u samců (Zahradníková a kol., 2009).

Jak už bylo zmíněno, maso samic obvykle obsahuje významně vyšší množství IMT ve srovnání se samci a v důsledku toho obsahují i vyšší podíl SFA, zatímco samci mají často vyšší podíl PUFA.

Sezónní behaviorální rozdíly mezi pohlavími také ovlivňují biochemické změny v mase. Páření ovlivňuje stav samců lovné zvěře, protože energetický odvod říje obvykle vede k rychlé ztrátě hmotnosti u samců, kteří mimo to tráví krmením méně času než samice. Březost a kojení může rovněž ovlivnit chemické složení masa získaného ze samic. Období páření je tedy zásadní skutečnost pro produkci masa ze zvěřiny.

Jak již bylo uvedeno, složení mastných kyselin masa ovlivňuje těkavé aromatické sloučeniny, vzniklé během vaření, které mají vliv na vůni a chuť masa. Rozdíly v obsahu IMT mezi oběma pohlavími, proto mohou mít vliv na vůni a chuť masa získaného z různých druhů zvěře (Neethling et al., 2016). Daszkiewicz et al. (2009) uvádějí, že maso z laně jelena evropského má vyšší intenzitu vůně a chuti, lepší křehkost a nižší hodnotu smykové síly, zatímco chuťová vhodnost byla na vyšší úrovni v mase ze samců jelena evropského (Daszkiewicz et al., 2009). Také bylo zjištěno významně vyšší celkové procento MUFA v mase samců ve srovnání se samicemi antilop, ačkoli žádné významné rozdíly mezi pohlavími nebyly v celkových procentech PUFA nalezeny. Kromě toho PUFA:SFA a n-6:n-3 poměry PUFA se mezi samci a samicemi antilop nelišily (Neethling et al., 2016).

Daszkiewicz et al. (2012) zjistili, že maso ze samic srnčí zvěře, ve srovnání s masem ze samců srnců, mělo významně vyšší obsah celkového proteinu a tuku. Vodní extrakty z masa samic obsahovaly více ve vodě rozpustného dusíku a nebílkovinného dusíku, což by mohlo vyplývat z důsledku přirozených rozdílů v koncentracích sloučenin dusíku ve svalech samců a samic srnčí zvěře a ze zvýšené aktivity proteolytických enzymů v mase samic. Srnčí maso ze samců mělo nižší kalorickou hodnotu a více žádoucí profil mastných kyselin, což by mohlo ukazovat na jeho vyšší nutriční hodnotu (Daszkiewicz et al., 2012).

Dominik et al. (2012) objevili rozdíly v pH, barvě a textuře srnčího masa samců a samic. Srnci měli narozdíl od srn nižší pH (120 h po porážce). Barva masa byla červenější u samců (vyšší hodnoty a\*, nižší hodnoty b\*). Podle naměřených hodnot L\* mělo maso srn světlejší barvu. Z hlediska textury měla vyšší žvýkatelnost u samic kýta a u samců bederní svalovina (Dominik et al., 2012). Hayashida et al. (2015) ve své studii o jelenu sika hokkaidském nezjistili významné rozdíly mezi pohlavími v chemickém složení bederní svaloviny. Podstatný rozdíl byl zaznamenán v obsahu draslíku, jelikož samci měli vyšší obsah tohoto prvku v mase než samice. Interakce mezi pohlavími byly zaznamenány také u obsahu celkových lipidů a nenasycených mastných kyselin v bederní svalovině. Hodnoty

nenasycených mastných kyselin byly nejvyšší u jednoletých samic (49,07 %) a nejnižší u jednoletých samců (43,33 %). Nebyl zaznamenán významný rozdíl v obsahu polynenasycených mastných kyselin, pouze u dospělých samců byl zjištěn jejich mírně vyšší obsah oproti samicím (Hayashida et al., 2015).

Z výše uvedeného je zřejmé, které pohlaví může ovlivnit senzorycké vlastnosti masa, ale je potřeba zohlednit vliv druhu zvěře. Z tohoto důvodu by měl být stanoven vliv pohlaví na senzoryckou kvalitu zvěřiny podle jednotlivých druhů, aby se zjistilo, zda by měl brát pohlaví v úvahu komerční trh se zvěřinovým masem, při uvádění druhově specifických zvěřinových masných výrobků (Neethling et al., 2016).

#### 3.2.2.4 Strava

Volně žijící druhy zvěře mohou být všestranní nebo selektivní ve svých stravovacích návycích, proto jsou klasifikováni jako spásači, okusovači nebo smíšení strážníci. Okusovači se zaměřují na spotřebu listů, větviček, kůry, květin, keřů, lusků a ovoce, zatímco spásači se zaměřují na spotřebu ve výši různých druhů trav (Neethling et al., 2016). Podle Ramazina et al. (2010) typičtí okusovači, jako srnec a los, vykazovali podstatně vyšší podíl PUFA než spásači, jako jsou ovce a mufloni, nebo smíšení strážníci, kam patří jeleni a daňci. Kromě toho se dietní režim volně žijící zvěře mění v souladu s vegetací dostupnou v rámci jejich stanoviště a v důsledku sezónních srážek.

Maso pocházející z přežvýkavců často obsahuje vyšší hladiny SFA, vzhledem k hydrogenaci (v bachoru) nenasyčených mastných kyselin ve stravě na nasycenější formy. Nicméně strava může ovlivnit profily mastných kyselin masa přežvýkavců, protože některé nenasyčené mastné kyseliny mohou projít nezměněné bachorem. Dietní rozdíly tedy mají za následek změny ve složení mastných kyselin masa, následně ovlivňující stabilitu lipidů během skladování a konečnou senzoryckou kvalitu (Neethling et al., 2016).

Většina studií zkoumajících vliv stravy na chuť masa je zaměřena na krmení pastvou ve srovnání s koncentrovaným krmením. Tyto krmné rozdíly mají významný vliv na chuť masa, jelikož tráva na pastvě má přirozeně vysoký obsah alfa-linolenové kyseliny, zatímco jadrná krmiva a diety, obsahující semena a rostliny, mají vysoký obsah linolové kyseliny. V důsledku toho má maso získané ze zvířat krměných pastvou a koncentrovaným krmením vyšší procento n-3 a n-6 PUFA (Wood et al., 2003).

Maso ze zvířat krměných pastvou má vyšší chuťovou intenzitu (v porovnání s koncentrovaným krmením) v důsledku vyššího obsahu n-3 PUFA. Mimoto maso s vysokým obsahem n-3 PUFA může vyvinout travnaté, nebo rybí atributy chuti, které nejsou při vaření



často vnímány pozitivně. Travnatá nebo „pastvinná“ vůně a chuť je také dána produkty oxidace alfa-linolenové kyseliny a jejími deriváty (hexanal), stejně jako sloučeninami odvozenými od olejové kyseliny, zatímco „mýdlové“ aroma (oktanal) je odvozeno od linolové kyseliny. Travnaté aroma bylo spojeno se sloučeninou 1-penten-3-ol, jakož i vybranými aldehydy, jako je hexanal, oktanal a nonanal (Neethling et al., 2016).

Hutchison et al. (2011) zmiňují také chuťové rozdíly v sobím maso spojené s krmením před porážkou, kde volně se pasoucí zvířata produkovala maso s více „divokou“ a „zvěřinovou“ chutí ve srovnání se soby krmenými koncentrovaným krmením. Přírodní pastva je tedy podle výše uvedených domněnek, důležitý příspěvatelem k vývoji různých „divokých“ chutí v maso, případně částečně v závislosti na účincích složení mastných kyselin. Rovněž byl učiněn závěr, že daňčí zvěřina získaná z pastvou krmených daňků, udržovala požadovanou červenou barvu masa déle ve srovnání se zvěřinou pocházející z jelenů krmených koncentrovaným krmivem. Intenzita chuti může být také vyšší u daňků krmených koncentrovaným krmením, ve srovnání s daňky krmenými pastvou. Toto poznání může být důležité pro zemědělce, kteří produkují daňčí zvěřinu pro konkrétní preference trhu (Hutchison et al., 2011).

Wiklund et al. (2003) zjistili vyšší intenzitu jaterní chuti v maso z pastvou krmených sobů, ve srovnání s koncentrovaným krmivem krmenými zvířaty (Wiklund et al., 2003). Rovněž maso pocházející z pastvou krmených zvířat má často vyšší oxidační stabilitu v porovnání s koncentrátem krmenými zvířaty, z důvodu vyšší koncentrace antioxidantu vitamínu E ( $\alpha$ -tokoferol), přirozeně se vyskytujícího v pastevních dietách (Neethling et al., 2016).

### 3.2.2.5 Způsob chovu

Vedle zvěřiny získané lovem zvěře ve volné přírodě, lze získat maso stejných zvířat chovaných na farmách. Výhodou farmového chovu je snazší a dokonalejší dodržení hygienických předpisů a lepší zdravotní stav zvěře. V neposlední radě je i výhodou to, že tato zvěř nepodléhá mysliveckým předpisům, a je tedy možností, jak získat její maso celoročně. Farmář je schopen garantovat původ a věk poraženého zvířete a rovněž potravinovou bezpečnost. Významným atributem je i to, že maso farmově chované zvěře lze na rozdíl od zvěřiny volně lovené, dodávat spotřebiteli čerstvé po celý rok bez omezení. Farmář si může porážku zorganizovat kdykoliv, aniž by se musel zabývat časem hájení, který poskytuje zvěři ve volné přírodě ochranu v době kladení a odchovu mláďat. Velkou výhodou je také výživa založená na přirozených zdrojích krmiv. Podle odborníků je ekonomicky nejvýhodnější

porážet farmově chovanou zvěř ve stáří od 15-ti měsíců do dvou let. V současné době jsou na farmách v ČR chováni jeleni, daňci, pštrosi a antilopy (Kameník a kol., 2014).

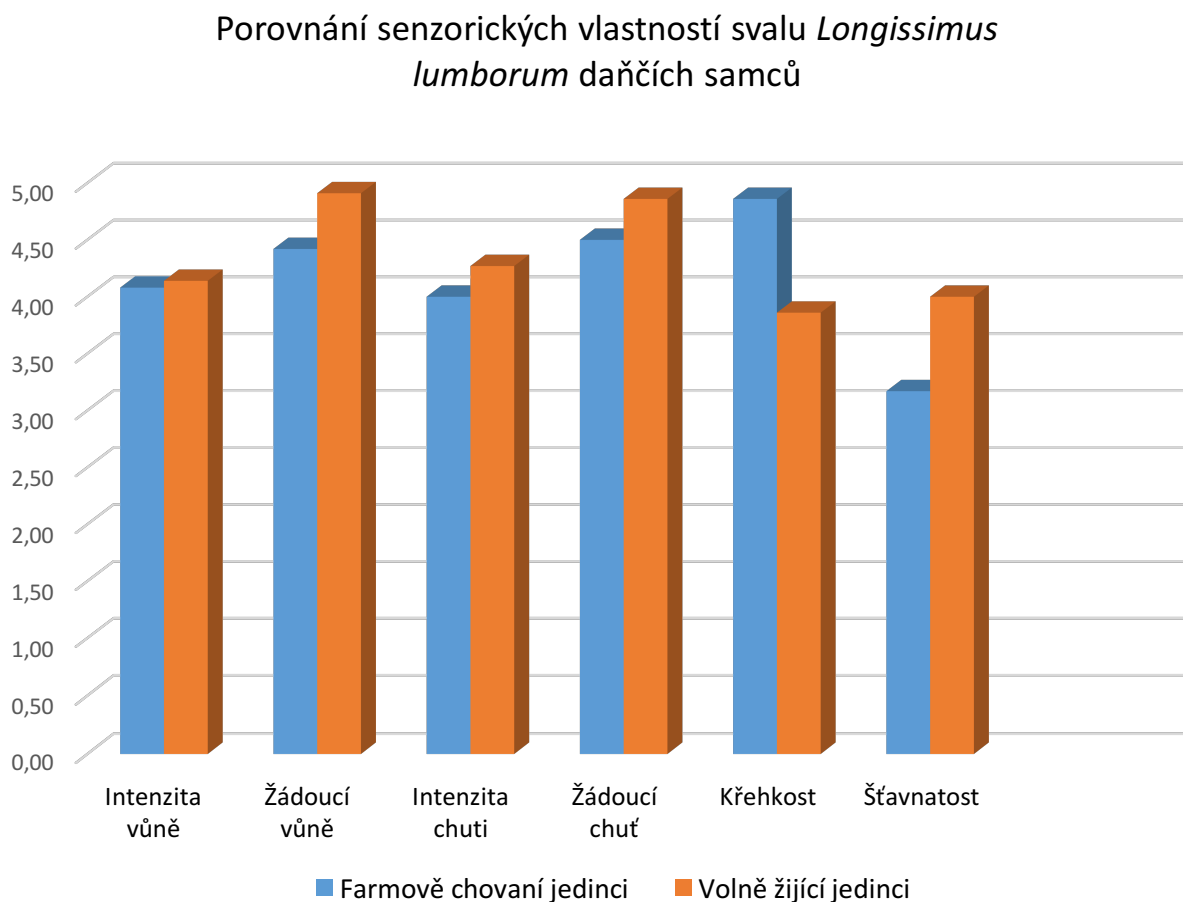
Farmový chov jelenovitých je možný způsob využití okrajových pastvin k produkci nutričně vysoce kvalitního masa. Toto poměrně mladé a stále se rozvíjející odvětví živočišné produkce představuje v současnosti v ČR kolem 550 registrovaných farem s více než 10 000 chovanými zvířaty (MZe 2015). V ČR i ve světě jsou nejvíce chováni na farmách daněk evropský a jelen evropský. Specifika farmového chovu daňků a jelenů jsou zejména v oplocení pastvin (uzlíkové pletivo o výšce cca 2 m), porážkami na farmě kvůli minimalizaci stresu zvířete a povinností registrace pouze počtů zvířat bez nutnosti individuálního označování (Bureš a kol., 2017). Na množství a kvalitu masa má významný vliv způsob chovu. Zajímavý rozdíl je mezi zvířaty volně žijícími a farmově chovanými.

Podle Straky (2007) je jelení zvěřina z farmových chovů z hlediska chemického složení velmi podobná. Pravděpodobně zde hrají roli stejné genetické faktory volně žijících zvířat a zvířat farmově chovaných (Straka, 2007).

Potenciál rozvoje farmových chovů jelenovitých souvisí spíše s ekonomikou farem a s nastavením přímých podpor jako u jiných přežvýkavců, než se zájmem spotřebitelů, který podle Hoffmana a Wiklunda (2006) v budoucnu poroste, jelikož zvěřina se těší značné oblibě hlavně u konzumentů z mladších generací.

Daszkiewicz et al. (2015) při senzorické analýze masa s volně žijících a farmově chovaných daňků prokázali, že maso volně žijícího daňka mělo vyšší hodnoty pro žádoucí aroma, žádoucí chuť a šťavnatost, zatímco maso z farmových zvířat bylo křehčí (Graf č. 1), což se nicméně neodrazilo v hodnotách smykové síly, které byly vyšší u volně žijících jedinců. Těchto senzorických vlastností masa bylo s největší pravděpodobností dosaženo rozdílným krměním divokých i farmově chovaných zvířat a různými hodnotami konečného pH.

Graf č. 1: Porovnání sensorických vlastností svalu *Longissimus lumborum* daňčích samců (Daszkiewicz et al., 2015).



### 3.2.2.6 Podmínky lovu

Volně žijící druhy zvěře jsou obecně náchylnější ke stresu před porážkou, což může mít za následek vysoké hodnoty pH způsobující tmavé, pevné a suché (DFD) maso. Kromě toho se citlivost zvěřiny na stres před porážkou liší mezi druhy (Hoffman and Wiklund, 2006), a musí se zohlednit reprodukční cyklus (říje / páření). Strava, nebo krmný režim může také ovlivňovat pH masa. Nižší zásoby glykogenu ve svalech pastevně krmných zvířat byly v korelaci s vyššími hodnotami pH v mase, přestože byly zjištěny některé protichůdné výsledky na straně druhé (Neethling et al., 2016). Wiklund et al. (1996) uvádějí, že nutriční stav a tělesný stav sobů má významný vliv na jejich schopnost tolerovat stresové faktory (Wiklund et al., 1996).

Několik studií předneslo zprávu o vlivu pH na sensorickou kvalitu, konkrétně chuť masa, křehkost a šťavnatost. Bylo rovněž zjištěno, že žádoucí aroma a chutnost spojená

s vařeným skopovým klesla, zatímco nežádoucí aroma a chutnost vzrostla s růstem pH v maso. Rovněž se zjistilo snížení koncentrací několika těkavých aromatických sloučenin, (především aldehydů) v důsledku zvýšených hodnot pH masa. Bylo stanoveno, že sobí maso je měkké bez ohledu na hodnotu pH.

Divoké a volně žijící druhy zvířete jsou tedy náchylné k předporážkovému stresu a v důsledku toho bude mít maso často vyšší hodnoty pH. Navíc svaly volně žijících druhů zvířete mají obecně mnohem nižší obsah glykogenu, než chované druhy. Maso z prvně jmenovaného proto bude náchylnější k vyšším hodnotám pH. Variabilita pH masa pocházejícího z těchto druhů zvířete bude mít negativní vliv na sensorické vlastnosti a následně konzistenci komerčně dostupných zvěřinových masných výrobků. Metodu lovu použitou pro zvěřinu je proto třeba pečlivě zvážit a problematika druhů a stanovišť by měla být rovněž vzata v úvahu (Neethling et al., 2016).

Bylo zjištěno, že lov jelenů s loveckým psem byl mnohem více stresující, než pronásledování s puškou, vzhledem k prodloužené době pronásledování před porážkou. Nicméně se jednalo o malé rozdíly v hodnotách pH svalu jelena a srnce, lovených loveckými psy, v porovnání se zvířaty individuálně stopovanými. Ačkoliv je metoda lovu se psy více stresující, obecně platí, že klíčovým bodem je zřejmě to, jak jsou kopytníci honěni. Prodloužená a dálková honitba s velkými smečkami loveckých psů pravděpodobně způsobí mnohem větší stres, než krátkodobý a na krátkou vzdálenost vedený hon s jedním psem. Avšak nejsou žádné dostupné informace o této problematice. I když se předpokládá, že pronásledování je pro zvěř méně stresující, není bez rizika.

U farmově chované zvířete jsou zvířata porážena v noci tím, že se střílí s pomocí reflektorů z blízké vzdálenosti a s malým kalibrem ráže, což minimalizuje stres před porážkou (Ramazin et al., 2010).

### 3.2.2.7 Zrání masa

Maso zvířat představuje poměrně složitý biologický systém, v němž i po porážce probíhá mnoho biologických procesů, které lze souborně nazvat „zráním masa“. Tyto procesy vedou ke změně svaloviny zvířat v maso, se všemi svými typickými kulinárními a sensorickými vlastnostmi. Zahájení změn nastane v okamžiku usmrcení zvířete, kdy náhrada aerobních procesů v buňkách procesy anaerobními vede ke zvyšování koncentrace kyseliny mléčné ve svalovině, což se projeví poklesem pH. Ten má za následek společně s působením proteolytických enzymů fragmentaci dlouhých řetězců proteinů a příznivě se projevuje ve zvyšování křehkosti masa (Zahrádková a kol., 2009). Hodnoty pH klesají až na

5,4, což vede k usmrcení mnoha mikroorganismů, či k výraznému zpomalení jejich dělení, takže dostatečné okyselení masa poskytuje jistou ochranu před osídlením a rozmnožováním bakterií. Kromě toho nakyslá chuť kyseliny mléčné společně s produkty metabolismu fosfátů přispívá k typickému aroma zvěřiny.

Posmrtná ztuhlost představuje přechodné ztuhnutí svalů, které se objevuje přibližně za 4–12 hodin po smrti. V důsledku působení svalových enzymů dochází k uvolňování vazby kontraktilních elementů a posmrtná ztuhlost se uvolňuje během následujících 24 až 48 hodin. V důsledku působení enzymů se množí produkty metabolismu proteinů přispívajících k specifické chuti masa. Zvěřina a jiné druhy červeného masa, mají proto být zavěšeny několik dní (min. 3 dny u mladých zvířat, 5–7 dní u zvířat starších) při chladírenské teplotě (1–4 °C), aby se dosáhlo požadované chuti a jemnosti (Winkelmayer a kol., 2005).

Způsob skladování masa během zrání se může rovněž promítnout do výsledných sensorických vlastností. V některých studiích je uvedeno, že příznivějších kulinárních parametrů masa je dosaženo, pokud jatečné tělo zraje ve visu v jatečné púlce, než např. u vakuově balených vykostěných technologických částí. Způsob zavěšení jatečné púlky může rovněž ovlivnit organoleptické vlastnosti masa z kýty a roštěnce (Zahrádková a kol., 2009). Hutchison et al. (2014) zjistili, že pánevní zavěšení čerstvého masa mladých i starších daňčích samců a mladých jelenů zvyšuje křehkost zvěřiny, což je atribut kvality stanovený spotřebiteli nejvíce významným (Hutchison et al., 2014).

Soriano et al. (2016) zjistili, že různé metody zrání masa mají významný vliv na sensorické vlastnosti bederního svalstva jelenů. Zrání nestažené zvěřiny po dobu 24 h bylo spojeno se zvýšením intenzity vůně a chutě a vyššími hodnotami pro zvěřinovou a sladkou/karamelovou chutnost. Zvěřina zrající po dobu 72 h měla tmavší a jemnější maso, ale zvýšený počet aerobních bakterií. Rovněž doba vyvržení měla vliv na kvalitu masa. Vyvržení jelena 4 hodiny po porážce vedlo ke zvýšení pachutě v bederní svalovině (Soriano et al., 2016).

Zrání masa je tedy proces udržování nezpracovaného masa nad bodem mrazu (doba se může lišit v závislosti na používaném druhu a svalovém řezu), aby se zvýšila chuť a křehkost. Zrání se proto obvykle aplikuje jako prostředek ke zlepšení sensorické kvality masa, zejména křehkosti. Stabilní zhroucení myofibrilární proteinové struktury v průběhu zrání vytváří aminokyseliny a peptidy, které mohou způsobit změny v chutnosti a chuti masa. Proto je důležité vzít v úvahu vliv zrání masa na tvorbu těkavých aromatických sloučenin které spolu s netěkavými sloučeninami přispívají k chuti masa (Neethling et al., 2016).

Neethling et al. (2016) také uvádějí, že sobí *musculus longissimus* má vyšší proteolytickou aktivitu enzymu, stejně jako nižší hladinu inhibitoru ve srovnání s produkty z hovězího svalu. To naznačuje, že maso získané ze zvěřiny nemusí vyžadovat tak dlouhou dobu zrání ve srovnání s hovězím masem.

Zrání masa tedy ovlivňuje senzorycké vlastnosti, změnu celkové chuti, hladinu těkavých aromatických sloučenin, stejně jako proteinové kompozice. Nicméně, výzkum vyšetřující vliv zrání a čas zrání na senzoryckou kvalitu zvěře je omezený. Ovšem je zřejmé, že zrání po porážce bude mít vliv na senzoryckou kvalitu zvěřiny (Neethling et al., 2016).

### 3.3 Jelenovití

Jelenovití jsou savci patřící do řádu sudokopytníků a podřádu přežvýkavců. Pro přežvýkavce je typický čtyřdílný žaludek, skládající se ze tří předžaludků bachoru, čepce a knihy a vlastního žaludku slezu. Přežvykování je výhodné pro účinné zpracování těžko stravitelné potravy a zkrácení rizikové doby pastvy. Nohu zpevňuje kost kanonová, která vzniká srůstem záprstních a zánártních kostí 3. a 4. prstu. Na konci 3. a 4. prstu je tvrdý rohovitý útvar, tzv. spárek. Proto se jelenovití řadí do spárkaté zvěře. Pro jelenovité jsou charakteristické parohy, což jsou kostěné útvary vyrůstající každý rok z výběžků kosti čelní neboli pučnic. Parohy jsou vyživovány lýčím, nacházejícím se pod kůží. Paroží se vyskytuje jen u samců, s výjimkou sobů, kde se vyskytují i u samic. Samci poté paroží shazují. Po skončení pohlavní aktivity se paroh v pučnici odlomí. Tvar se liší podle druhu zvěře. Pro tuto čeleď jsou také charakteristické pachové žlázy předoční, patní a meziprstní. Jelenovití obvykle tvoří stáda (Lochman, 1985).

Do čeledi jelenovitých patří jelenci, kam se řadí např. jelenec bahenní a běloocasý, los evropský, mazama červený, pudu jižní, sob polární a srnec obecný. Další významní zástupci jsou jeleni, kam se řadí rody axisů, daňků a jelenů (jelen lesní, jelen bělohubý, sika, sambar, wapiti). Mezi další podčeledi patří muntzaci a srnčiči. V ČR se nejvíce vyskytují jelen lesní, daněk evropský a srnec obecný (Červený, 2010; Jelenovití, 2001).

#### 3.3.1 Výživa jelení zvěře

Většina původních druhů zvěře, vyskytující se na území ČR, je dokonale přizpůsobená středoevropským podmínkám, při kterých se střídá období dostatku potravy s obdobím nedostatku. Přesto je zvěř díky vlivům vnějšího prostředí a působením člověka odkázána

často na mysliveckou péči. Tato péče zahrnuje příkrmování spárkaté býložravé zvěře. Při příkrmování zvěře se musí zohlednit jejich biologická a fyziologická potřeba. V dnešní době se však tyto potřeby dostatečně nerespektují, což vede ke zbytečnému až škodlivému efektu příkrmování.

V zimním období čelí spárkatá zvěř nedostatku potravy a chladnému počasí. Proto se myslivecká péče soustředí hlavně na toto období. V přirozených podmínkách je všechna spárkatá zvěř na začátku zimy ve výborné kondici, kterou získala spásáním energeticky bohaté potravy (plody, semena, atd.). Zvěř se věnuje hlavně příjmu potravy a odpočinku. Celkové množství přijímané potravy je nejvyšší z celého roku a potrava je uložena do tukových zásob. Ke konci prosince zvěř omezuje příjem potravy a pohyb, přičemž se dostává se do zimního režimu. Schopnost trávit energeticky bohatá krmiva je v tomto období omezená. Proto podávání energeticky náročných krmiv v tomto období, nutí zvěř zintenzivnit trávicí procesy a metabolismus. Toto má za následek nežádoucí vyšší výdej energie a zvýšené riziko trávicích poruch.

Na jaře dochází u býložravců ke zrychlení metabolismu. Po vyčerpání tukových zásob přecházejí pozvolně na mladou vegetaci, což má za následek zvýšené riziko trávicích potíží. Přizpůsobování zelené potravě trvá několik týdnů. Během vegetačního období se skladba potravy postupně mění. Zatímco v jarním období obsahuje rostlinná potrava nižší množství glycidů a vlákniny, avšak přebytek bílkovin, během léta se tento poměr mění a začíná převládat glycidová složka. Těmto změnám se přizpůsobuje i trávicí trakt. Příkrmování spárkaté zvěře by mělo respektovat sezónní cykly a individuální potřeby jednotlivých druhů. S příkrmováním je proto důležité začít nejlépe na podzim, a příkrmovat jadrnými krmivy. Podávání těchto krmiv by mělo končit s kalendářním rokem, pak se vhodné krmit objemnými krmivy, event. směsmi s malým podílem krmiv jadrných.

Stravovací zvyklosti se mohou lišit i podle druhu jelení zvěře. Například losi se nejčastěji živí listím, výhonky, pupeny a kůrou měkkých dřevin. Často spásají vodní rostliny, různé zemědělské plodiny a výhonky borovic nebo jedlí. Potrava jelenů se skládá z různých druhů trav a bylin, pupenů, výhonků, plodů, listů a kůry dřevin. Potrava daňčí zvěře obsahuje větší podíl bylin než jelení zvěř. Daněk se ovšem živí také různými druhy trav, výhonky a listy dřevin, dužnatými plody či zemědělskými plodinami. Na výběr potravy je náročnější sika, protože oproti např. jelenům hůře využívá vlákninu. Mezi vybíravé druhy patří také jelenci a srnci. Tyto druhy se živí především bylinami, různými druhy trav, pupeny, výhonky a kůrou dřevin (Červený, 2010).

### 3.4 Senzorické vlastnosti masa jelenovitých

Senzorické vlastnosti masa představují nejvýznamnější kvalitativní charakteristiku masa zejména pro spotřebitele. Společně s cenou a se zdravotní bezpečností masa rozhodují o jeho úspěšnosti na trhu (Ingr, 2011). Spotřebitel se při nákupu zaměřuje na celkový vzhled masa, který je tvořen barvou masa, jeho čistotou, úpravou v jaké je maso nabízeno., dále tukovým krytím a mramorováním masa, přítomností vazivových tkání a vzájemným poměrem tukové, svalové a případně kosterní tkáně. Další senzorické vlastnosti, mezi které patří chutnost, vůně, chuť a texturní vlastnosti masa se většinou hodnotí až po jeho tepelné úpravě. Senzorické vlastnosti syrového a tepelně upraveného masa zajímají nejen spotřebitele, ale také technology, hygieniky či zootechniky (Steinhauser a kol., 1995).

Maso jelenovitých a zvěřina celkově je pro moderního spotřebitele žádoucí produkt, zejména kvůli vysokému obsahu bílkovin a nízkému obsahu tuku.

#### 3.4.1 Chuť

Chuť je senzorický vjem vyvolaný reakcí některých chemických sloučenin s bílkovinami specifických receptorů. Mezi hlavní rozeznávané chutě patří chuť kyselá, sladká, slaná a hořká, dále chuť trpká a svíravá. Mezi další, méně obvyklé chutě, patří také chuť umami a kovová (železitá) chuť (Ingr, 2007).

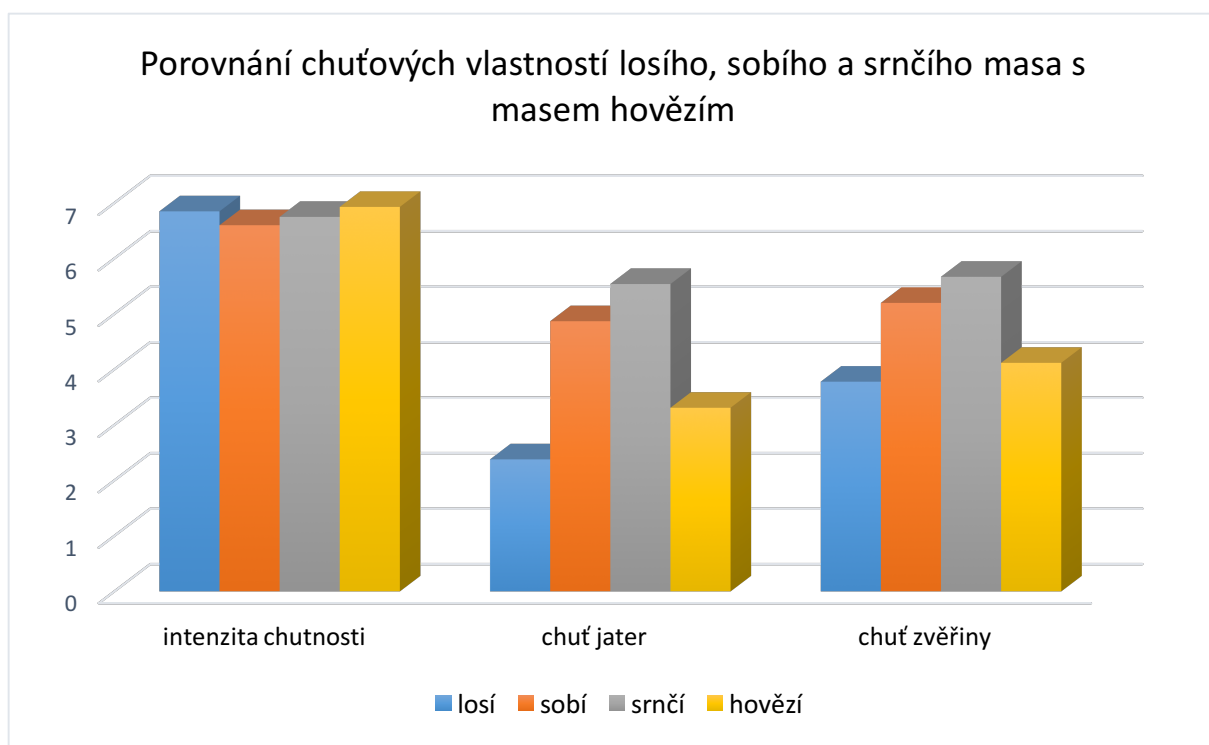
Poměrně významným vjemem spojeným s chutí je chutnost masa (angl. flavour), což je komplexní vjem chuti a vůně (aromatu). Na její tvorbě se podílejí hlavně extraktivní látky v mase, které se tvoří v průběhu zrání masa. Chutnost souvisí také s křehkostí, šťavnatostí atd. (Pipek, 1998). Syrové maso obecně má slanou, kovovou, krvavou chuť a sladkou vůni připomínající sérum (Kerth and Miller, 2015). Zvěřina jelenovitých má obvykle typickou zvěřinovou chuť. Mezi neobvyklé atributy chuti vyskytující se u masa jelenovitých patří chuť jater (podle Kertha and Millera (2015) způsobená sloučeninami propyl-benzen a tetradekanal) a chuť pastvy.

Objektivní posouzení a srovnání chuti zahrnující domácí a volně žijící kopytníky je vzácné (Ramazin et al., 2010). Rodboten et al. (2004) zjistili poměrně vysokou intenzitu chutnosti u losa, soba i srnce, blížící se intenzitě chutnosti hovězího masa (viz Graf č. 2). Losí, sobí a srnčí maso rovněž vykazovalo vyšší hodnoty sladké a železité chutě v porovnání s ostatními druhy. Nejvyšší zvěřinovou a jaterní chuť mělo maso ze srnce, další v pořadí byl sob a los (viz Graf č. 2). Ovšem u srnce byla pozorována rovněž vyšší hodnota hořké chuti, v porovnání s ostatními druhy zvěře (Rodboten et al., 2004). Bureš et al. (2015) zjistili při



porovnání masa z jelenů a daňků s masem hovězím, vyšší intenzitu chuti a vůně u daňčí a jelení zvěřiny. Ovšem rozdíly v chuti a vůni mezi jelením a daňčím masem se nepodařilo nalézt.

Graf č. 2: Porovnání chuťových vlastností losího, sobího a srnčího masa s masem hovězím (Rodboten et al., 2004).

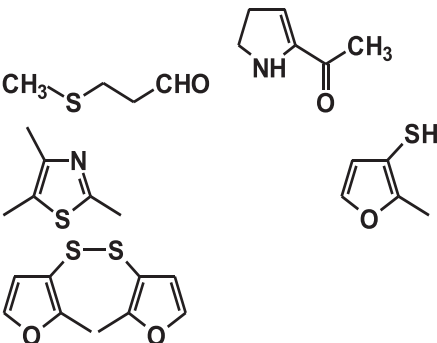
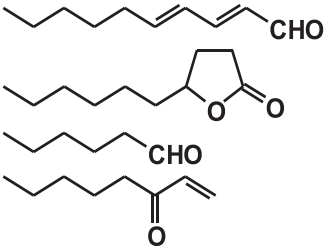
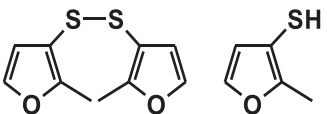


### 3.4.2 Vůně

Vůně je další atribut důležitý pro spotřebitele. Syrové maso má poměrně slabou sladkou vůni. Charakteristická vůně masa se uvolní až při následné kuchyňské úpravě (vaření, pečení, grilování, apod.). Vaření masa má za následek tvorbu charakteristického aroma masa přes tepelně indukované reakce (Obrázek č. 4), jako jsou oxidace lipidů, Maillardova reakce, interakce lipidových oxidačních produktů s reakčními produkty Maillardovy reakce, a degradace thiaminu. To jsou tepelně indukované reakce produkující těkavé aromatické sloučeniny, které odpovídají za charakteristické aroma vařeného masa. Těkavé aromatické složky mají nízkou molekulovou hmotnost a jsou organické povahy (Khan et al., 2015).

Maso jelenovitých má obvykle typickou zvěřinovou vůni. Mezi další druhy vůně masa patří sladká, kyselá, železitá a vůně jater. Rodboten et al. (2004) zjistili nadprůměrnou intenzitu vůně u losa, soba a srnce. Sobí maso mělo nejvyšší hodnoty sladké, kyselé a železité vůně z těchto tří druhů. Rovněž vůně jater byla u sobího masa nejvyšší a to dokonce ze všech

15-ti zkoumaných druhů zvěře. Zvěřinové aroma v srnčím a sobím mase dosahovalo průměrných hodnot, avšak nejvyšších v porovnání s ostatními druhy, narozdíl od masa losího, kde byly hodnoty lehce pod průměrem (Rodbotten et al., 2004).

Prekurzory chutnosti	Tepelné reakce	Aromatické látky
Cukry, nukleotidy, volné aminokyseliny, peptidy	Maillardova reakce	
Lipidy, mastné kyseliny	Oxidace	
Thiamin	Degradace	

Obrázek č. 4: Chutnost formující prekurzory, reakce a aromatické látky (Khan et al., 2015).

### 3.4.3 Barva

Barva je velmi nápadný znak, podle kterého se posuzuje kvalita masa. Souvisí s dalšími jakostními znaky a je dána hlavně obsahem a stavem hemových barviv. Barva bývá zobrazována v systému CIE pomocí hodnot  $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$ . Za nejvýznamnější veličinu se považuje světlost  $L^*$ , která je funkcí poměru intenzity světla odraženého ku intenzitě světla dopadajícího (tzv. reflektance). Odstín barvy je definován pomocí koeficientů  $a^*$  a  $b^*$ . Souřadnice  $a^*$  udává vztah mezi červenou a zelenou barvou, kdežto  $b^*$  udává vztah mezi modrou a žlutou.

Informace o barvě masa poskytuje zejména světlost daná obsahem hemových barviv, hodnotou pH a hydratačním stavem masa a je ovlivněná řadou intravitálních a technologických faktorů (Pipek, 1998). Mezi nejvýznamnější hemová barviva patří hemoglobin a myoglobin, což jsou chromoproteiny způsobující červenou barvu masa. Myoglobin se skládá z jednoho peptidového řetězce, na němž je navázána jedna hemová

skupina. Je to svalové barvivo sloužící jako zásobárna kyslíku ve svalech. Hemoglobin může být v masě nalezen v rozdílných koncentracích podle toho, jak bylo zvíře vykřveno. Je to krevní barvivo, které zprostředkovává přenos kyslíku do svalů. Molekula hemoglobinu je tvořena čtyřmi peptidovými řetězci a každý tento řetězec má svoji vlastní hemovou skupinu. Daňčí maso obsahuje  $9000 \text{ mg. kg}^{-1}$ , jelení maso obsahuje  $6000\text{--}7000 \text{ mg. kg}^{-1}$  a srnčí  $5500 \text{ mg. kg}^{-1}$  hemových barviv. Tyto hodnoty jsou v porovnání s jinými druhy zvířat o dost vyšší (Saláková, 2014).

Hodnota pH má vliv zejména na světlost masa. Čím je pH blíže k izoelektrickému bodu, tím více se zmenšuje rozpustnost bílkovin, které následně vážou méně vody, světlo proniká do malé hloubky, více se odráží od povrchových vrstev a budí dojem světlejšího masa, což je následně projevem PSE. U DFD masa se vyskytují opačné poměry (Pipek, 1998).

Barva masa zvěřiny je obecně tmavší, než u domácích druhů zvířat, pravděpodobně z důvodu většího obsahu myoglobinu ve svalech a vyšší hodnoty pH, způsobené předporážkovým stresem zvěře. Lovecké metody a neodborné zacházení s mrtvolou přispívají k tomuto rozdílu. Spotřebitelé nicméně považují tmavou barvu zvěřiny za typickou, což není obecně problém. Ovšem maso od volně žijících kopytníků je vysoce citlivé na předporážkový stres a neobvykle vysoké hodnoty pH, spojené s tmavou barvou masa a vysokou retenční kapacitou, což bylo zaznamenáno v dančím, jelením a sobím masě, v reakci na stresující porážku. Kromě toho, že maso se stává tmavé, suché a tuhé (DFD), má také špatnou mikrobiologickou jakost. Další omezení může vzniknout nízkou barevnou stálostí masa a tím i kratší dobou skladovatelnosti (Ramazin et al., 2010).

Podle Hutchisona et al. (2011) se na barvě masa z daňčí zvěře podílí zejména délka výkrmu. Zvířata krmená delší dobu (24 týdnů) vykazovala menší zarudnutí než zvířata krmená pouze 19 týdnů. To je nejspíše dáno tím, že dobrá tělesná kondice déle krmených zvířat a s ní související zvýšení IMT má za následek snížení zarudnutí masa. Dále může být nižší zarudnutí u zvířat krmených koncentrovaným krmením s nízkou hladinou antioxidantů (Hutchison et al., 2011).

Rodbotten et al. (2004) ve své studii zjistili rozdílnou barevnou intenzitu u losa, soba a srnce. Nejvyšší barevnou intenzitu mělo maso ze srnce, kdežto sobí a losí maso mělo hodnoty o něco nižší. Triumph et al. (2012) zjistili, že maso ze sobů chovaných v Norsku mělo horší barevnou stálost, ve srovnání s jelenem evropským chovaným na Novém Zélandu, což má za následek rychlé hnědnutí masa na vzduchu.

#### 3.4.4 Textura

Mezi základní texturní charakteristiky masa patří křehkost, žvýkatelnost, vláknitost a šťavnatost. Textura masa je závislá na mnoha faktorech - ne pouze na vnějších faktorech (plemeno, věk, pohlaví, atd.), ale i na vnitřních faktorech (stupeň zralosti masa, chemického složení, atd.). Pokud jde o chemické složení, mezi faktory nejvíce ovlivňující strukturu masa patří obsah vody, obsah intramuskulárního tuku, obsah bílkovin a obsah a kvalita (rozpuštěnost) kolagenu (Dominik et al., 2011). Kolagen je bílkovina, která tvoří základní stavební hmotu pojivových tkání a jeho množství je dáváno do souvislosti s křehkostí či tuhostí masa. Ovšem podle některých studií křehkost více ovlivňuje podíl teplem rozpustné frakce kolagenu rozpuštěné v průběhu tepelné úpravy masa (Bureš et al., 2015).

Z texturních vlastností masa je pro spotřebitele nejvýznamnější křehkost. Ta je dána strukturou, stavem a chemickým složením masa. Pro dosažení křehkosti je zapotřebí nechat maso dostatečně dlouho zrát. Také závisí na obsahu kolagenu, který zpevňuje strukturu masa. Křehkost se může upravit rovněž kuchyňsky pomocí dlouhodobého záhřevu v přítomnosti vody. Křehkost je dále ovlivňována obsahem IMT. Čím je větší obsah tuku v mase, tím je maso křehčí (Pipek, 1998). Je také všeobecně známo, že křehkost ovlivňuje konečná hodnota pH (Hutchison et al., 2011).

Zvěřina je obecně považována za maso tužší, v porovnání s masem z hospodářských zvířat. To může být následkem předporážkového stresu. Pocit tuhosti během žvýkání může být zvýšen nízkým obsahem IMT, který navíc snižuje šťavnatost (Ramazin et al., 2010).

Podle Hutchisona et al. (2011) mělo maso z dančí zvěře při dobrém stavu tělesné kondice výrazně vyšší obsah IMT a křehčí maso, což bylo pozorováno v jiných studiích i u masa jelena evropského a masa hovězího. Obsah IMT přirozeně koreloval s křehkostí v mase, i když důvody pro to zůstávají nejasné. Bureš et al. (2015) zjistili statisticky významné rozdíly v obsahu celkového kolagenu v mase daňků a jelenů, v porovnání s hovězím masem. Obsah celkového kolagenu byl cca o polovinu vyšší v hovězím mase než u jelenů a daňků. Naopak obsah rozpustného kolagenu byl téměř dvakrát vyšší u zvěřiny než u hovězího masa. Nižší obsah celkového kolagenu a vyšší podíl teplem rozpustného kolagenu dává předpoklad k tomu, že maso daňků a jelenů bude křehčí než hovězí (Bureš et al., 2015).

### 3.5 Metody senzorické analýzy masa

Pod pojmem senzorická jakost se rozumí souhrn těch vlastností, které je člověk schopen přímo postřehnout svými smysly. Senzorická jakost se ovšem neomezuje jen na fyziologii smyslového vnímání, ale jedná se o soubor psychologických jevů. Neodmyslitelnou část představuje zpracování podnětů z vnějšku v centrální nervové soustavě. Záměrné zjišťování jednotlivých senzorických ukazatelů se nazývá senzorická analýza. Senzorická analýza by se dala definovat jako analýza prováděná bezprostředně lidskými smysly, tedy bez pomoci přístrojů (Ingr a kol., 2007). Hodnocení potravinářských výrobků pomocí smyslů je neodmyslitelnou součástí posouzení celkové kvality potravin a vykonává ho nejen výrobce a kontrolní složky, ale také spotřebitel (Jarošová, 2001).

Senzorická analýza masa je pro spotřebitele poměrně významnou analýzou. Vzorky pro senzorické hodnocení masa musí pocházet ze zdravých zvířat, poražených v dobré jatečné kondici. Senzorická analýza masa má často za úkol porovnat rozdíly v jakosti masa různých plemen, popřípadě vliv rozdílné výživy atd. Všechny ostatní vlivy by proto měly být co nejvíce eliminovány, aby se mohl projevit vliv hodnocený.

Vzorky masa se odebírají z dostatečně vychlazených, jatečně opracovaných těl, z přesně určeného místa. Maso se posuzuje ve stádiu optimální zralosti, určené druhem masa (Ingr a kol., 2007). Tepelná úprava se vybírá podle konkrétního úkolu, nejčastěji se využívá úprava masa v uzavřených nádobách (masových sklenicích), nebo zabalení do vhodné fólie v prostředí páry, aby se zabránilo úniku aromatických látek. Lze ovšem aplikovat i další způsoby tepelné úpravy (vaření, pečení, grilování, škvaření, apod.) (Ježek, 2014). Vzorky k hodnocení se předkládají co nejdříve po tepelné úpravě a mají mít teplotu alespoň 40 °C, pro plné vyniknutí vůně a chutě. U masa se nejčastěji hodnotí vzhled a barva, vůně, chuť, konzistence a šťavnatost.

U vzhledu a barvy se hodnotí odpovídající barva, množství povrchového a mezisvalového tuku, výskyt šlach a síla vláknité struktury. Při posuzování vůně se hodnotí, zda je vůně méně nebo více výrazná, či dokonce netypická. Z masa může být cítit také cizí pach, který je většinou nežádoucí. U chuti masa se sleduje výraznost. Žádoucí je výrazná, typická, čistá chuť, bez cizí příchutě. Ta je nežádoucí, stejně jako nepříjemná až odporná chuť. Měkkost a křehkost masa se posuzuje u konzistence. Je žádoucí měkké, křehké maso. Nežádoucí je maso tuhé a hrubě vláknité. Stejně tak u šťavnatosti se posuzuje síla šťavnatosti. Čím více je maso šťavnatější, tím více je žádoucí (Ingr a kol., 2007). Při hodnocení se používá nejvíce pětibodová stupnice se slovním popisem (Ježek, 2014). Mezi nejpoužívanější

metody pro sensorické hodnocení masa patří stanovení sensorického profilu masa a konzumentský test.

### **3.5.1 Metoda sensorického profilu**

Metoda stanovení sensorického profilu je velmi přínosná pro výzkumnou a vývojovou činnost. Potřebuje ovšem speciálně vyškolené a trénované hodnotitele, nebo experty v příslušné oblasti, kteří by měli být navíc speciálně zaškoleni pro stanovení profilů.

Pro vlastní stanovení sensorického profilu je třeba mít vypracovaný seznam dílčích vlastností, které se mají sledovat (tzv. deskriptory). Mezi nejrozšířenější sensorické profily patří sensorický profil chutnosti, vůně a aromatu. Stanovují se ovšem i sensorické profily texturní a samotné chuti (bez aromatu). Vzhledem k náročnosti metody je vhodnější, vyberou-li se pro stanovení zkušené osoby s praxí v analýze sensorických profilů v daném odvětví (Pokorný, 1997).

Kompletní vyjádření jednotlivých sensorických profilů je velmi složité a bylo by nutné sledovat velké množství parametrů. V praxi se vybere jen 8-20 nejdůležitějších, nebo jen 2 až 4 nejvýznamnější znaky. Pro co největší přehlednost se využívá grafického vyjádření v podobě kruhových, půlkruhových nebo lineárních grafů, na nichž jsou výsledky přehlednější a zrakem lépe srovnatelné (Jarošová, 2001).

### **3.5.2 Konzumentský test**

Pro konzumentské (spotřebitelské) testy se vybírají osoby co nejvíce odpovídající souboru skutečných spotřebitelů. Neměli by proto mít žádné speciální znalosti či zkušenosti v sensorické analýze. Rovněž se nezkoumá jejich citlivost a způsobilost k sensorické analýze. Osoby jsou vybírány podle určitého schématu, ale často jsou přijaty jakékoliv dostupné osoby ochotné hodnotit. Před hodnocením jsou pouze stručně poučeny, jaký je jejich úkol a jak mají zaznamenat odpovědi. Nutné je sledovat, aby se příliš často nevyužívaly stejné osoby, protože by nabyly větší zkušenosti a jejich hodnocení by odpovídalo méně hodnocení skutečných konzumentů (Ingr a kol., 2007).

## 4 Závěr

Maso jelenovitých je dle různých studií nutričně významnou potravinou. To vyplývá z jeho celkové energetické hodnoty, vysokého obsahu bílkovin a nízkého obsahu tuku. Rovněž jeho sensorické vlastnosti jsou důležitým znakem udávajícím kvalitu masa.

Z hlediska složení se ukázalo, že se maso jelenovitých významně neliší od masa hospodářských zvířat. Ovšem byl zjištěn výrazně vyšší obsah bílkovin v mase jelenovitých a také se lišilo zastoupení mastných kyselin, jelikož obsah polyenových mastných kyselin byl vyšší než u hospodářských zvířat. V množství vitamínů a minerálních látek nebyly zjištěny významné rozdíly.

Dle shromážděných výsledků různých studií zabývajících se sensorickými a fyzikálně-chemickými vlastnostmi masa jelenovitých je zřejmé, že existuje řada faktorů, které tyto vlastnosti ovlivňují. Z chemického hlediska se na tvorbě chuti a vůně nejvíce podílí oxidace tuků, Maillardova reakce, degradace thiaminu a Streckerova reakce. Mezi další významný faktor formující organoleptické vlastnosti masa patří efekt živočišného druhu - druh zvířete, věk, pohlaví, strava, způsob chovu, podmínky lovu a zrání masa. Vliv věku a pohlaví na sensorickou kvalitu je ovšem druhově specifický, což je potřeba při posuzování zohlednit. Nejčastěji se u většiny faktorů vyskytovaly rozdíly v obsahu intramuskulárního tuku a profilu mastných kyselin, což mělo následně vliv na většinu sensorických vlastností masa. U farmově chovaných jelenovitých se ukázalo jako významné pozitivum, možnost celoročního zásobování trhu masem těchto zvířat, možnost různého způsobu krmení a také šetrnější porážka, což má samozřejmě významný vliv na kvalitu masa.

Sensorické vlastnosti jsou pro spotřebitele nejvýznamnějším znakem kvality. V první řadě se posuzuje barva masa, která je jako jedna z mála zaznamenaná již při výběru syrového masa. Další atributy se posuzují až po tepelném opracování, kdy proběhnou výše zmiňované chemické reakce, ovlivňující chuť, vůni, texturu a v neposlední řadě i barvu masa.

Pro posouzení sensorické kvality masa slouží sensorická analýza. Tato analýza se provádí pouhými lidskými smysly a pro spotřebitele má poměrně velký význam. Mezi nepoužívanější metody sensorické analýzy patří metoda sensorického profilu a konzumentský test.

## 5 Seznam použité literatury

Bureš, D., Bartoň, L., Kotrba, R., Hakl, J. 2015. Quality attributes and composition of meat from red deer (*Cervus elapus*), fallow deer (*Dama dama*) and Aberdeen Angus and Holstein cattle (*Bos taurus*). *Journal of the Science Food and Agriculture*. 95. 2299-2306.

Bureš, D., Bartoň, L., Kotrba R., Kudrnáčová. E. 2017. Kvalita masa farmově chovaných jelenů a daňků. *Náš chov*. 2017 (1). 72-74.

Červený, J. 2010. *Myslivost: Ottova encyklopedie*. 2., upr. vyd. Ottovo nakladatelství. Praha. 592 s. ISBN: 978-80-736-0895-8.

Dannenberger, D., Nuernberg, G., Nuernberg, K., Hagemann, E. 2013. The effects of gender, age and region on macro- and micronutrient contents and fatty acid profiles in the muscles of roe deer and wild boar in Mecklenburg-Western Pomerania (Germany). *Meat Science*. 94. 39-46.

Daszkiewicz, T., Janiszewski, P., Wajda, S. 2009. Quality characteristics of meat from wild red deer (*cervus elaphus* L.) Hinds and stags. *Journal of Muscle Foods*. 20. 428–448.

Daszkiewicz, T., Kubiak, D., Winarski, R., Koba-Kowalczyk, M. 2012. The effect of gender on the quality of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) meat. *Small Ruminant Research*, 103 (2-3). 169-175.

Daszkiewicz, T., Hnatyk, N., Dańbrowski, D., Janiszewski, P., Gugolek, A., Kubiak, D., Smiecinska, 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.

Dominik, P., Pavlík, Z., Steinhäuserová, I., Saláková, A., Buchtová, H., Steinhäuser, L. 2011. The effect of soluble collagen on the texture of fallow deer meat. *Maso international Brno*. 2011 (1). 57-61.



Dominik, P., Saláková, A., Buchtová, H. 2012. Quality Indicators of Roe Deer (*Capreolus capreolus* L.) Venison in Relation to Sex. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 62 (3). 185-191.

Hayashida, M., Souma, K., Sugo, K., Araki, S., Ishizaka, F., Ueda, M., Kasai, T., Masuko, T. 2015. Sex and age differences in meat composition of Yeso sika deer (*Cervus nippon yesoensis*) reared for a short period after capture in the wild. Animal Science Journal. 86. 207-213.

Hoffman, L.C., Wiklund, E. 2006. Game and venison – meat for the modern consumer. Meat Science. 74. 197-208.

Hoffman, L. C., Mostert, A. C., Laubscher, L. L. 2009. Meat quality of kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) and impala (*Aepyceros melampus*): The effect of gender and age on the fatty acid profile, cholesterol content and sensory characteristics of kudu and impala meat. Meat Science. 83. 737-743.

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. 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. 104-109

Ingr, I., Pokorný, J., Valentová, H. 2007. Senzorická analýza potravin. Vyd. 2., nezměn. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 101 s. ISBN: 978-80-7375-032-9.

Ingr, I. 2011. Produkce a zpracování masa. Vyd. 2., nezměn. Mendelova univerzita. Brno. 202 s. ISBN: 978-80-7375-510-2.

Jarošová, A. 2001. Senzorické hodnocení potravin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 84 s. ISBN: 80-7157-539-9.

Jelenovití. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-08-21]. Dostupné z: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Jelenovití>>

Ježek, F. 2014. Senzorická analýza potravin: návody na cvičení. Veterinární a farmaceutická univerzita. Brno. 79 s. ISBN: 978-80-7305-724-4.

Kameník, J. 2014. Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa. Veterinární a farmaceutická univerzita. Brno. 327 s. ISBN: 978-80-7305-673-5.

Kerth, C.R., Miller, R.K. 2015. Beef flavor: A review from chemistry to consumer. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 95 (14). 2783-2798

Khan, M.I., Jo, C., Tariq, M.R. 2015. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors-A systematic review. *Meat Science*. 110. 278-284.

Králová, M. 2015. Effect of lipid oxidation on meat and meat products quality. *Maso International*. 2. 125-132.

Lochman, J. 1985. Jelení zvěř. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 352 s.

Neethling, J., Hoffman, L.C., Muller, M. 2016. Factors influencing the flavour of game meat: A review. *Meat Science*. 113. 139-153.

Pipek, P., Pour, M. 1998. Hodnocení jakosti živočišných produktů. Česká zemědělská univerzita. Praha. 139 s. ISBN: 80-213-0442-1.

Pokorný, J. 1997. Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti. Vyd. 2. dopl. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 196 s. ISBN: 80-85120-60-7.

Ramanzin, M., Amici, A., Casoli, C., Esposito, L., Lupi, P., Marsico, G., Mattiello, S., Olivieri, O., Ponzetta, M. P., Russo, C., & Marinucci, M. T. 2010. Meat from wild ungulates: ensuring quality and hygiene of an increasing resource. *Italian Journal of Animal Science*. 9. 318-331.

Resconi, V. C., Escudero, A., Campo, M. M. 2013. The development of Aromas in Ruminant Meat, Review. *Molecules*. 18. 6748-6781.

Rodbotten, M., Kubberod, E., Lea, P., Ueland, O. 2004. A sensory map of the meat universe. Sensory profile of meat from 15 species. *Meat Science* 68. 137-144.

Soriano, A., Montoro, V., Vicente, J., Sánchez-Migallón, B. F., Benítez, S., Utrilla, M. C., García Ruiz, A. 2016. Influence of evisceration time and carcass ageing conditions on wild venison quality. Preliminary study. *Meat Science*. 114. 130-136.

Steinhauser, L., Beneš, J., Budig, J., Gola, J., Hofmann, I., Ingr, I., Kameník, J., Klíma, D., Kozák, A., Kužniar, J., Látová, J., Lukešová, D., Matyáš, Z., Mikulík, A., Minks, J., Palásek, J., Petříček, M., Pipek, P., Ruprich, J., Sovjak, R., Steinhauserová, I., Vrchlabský, J. 1995. *Hygiena a technologie masa*. Vydavatelství LAST. Brno. 664 s. ISBN: 80-900260-4-4.

Straka, I., Malota, L. 2006. *Chemické vyšetření masa: (klasické laboratorní metody)*. Osis. Tábor. 104 s. ISBN: 80-86659-09-7.

Straka, I., Malota, L. 2007. Zvláštnosti v chemickém složení jelení zvěřiny. *Myslivost*. 2007 (1). 50.

Tesařová, S., Ježek, F., Steinhauserová, I., Bořilová, G. 2016. Senzorické hodnocení zvěřiny v Evropě. *Maso*. 2016 (6). 19-23.

Triumpf, E. C., Purchas, R. W., Mielnik, M., Maehre, H. K., Elvevoll, E., Slinde, E., Egelanddal, B. 2012. Composition and some quality characteristics of the longissimus muscle of reindeer in Norway compared to farmed New Zealand red deer. *Meat Science*. 90 (1). 122-129.

Velíšek, J. 1999. *Chemie potravin II*. Osis. Tábor. 302 s. ISBN: 80-902391-4-5.

Velíšek, J., Hajšlová J. 2009. *Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd.*: Osis. Tábor. 6002 s. ISBN: 978-80-8665-917-6.

Vodňanský, M. 2005. Zvěřina. Myslivost. 2005 (6). 24.

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. 555-562.

Wiklund, E., Andersson, A., Malmfors, G., Lundström, K. 1996. Muscle glycogen levels and blood metabolites in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) after transport and lairage. *Meat Science*. 42 (2). 133–144.

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. 573-581.

Winkelmayer, R., Lebersorger, P., Hans-Friedemann, Z., Forejtek, P., Vodňanský, M., Večerek, V., Malena, M., Nagy, J., Lazar, P. 2005. *Hygiena zvěřiny: příručka pro mysliveckou praxi*. Institut ekologie zvěře VFU. Brno. 168 s. ISBN: 807-30-5523-6.

Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*. 66. 21–32.

Zahrádková, R. 2009. *Masný skot: od A do Z*. Český svaz chovatelů masného skotu. Praha. 397 s. ISBN: 978-80-2544-229-6.