

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Výskyt kančího pachu ve vepřovém mase

Diplomová práce

Bc. Adam Sochor

Výživa a potraviny

doc. Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Výskyt kančího pachu ve vepřovém mase" jsem vypracoval 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.7.2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Jaroslavu Čítkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a vědecký zápal, díky kterému jsem mohl tuto práci sepsat. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří se zúčastnili plošného výzkumu a senzorické analýzy. V neposlední řadě děkuji své rodině, která mě při studiích vždy podporuje.

Výskyt kančího pachu ve vepřovém mase

Souhrn

Tato diplomová práce pojednává o kančím pachu, jeho komponentech a možných způsobech jak tento nepříjemný pach ve vepřovém mase eliminovat.

V dnešní době, kdy je na welfare zvířat kladen velký důraz je omezení chirurgické kastrace vepřůků bez anestezie velkým problémem. Do nedávna byla chirurgická kastrace bez anestezie u mladých kanců využívána jako prostředek pro snížení agresivity a zároveň snížení kančího pachu v mase. V případě výkrmu je několik možností, jak efektivně snížit nežádoucí kančí pach, avšak tyto možnosti jsou velmi často spojené s nižší porážkovou hmotností, a tudíž menším ekonomickým výnosem.

V našem případě bylo předpokládáno, že se kanci budou muset porážet nekastrovaní v normální jatečné hmotnosti, a tudíž jejich maso bude obsahovat nežádoucí látky způsobující kančí pach. Cílem této diplomové práce bylo vytvoření rešerše popisující faktory ovlivňující výskyt kančího pachu ve vepřovém mase a vyhodnotit jeho senzoričké vnímání v závislosti na různém způsobu jeho maskování. Hypotéza byla stanovena že: „Vlivem vaření masa s kořením bude ovlivněno senzoričké vnímání kančího masa.“

Pro obecné vyhodnocení a přehled senzoričkého vnímání složek kančího pachu byl vytvořen dotazník s trojúhelníkovou zkouškou případně následovanou zkouškou prahu detekce. Tohoto testu se zúčastnilo více než sto osob různého věku, pohlaví a četnosti konzumace vepřového masa. Bylo zjištěno, že rozdíly v citivosti mezi pohlavími jsou nepatrné pro obě složky kančího pachu. Prahová citivost pro androstenon se nejvíce pohybovala mezi 0,112 ppm a 0,240 ppm a pro skatol mezi 0,015 ppm a 0,600 ppm. V případě senzitivity na androstenon, či skatol není u dotazovaných osob viditelný vliv na frekvenci konzumace vepřového masa.

V případě senzoričké analýzy byly vybrány vzorky jatečných partií (kýta, pečeně, krkovice, sádlo) s různými koncentracemi skatolu a relativně stejnými koncentracemi androstenonu. Tyto vzorky byly separátně povařeny s česnekem, oregánem a ničím neokořeněné. V senzoričké analýze byly sledovány stěžejní parametry určující přijatelnost daných vzorků a vliv maskování. Bylo zjištěno, že se stoupající koncentrací tuku ve vzorku rostly hodnoty intezity kančí vůně a chuti. Dále, že účinek maskování na sledované parametry byl značný. Vliv obou koření na maskování intezity kančí vůně byl pozitivní ve většině případů a lze tedy maskovat kančí pach různými přírodními aromatickými sloučeninami. Stejně tak v případě intezity kančí chuti. U intezity kančí chuti však maskování česnekem neprokázalo pozitivní snížení. Ale v přijatelnosti je celkově vyšší pro maskované vzorky. Díky maskování je tedy možné u tučných partií zaznamenat znatelný pokles intezit kančí vůně a pachu. Dokonce takovým způsobem, že krkovice maskovaná oregánem vykazovala nižší intezity kančí vůně než ničím nemaskovaná pečeně.

Klíčová slova: kaneček, kančí pach, androstenon, skatol, indol, česnek, oregano, maskování

Boar taint in pig meat

Summary

This diploma thesis deals with the boar taint, its components and possible ways to eliminate this unpleasant taint in boar meat.

Nowadays is current demand for pig welfare. Limiting surgical castration without anesthesia is a big problem. Until recently, surgical castration of young boars was used to reduce aggression together lowering boar taint in pig meat.

In case of fattening, there are several possibilities how to decrease objectionable boar taint. But these possibilities are usually bounded with lower slaughter weight and lesser economic profit.

In our case, it was assumed that boars will be slaughtered without castration in normal slaughter weight, so their meat will contain compounds responsible for boar taint. The aim of this diploma thesis was to create a search describing the factors influencing presence of boar taint in pork and evaluate its sensory perception depending on the different ways of its masking. The hypothesis was that: „Cooking meat with different spices will affect the sensory perception of boar meat.“

For general evaluation and overview of the sensory perception of boar taint was created a questionnaire with triangular test eventually followed by a detection threshold test. Gender differences in sensitivity to compounds of boar taint was insignificant. The threshold sensitivity for androstenone was mean between 0,112 ppm and 0,240 ppm and for skatole 0,015 ppm and 0,600 ppm. In case of sensitivity to androstenone and skatole, there is no visible impact on consumption frequency of pork meat.

In case of sensory analysis, samples of carcasses, with different concentrations of skatole and similar concentrations of androstenone, were chosen. These samples were separately cooked in water. Every sample was mixed with garlic, oregano or unflavoured. The sensory analysis monitored for us key parameters determining the acceptability of the samples and the effect of the masking. It was found that with increasing fat concentration in the sample, the values of boar odor and taste increased. Furthermore, the effect of masking on the monitored parameters was significant. The effect of both spices on masking boar taint was positive in most cases. It is possible to tell, that it is practicable masking boar taint with different natural aromatic compounds. Likewise, in case of intensity of the boar taste. However, using garlic to mask boar taste did not show positive decrease. But the acceptability was generally higher for masked samples. Thanks to the masking, it is possible to notice obvious decrease in the intensities of the boar taint and taste. For example neck sample masked with oregano showed lower intensities of the boar taint than unmasked roast.

Keywords: boar, boar taint, androstenone, skatole, indole, garlic, oregano, masking

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Historie kančího pachu	10
3.2 Biosyntéza a metabolismus androstenonu	10
3.3 Biosyntéza ve varlatech	11
3.4 Jaterní metabolismus	12
3.5 Ukldádní a eliminace androstenonu	12
3.6 Biosyntéza a metabolismus skatolu	13
3.6.1 Biosyntéza skatolu	14
3.7 Biosyntéza a metabolismus indolu	15
3.8 Výskyt androstenonu a skatolu v těle	15
3.9 Aspekty ovlivňující uložení a eliminaci androstenonu a skatolu	16
3.9.1 Výživa.....	17
3.9.1.1 Vliv čekanky na pach kančího masa.....	18
3.9.2 Prostředí.....	19
3.9.3 Genotyp.....	20
3.9.4 Hmotnost a stáří zvířete	20
3.9.5 Kastrace	21
3.9.5.1 Chirurgická kastrace	21
3.9.5.2 Imunokastrace.....	22
3.9.5.3 Chemická kastrace	24
3.10 Aspekty ovlivňující vnímání kančího pachu hodnotitelem	24
3.10.1 Pohlaví hodnotitele	24
3.10.2 Věk hodnotitele.....	25
3.10.3 Genetická predispozice hodnotitele	26
3.10.4 Národnost hodnotitele.....	26
3.10.5 Jatečná partie	27
3.10.6 Způsob tepelné úpravy.....	28
3.10.7 Psychologické vlivy.....	29
3.10.8 Maskování.....	30
4 Metodika	32
4.1 Konzumentský dotazník	32
4.2 Maskování androstenonu a skatolu	36
4.2.1 Stanovení androstenonu a skatolu ve vzorcích pomocí HPLC.....	36
4.2.2 Statistická analýza	36
4.2.3 Senzorická analýza	37

5	Výsledky.....	40
5.1	Konzumentský dotazník	40
5.1.1	Vliv pohlaví na senzitivitu na androstenonu a skatolu	40
5.1.2	Citlivost osob na určité koncentrace androstenonu a skatolu	41
5.1.3	Vliv pohlaví na frekvenci konzumace vepřového masa	42
5.1.4	Vliv senzitivity k androstenonu a skatolu na konzumaci vepřového masa.....	43
5.1.5	Vliv pohlaví a věku na způsob úpravy vepřového masa	44
5.1.6	Vliv senzitivity k androstenu na preferenci masa.....	44
5.1.7	Vliv senzitivity ke skatolu na preferenci masa	45
5.2	Senzorická analýza.....	47
5.2.1	Výsledky senzorické analýzy.....	47
5.2.2	Vliv jatečné partie	47
5.2.3	Vliv maskování	49
5.2.4	Vliv koncentrace skatolu	51
5.2.5	Vliv maskování a partie	53
5.2.6	Vliv koncentrace skatolu a maskování	54
6	Diskuze.....	56
6.1	Konzumentský dotazník	56
6.2	Senzorická analýza.....	57
7	Závěr	60
8	Literatura.....	61
9	Seznam obrázků	71
10	Seznam tabulek	72
11	Seznam grafů.....	73
12	Seznam příloh.....	74
13	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Chov prasat patří k nejdůležitějším odvětvím zemědělské výroby. Jeho důležitost spočívá ve velké oblíbenosti vepřového masa a jeho dlouhodobě nejvyšší spotřebě ve světě s podílem okolo 42 %. Existují prognózy, že se zvyšující populací bude spotřeba vepřového masa nadále stoupat, a že do roku 2025 by mohla dosáhnout 47 %. Na jednu stranu početní stav prasat v Evropě stagnuje či mírně klesá, ale na druhou stranu se výrobu a export daří stále zvyšovat. Je to díky zefektivnění výroby v tomto sektoru a trvalému zvyšování užitkovosti.

V návaznosti na zefektivňování výroby je kladen vysoký tlak na welfare chovaných zvířat, a to hlavně z vnějšího prostředí. Tento tlak se značně týká omezení kastrace, která může způsobovat kastrovaným zvířatům bolest. Důvodem kastrace je snížení nepříjemného zápachu ve vepřovém mase, proto je důležité rozhodnout, zda se budou vykrmovat kanečci do nižších jatečných hmotností, nebo se budou používat techniky kastrace, které nebudou mít tak velký vliv na welfare zvířat.

Kančí pach je souborem několika pachových sloučenin, především androstenonu, skatolu a indolu. Androstenon je feromonální steroid syntetizovaný ve varlatech a metabolizovaný v játrech vepřů. Část androstenonu se hromadí v tukové tkáni a způsobuje tím nepříjemný zápach moči. Oproti tomu je skatol syntetizován mikrobiálně v tlustém střevě degradací aminokyseliny tryptofanu a metabolizován jaterními enzymy cytochromu P540 a sulphotransferázou. Nemetabolizovaná část skatolu se ukládá stejně jako androstenon v tukové tkáni a způsobuje pach podobný fekálnímu znečištění (Zamaratskaia et Squires, 2009). Všechny tyto pachy mohou být značně nepříjemné pro koncového konzumenta vepřového masa, proto je důležité tyto pachy eliminovat různými způsoby. Tímto způsobem může být například kastrace chirurgická, či hormonální. Dále je pak možné identifikovat kandidátní geny, které ovlivňují hladinu androstenonu a skatolu v tukové tkáni prasat.

Vysoký obsah androstenonu u dospělých kanců může vyvolat agresivní chování vůči ostatním kancům v chovu. To má pak za následek nepříjemné úhyny a ztráty pro chovatele.

Velmi důležité je také individuální vnímání kančího pachu jednotlivými konzumenty, to se odvíjí od několika faktorů. Nejdůležitější je nespíše pohlaví jedince, následováno jeho genetickým složením, věkem, národností a dalšími. Tyto jednotlivé aspekty tvoří celkový obraz jedince schopného, či neschopného vnímat kančí pach. V určitých případech dokážeme tento pach eliminovat i zpětně, nikoli kastrací, ale za pomoci různých maskovacích technik, jako je například dochucování, či tepelná úprava, v již hotovém masném výrobku. Tímto dokážeme zachránit i maso, které by nebylo pro mnoho konzumentů příliš přijatelné a požitelné.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je vytvoření literární rešerše popisující faktory ovlivňující výskyt kančího pachu ve vepřovém mase. Dále zhodnotit spotřebitelské preference v konzumaci vepřového masa a vnímání složek kančího pachu. A na školeném sensorickém panelu vyhodnotit jeho různé způsoby maskování.

Hypotézy:

Mezi konzumenty vepřového masa existují rozdíly ve vnímání složek kančího pachu.

Kančí pach lze maskovat. Vaření masa s oregánem a česnekem bude příznivě ovlivněno sensorické vnímání kančího masa.

3 Literární rešerše

Kančí pach je zápach obsažený v mase nekastrovaných kanců. Tento nepříjemný zápach připomínající zápach potu a moči je vyvoláván především dvěmi látkami – androstenonem a skatolem. Projev těchto látek je znatelný především pokud zvíře dovrší pohlavní dospělosti (Duijvesteijn et al., 2010).

Počátek identifikace těchto látek zapříčínující kančí pach v mase byl proveden kolem roku 1959 vědci Craig a Pearson. Prokázali, že tyto složky interagují s tukovou tkání prasat a dokáží se zde ukládat.

3.1 Historie kančího pachu

První pokusy o identifikaci sloučenin zodpovědných za kančí pach provedli Craig et Pearson (1959) a Craig et al. (1962). Právě oni dokázali, že nepříjemné pachy jsou spojené s tukovou tkání a přesněji s nesaponifikovatelnou frakcí. Sink (1967) naznačuje, že pachy mohou být způsobené steroidy vykazující pižmovou vůni. Jsou to právě látky 5α -androst-16-en-3 α -ol (an- α) a 5α -androst-16-ene-3 β -ol (an- β). Tyto látky byly izolované Prelogem a Ruzickou (1944).

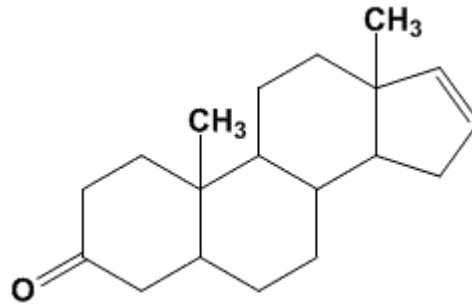
Patterson (1968) studoval těkavé sloučeniny z kančího tuku a identifikoval steroid 5α -androst-16-en-3-on, neboli androstenon. Tyto výsledky pak potvrdili Claus a Hoffman (1971), Beery a Sink (1971), Beery et al. (1971) a Thompson et al. (1972). Jejich výzkumy potvrdily, že androstenon- α a androstenon- β jsou přítomny ve vepřovém tuku, a že se také jedná o nenasycený 19 uhlíkatý steroid (C₁₉ Δ 16).

Další látkou, která způsobuje nepříjemný pach v kančím mase je 3-methylindol neboli skatol (Vold, 1970). Ten vzniká mikrobiálním rozkladem tryptofanu. Část odchází z těla výkaly a část je transportována krví do jater, kde je metabolizován enzymatickým systémem CYP450. Nemetabolizovaný skatol je akumulován v tukové tkáni (Dostálová et al., 2008).

3.2 Biosyntéza a metabolismus androstenonu

Hlavní součástí kančího pachu zodpovědný za nepříznivý pach moči je androstenon (5α -androst-16-en-3-on) (Obrázek 1). Jedná se o steroidní hormon produkovaný v Leidigových buňkách situovaných ve varlatech. Tyto buňky také produkují další steroidní hormony, androgeny a estrogeny. Androstenon se ukládá v tukové tkáni a slinných žlázách, ze kterých se nadále uvolňuje do ovzduší jako pohlavní feromon a způsobuje tak sexuální aktivitu samice (Moe et al., 2008) Malá, avšak detekovatelná množství byla také nalezena u samic a kastrovaných prasat. Je tedy možné, že částečná produkce této látky je zapříčiněná funkcí kůry nadledvin a vaječníků (Claus et al., 1971).

Není úplně jednoduché stanovit přesnou koncentraci androstenonu v jatečném těle při níž je již maso pro senzitivní jedince nepoživatelné. Nejčastěji se uvádí, že maximální koncentrace 0,5-1 $\mu\text{g/g}$ tuku je považována jako nevyhovující pro konzumenta (Grindflek et al., 2011).



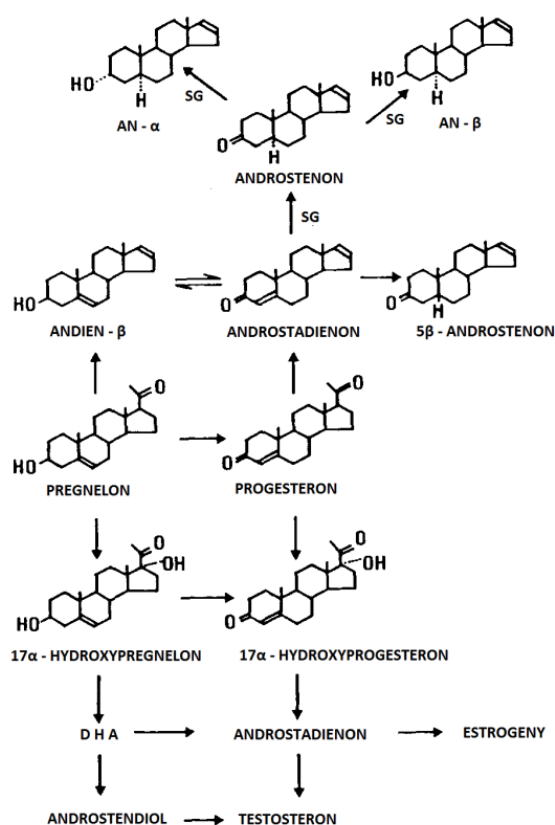
Obrázek 1: Chemická struktura Androstenonu

3.3 Biosyntéza ve varlatech

Pregnelon a progesteron jsou prekurzory C19 Δ 16, stejně jako ostatních hormonálních steroidů androgenů a estrogenů (Obrázek 2). První steroid tvořící se z pregnelonu je andien- β . Je to nenasycený steroid v pozici 16 a jako meziproduct mezi pregnelonem a andien- β figuruje 5 α -pregnane-3,20-dione (Loke et Gower, 1972). Enzymový systém zodpovědný za konverzi pregnelonu na andien- β se nazývá „andien- β syntetáza“ a nachází se převážně v mikrosomální části varlat (Loke et Gower, 1971). Andien- β je dále přeměněn na androstadienon. Androsatdienon může být tvořen také z progesteronu, ale ve varlatech má tato syntetická cesta minoritní důležitost (Ahmad et Gower, 1968). Androstadienon se dále přeměňuje na androstenon, který se pak redukuje na androstenol- α (an- α), nebo androstenol- β (an- β). Pro redukci androstenol- α je zapotřebí přítomnosti NADPH, zatímco pro redukci na androstenol- β musí být přítomen NADH (Brophy et Gower, 1972). Saat et. al. (1974) dokázali, že se androstenol- α , nebo androstenol- β nejspíše metabolizují dále ve varlatech do více polárních sloučenin, avšak tyto sloučeniny dosud nejsou spolehlivě identifikovány.

Ruokonen a Vikko (1974) naměřili vysoké množství an- α , an- β a andien- β sulfát ve varlatech vepřů. Později Gasparini et al. (1976) a Ruokonen (1978) dokázali, že pregnelon sulfát se mění na andien- β , an- α a an- β . V obou případech jak sulfátovou, tak volnou formu. Mezitím Saat et al. (1974) zjistil, že an- α a an- β sulfáty jsou dále přeměňovány na volné an- α a an- β . Z těchto studií tedy vyplývá, že nejen volné, ale i sulfokojugované steroidy jsou zapojené do syntézy C19 Δ 16. Tyto tvrzení jsou v souladu s objevy Gower et al. (1970, 1972) a Saat et al. (1974), které demonstrovaly, že an- α a an- β jsou vypouštěny převážně jako sulfokojugované steroidy do spermatických cest, zatímco androstenon se nachází pouze jako volný steroid.

Mason et al. (1979) také zjistili, že cesty biosyntézy C19 Δ 16 jsou rozdílné u mladých nedospělých a dospělých prasat. Varlata od tří týdenního kance přeměňovala andien- β z pregnelonu jinou cestou. A to: pregnelone \rightarrow 17 α -hydroxypregnelone \rightarrow 3 β -hydroxy-pregna-5,16-dien-20-on \rightarrow andien- β



Obrázek 2: Schéma syntézy Androstenonu (Bonneau, 1982)

3.4 Jaterní metabolismus

Stejně jako ve varlatech je androstenon metabolizován v játrech pomocí enzymů 3 β -HSD a 3 α -HSD za vzniku 3 β -androstenolu a v mnohem menší míře 3 α -androstenolu (Doran et al., 2004). Jaterní metabolismus se od metabolismu ve varlatech liší akorát v množství vzniklých metabolitů.

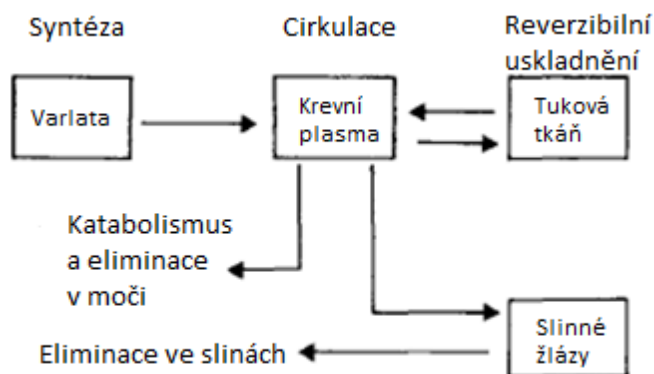
Poté podstoupí androstenol α a β metabolickou fází II., kde za pomoci enzymu hydroxysteroid sulfotransferáza (SULT2A1) vzniká sulfokonjugovaný androstenol α a β . SULT2A1 je klíčovým enzymem fáze II. v jaterním metabolismu (Sinclair et al., 2005). Avšak nedávno bylo navrženo, že by v metabolismu mohl být zahrnut i enzym SULT2B1 (Moe et al., 2007).

Sinclair a Squires (2005) tvrdili, že vysoké množství androstenonu v plazmě je převážně zastoupeno sulfokonjugáty. Poté však bylo zjištěno že rozsah hladin v konjugované frakce byl mnohem nižší než volný androstenon (Zamaratskaia et al., 2007).

3.5 Ukládní a eliminace androstenonu

Adrostenon je syntetizován ve varlatech a vypouštěn do systémového oběhu, kde je odebírán slinnými žlázami a tukovou tkání (Obrázek 3). To je důvodem, proč jsou periferní plazmatické hladiny androstenonu asi šestkrát nižší než ve spermatické žíle (Groth et Claus, 1977). Bonneau a Terqui (1982) demonstrovali, že největší část obíhajícího androstenonu se nejrychleji ukládá v tukové tkáni a zbylé části jsou katabolizovány. Uskladnění androstenonu

v tukové tkáni je reverzibilní. Toto tvrzení prokázané tím, že hladina androstenonu v tukové tkáni klesne poté, když je syntéza steroidů potlačena kastrací kance (Claus, 1976). V důsledku na to Bonneau et al. (1982) zjistil, že uvolnění androstenonu z tukové tkáně se zdá být pomalejší než příjem cirkulujícího androstenonu.



Obrázek 3: Zjednodušené schéma metabolismu androstenonu (Bonneau, 1982)

Opravdu vysoké hodnoty androstenonu a androstenolu- α je možné naměřit ve slinných žlázách, odkud mohou být tyto látky uvolňovány do slin (Patterson, 1968). Androstenon vyskytující se ve slinných žlázách je redukován částečně na androstenol- α a méně pak na androstenol- β (Katkov et al., 1972; Claus, 1979).

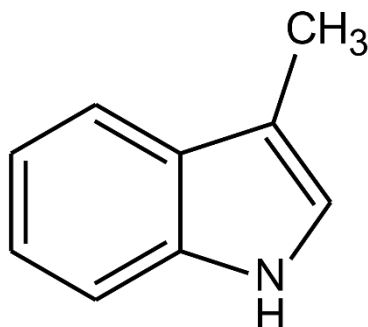
Signoret (1970; 1971) zjistil, že samčí feromony hrají významnou roli v sexuálním chování prasat. Před pářením kanci výrazně sliní a typický pach androstenonu a androstenolu- α je velmi znatelný. Tyto dva steroidy mají tedy feromonální funkci a způsobují typický pářicí postoj prasnice (Melrose et al., 1971; Reed et al., 1974). Přítomnost těchto steroidů v prasečích slinách je tedy nezbytný pro normální sexuální chování prasnic a kanců (Perry et al., 1980).

Stinson a Patterson (1979) naměřili vysoké hodnoty androstenolu- α a nízké, avšak znatelné, hodnoty androstenonu v kancích potních žlázách. Lze tedy usuzovat, že tyto žlázy do jisté míry také přispívají k pohlavnímu chování kanců. S odkazem na výsledky těchto autorů lze soudit, že vzrušení kance může stimulovat sekreci apokrinních potních žláz.

3.6 Biosyntéza a metabolismus skatolu

Skatol (Obrázek 4) neboli 3-methylindol je derivát tryptofanu, produkován v zadní části tlustého střeva prasat pomocí bakterií střevní mikroflóry (*Escherichia coli*, *Clostridium ssp.*, *Lactobacillus ssp.*). Má hořkou chuť a je charakteristickým fekálním a naftalenovým zápachem. Množství vyprodukovaného skatolu je nejvíce závislé na výživě a krmné dávce (Jensen et al., 1995). U mnoha savců se skatol projevuje jako pneumotoxin způsobující problémy s plícemi. Těmito savci jsou například člověk, kozy či dobytek, avšak prasata jsou vůči skatolu zcela imunní (Yost, 1989). U prasat dosud není popsána žádná fyziologická funkce skatolu. Prasata nejsou ovlivňována toxicitou skatolu nejspíše z důvodu, že metabolizují skatol rozdílněji než ostatní druhy.

Ve vepřovém masu jsou vždy detekovatelné stopy skatolu. Pokud je účel daného masa čistě potravinářský, je nutné, aby hodnota skatolu nepřesáhla 0,25 ppm. Pokud je tato hodnota překročena, je maso hodnocené jako nevyhovující pro lidskou spotřebu (Dostálová et al., 2008).



Obrázek 4: Chemická struktura skatolu

3.6.1 Biosyntéza skatolu

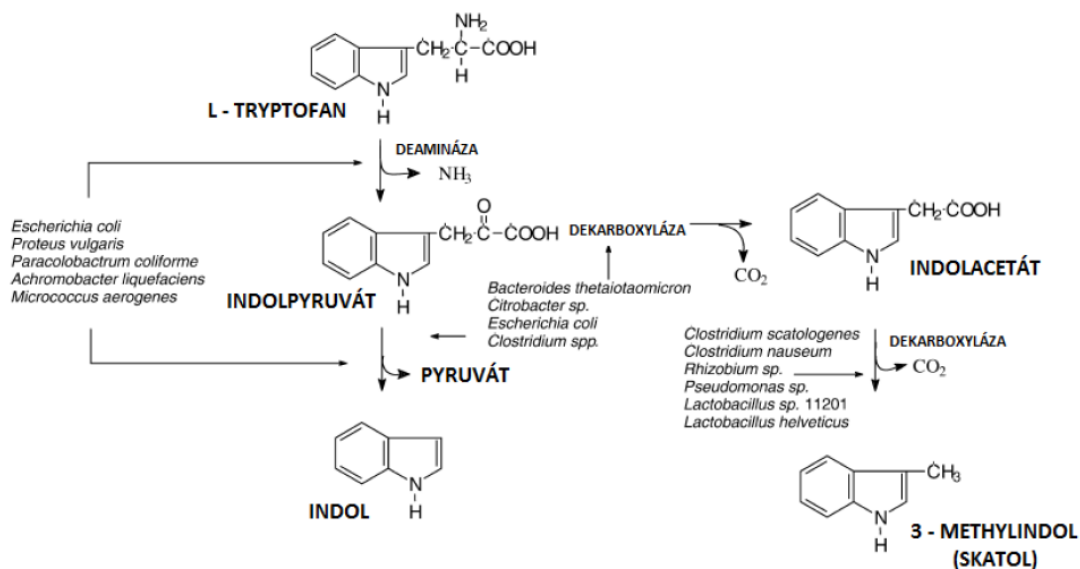
Metabolismus L-tryptofanu za nepřístupu vzduchu může vést k produkci dvou alternativně tekavých, lipofilních sloučenin, indolu a skatolu (Obrázek 5). Tyto sloučeniny jsou koncovými produkty degradace.

Indol a skatol jsou tvořeny v bachoru přežvýkavců a v tlustém střevě monogastrů včetně střeva slepého. Bylo dokázáno, že metabolismus L-tryptofanu pomocí populace bakterií v tlustém střevě prasat je stejný, jako v bachoru. L-Tryptofan pochází většinou z potravy, nebo z látek získaných z vyšších částí střeva (Jensen et al., 1995). Může být degradován, či přeměněn na indol-3-octovou kyselinu a následně metabolizován na 3-methyl indol (skatol).

Tyto reakce jsou zprostředkovávány bakteriemi citlivými na antibiotika (Jensen et al., 1995). Rozdíly a jejich koncentrace mezi vzniklými produkty závisí na několika faktorech. Jako nejdůležitější je dostatek tryptofanu. Dalšími jsou nadále nízký oxidačně redukční potenciál, anaerobióza ve střevě, chemická struktura tryptofanu a produkce meziproduktů. Pokud se jedná o jiné faktory jako je průchod stolice, rychlost sekrece a osmolalita ovlivněná fyziologickým a psychologickým stavem zvířete, tak je velmi možné, že i tyto vlivy hrají velkou roli (Yokoyama et Carlson, 1979).

Metabolismus skatolu je zprostředkováván enzymatickým systémem CYP450, který se vyskytuje v játrech. Nemetabolizovaný skatol je nadále skladován v tukové tkáni, a proto jedinci s nízkou aktivitou CYP450 mají vysoké hladiny skatolu v tuku (Dostálová et al., 2008).

Skatol je také možné indikovat u prasniček v období říje a kastrátů (Dostálová et al., 2008).



Obrázek 5: Metabolismus tryptofanu na produkt skatol a indol (Deslandes et al., 2001)

3.7 Biosyntéza a metabolismus indolu

Stejně jako skatol, je indol produkován degradací L-tryptofanu v gastrointestinálním traktu monogastrů. Vytvořený indol je absorbován krví a následně metabolizován játry. L-tryptofan může být degradován na indol, nebo také na indol-3-octovou kyselinu, která je základem pro syntézu skatolu (Yokoyama et Carlson, 1979). Narozdíl od skatolu, proces degradace L-tryptofanu na indol je způsobován širokou škálou bakterií (Deslandes et al., 2001). Stejně jako skatol je indol ovlivněný expresí cytochromu CYP6A, který má na tvorbu obou látek stimulační účinek. Tento stimulační účinek je významější u indolu (Chen et al., 2008).

Indol je stejně jako androstenon a skatol akumulován v tukové tkáni a jeho hladina je více než genetickými vlivy ovlivňována špínou v kotci, či složením krmné směsi. Avšak vliv indolu na kvalitu vepřového masa je mnohem nižší než u skatolu a nežádoucí pach je tedy způsoben převážně skatolem (Yokoyama et Carlson, 1979).

3.8 Výskyt androstenonu a skatolu v těle

Androstenon v těle prasete můžeme naměřit nejen ve varlatech, kde se syntetizuje, ale i v plazmě, kterou se transportuje do slinných žláz a tukové tkáně, kam se ukládá. Oproti tomu je nejvyšší koncentrace skatolu v rektu, ale z konzumního hlediska je důležitý skatol uložený v tuku, kde způsobuje nepříjemný pach a chuť. Do tuku se skatol dostává resorpcí ze střev pomocí plazmy, kde je jej možné také naměřit (Bonneau, 1982).

Na téma heritability obsahu skatolu a androstenonu byla provedena statistická analýza (Tabulka 1; Tabulka 2) u plemen Duroc (1027 ks) a Landrace (1533 ks). Bylo zjištěno, že koncentrace androstenonu v tuku byly průměrně mnohem vyšší u plemene Duroc (3,28 µg/g) ve srovnání s Landrace (1,14 µg/g). Pokud by byla přijatelnost androstenonu konzumentem 1,0 µg/g, bylo by odmítnuto jako nepříjemné 83 % jedinců Duroc, zatímco u plemene Landrace by to bylo pouhých 34 % (Grindflek et al., 2011).

Koncentrace skatolu v tuku byla v průměru vyšší u plemene Landrase (0,10 µg/g), než u kanců Duroc (0,06 µg/g). Pro spotřebitele s přijatelnou koncentrací skatolu 0,20 µg/g by bylo odmítnuto 14,5 % kanců Landrace a 9,5 % kanců Duroc (Grindflek et al., 2011).

Výše heritability androstenonu v plazmě pro Landrase a Duroc se pohybuje v rozmezí $h^2 = 0,47 - 0,67$. Tyto výsledky jsou v souladu dalších předešlých výzkumů. Oproti tomu heritabilita skatolu pro daná plemena je $h^2 = 0,37 - 0,41$. Můžeme říci, že je zde také významná korelace mezi hodnotami skatolu a indolu (0,71 – 0,78), zatímco korelace mezi obsahem skatolu a androstenonu v tuku je mnohem nižší (0,32 – 0,50). Tato částečná korelace může být vysvětlována skutečností, že androstenon ovlivňuje degradaci skatolu v játrech represí exprese enzymu cytochromu P450 2E1 (CYP2E1) (Grindflek et al., 2011).

Je nutné poznamenat, že korelace mezi androstenonem v tuku a v plazmě je velmi vysoká (0,91 – 0,98). Toto zjištění je velmi důležité pro účely chovu, neboť je mnohem jednodušší odebírat rutinní vzorky z plazmy než z tukové tkáně (Grindflek et al., 2011).

Tabulka 1: Hodnoty pro fenotypové rysy plemene Duroc (Grindflek et al., 2011)

Znak	Počet měření	Průměrná hodnota	Minimum	Maximum
Androstenon-plasma (µg/g)	794	20,20	0,03	96,36
Androstenon-tuk (µg/g)	1266	3,28	0,05	20,52
Indol (µg/g)	1236	0,04	0,01	0,61
Skatol-tuk (µg/g)	1236	0,06	0,01	1,51

Tabulka 2: Hodnoty pro fenotypové rysy plemene Landrace (Grindflek et al., 2011)

Znak	Počet měření	Průměrná hodnota	Minimum	Maximum
Androstenon-plasma (µg/g)	1422	11,01	0,47	112,35
Androstenon-tuk (µg/g)	1930	1,14	0,05	13,40
Indol (µg/g)	1878	0,043	0,01	1,19
Skatol-tuk (µg/g)	1878	0,10	0,01	1,95

3.9 Aspekty ovlivňující uložení a eliminaci androstenonu a skatolu

Faktorů ovlivňujících množství a uložení androstenonu a skatolu v těle kanců je několik. Jsou to například vlivy genetické, výživové, vliv prostředí, hmotnostní při porážce, nebo kastrace. Moderním způsobem kastrace je takzvaná imunokastrace (vakcinace), která je více humánní vůči kastrovaným zvířatům než kastrace chirurgická.

3.9.1 Výživa

Obecně lze říci, že množství skatolu uloženého v tukové tkáni, záleží na rychlosti jeho tvorby, času průchodu střevy, střevní absorpci a metabolismu v játrech. První tři faktory lze snadno ovlivnit změnami složení stravy. Některé studie ukázaly, že určité sacharidy ve stravě ovlivňují mikroflóru gastrointestinálního traktu a jeho funkci, což by mohlo ovlivnit biosyntézu skatolu ve střevě. Nestrávené sacharidy zvyšují vlhkost výkalů, suchou hmotnost a zároveň snižují čas průchodu střevy, což má za následek snížení absorpce skatolu z tlustého střeva (Zamaratskaia et Squires, 2009).

Účinek různých sacharidů na obsah skatolu v různých částech těla je dobře dokumentován v Tabulce 3.

Tabulka 3: Vliv různých sacharidů na hladiny skatolu u prasat (Zaramatskaia et Squires, 2009)

Zdroj	Místo měření skatolu	Vliv na hladinu skatolu	Pohlaví a plemeno
Vláknina cukrové řepy	výkaly	snížení	Veškerá prasata (kanci; prasničky) Landrase a Velké Bílé; 90 kg živé hmotnosti
	tuk	žádný	Snížení skatolu ve všech testovaných skupinách (kanci; prasničky)
	tuk	žádný	Prasata (kanci) Yorkshire a Norské Landrase
	tuk	žádný	Prasata (kanci) Pietrain
	krev, výkaly	snížení	Prasata (kanci) kříženci Yorkshire a Dánské Landrase od 4 do 6 měsíců
	tuk	snížení	Prasata (kanci) Čínské a Velké Bílé
Inulin z čekanky	výkaly	snížení	Kastrovaná prasata (vepři) Yorkshire
	plasma, tuk	snížení	Prasata (kanci) kříženci Duroc, Dánské Landrase a Velké bílé
	tlusté střevo, konečník	snížení	Prasata (kanci) kříženci Duroc, Dánské landrase a Velké Bílé
	plasma, střevo	snížení	Selata (kanečci) Yorkshire
Sójové lusky	tuk	žádný	Prasata (kanci) kříženci Pietrain a Seghers
Syrový bramborový škrob	plasma, výkaly	snížení	Kastráti; Prasata (vepři) kříženci Landrase a Pietrain
	plasma, tuk	snížení	Prasata (kanci) kříženci Švédský Yorkshire a Švédské Landrase
	játra	snížení	Prasata (kanci; prasničky) kříženci Švédský Yorkshire (kanci) a Švédské Landrase (prasničky)

Z pohledu techniky krmení je adlibitní krmení zodpovědné za zvýšení koncentrace skatolu, a to především v tukové tkáni. Oproti tomu restriktivní krmení působí opačným způsobem (Tabulka 4) (Šprysl et al., 2005).

Tabulka 4: Vliv techniky výživy na koncentraci skatolu v těle prasat (Šprysl et al., 2005)

Ukazatel	Technika krmení	
	Adlibitní	Restriktivní
	Koncentrace skatolu [$\mu\text{g/g}$]	
Kanečci	0,084	0,048
Vepři	0,037	0,026
Prasničky	0,029	0,028

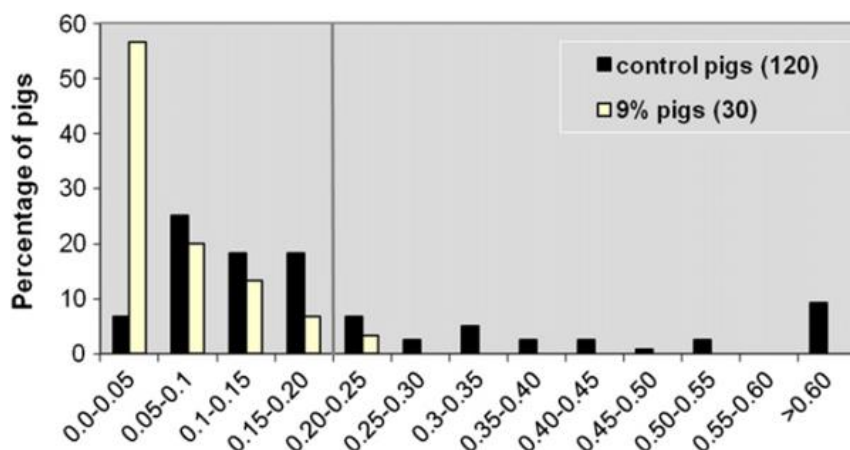
V oblasti krmivářství však stále probíhá intenzivní výzkum na téma krmných doplňků, které mohou eliminovat výskyt kančího pachu v mase. Jedním z perspektivních se zdá být sušený kořen čekanky, bohatý na polysacharid inulin (Dostálová et al., 2008).

3.9.1.1 Vliv čekanky na pach kančího masa

Kořeny čekanky (*Cichorium intybus L.*) jsou obzvláště bohaté na frukto-oligosacharid inulin, který není štěpen v tenkém střevě a je schopen změnit mikrobiální fermentaci ve střevě tlustém s následným snížením tvorby skatolu. V předchozích studiích se získaný inulin z kořenů čekanky osvědčil při snižování úrovně skatolu (Zammerini et al., 2012).

Výzkumem se v sedmi zemích zjistilo, že větší vliv na kančí pach má právě skatol ve srovnání s androstenonem. Protože se prokázal jistý synergický účinek mezi sloučeninami, že právě skatol zvyšuje intenzitu pachu androstenonu, bylo tedy nutné zjistit, jak snížit množství skatolu a tím i intenzitu pachu androstenonu (Zammerini et al., 2012).

Na tuto otázku odpovídá v neposlední řadě výzkumem Zammerini et al. (2012). V této studii bylo zjištěno, že přidavek 5 % sušeného kořene čekanky do krmné dávky, odpovídající 3 % inulinu, do komerčně prodávaného produktu Fibros 60, dokážeme snížit obsah skatolu v tuku o 0,10 $\mu\text{g/g}$ u pěti případů ze sedmi testovaných. Výsledky hlavního krmného testu prokázaly, že krmení 9 % čekankou minimálně dva týdny před porážkou dokáže snížit hodnoty skatolu na minimum. Z Obrázku 6 je patrné, že více než 55 % prasat krmených 9 % čekankou po dvou týdnech mělo koncentraci skatolu v tuku nižší než 0,05 $\mu\text{g/g}$. Pouze 5 % testovaných prasat byla za nepřijatelnou hodnotou 0,20 $\mu\text{g/g}$. Tento výsledek byl převážně viditelný na kastrátech. Snížení koncentrace skatolu bylo doprovázeno významným snížením zápachu vařeného tuku, bez ohledu na výši koncentrace androstenonu. Na základě těchto výsledků lze těžko odůvodnit navýšení ceny vepřového masa krmného doplňkem čekanky, neboť cena na výkrm jednoho prasete se navýší o pouhé £3 (Zammerini et al., 2012).



Obrázek 6: porovnání koncentrace skatolu testovaných a kontrolních prasat (2 týdny) (Zammerini et al., 2012)
(percentage of pigs = procento z testovaných prasat; control pigs = kontrolní skupina prasat; pigs = testovaná prasata)

3.9.2 Prostředí

Prostředí je vnější faktor spolupůsobící na výskyt kančího pachu. Znečištěná podestýlka a vysoká hustota zvířat v kotci zvyšuje riziko nežádoucího výskytu kančího pachu v mase, stejně jako výše teploty. V letním období je zapotřebí počítat s vyšším výskytem kančího pachu (Tabulka 5) (Dostálová et al., 2008).

Tabulka 5: Vliv období a znečištění kotce na koncentraci skatolu v tuku (Šprysl et al., 2005)

Roční období/prostředí	Koncentrace skatolu [$\mu\text{g/g}$]	
	Kanečci	Prasničky
Léto, více než 22 °C; 0,6 m ² ; špína	0,26	0,17
Léto, více než 22 °C; 1,2 m ² ; čisto	0,14	0,10
Zima, více než 17 °C; 0,6 m ² ; špína	0,13	0,11
Zima, více než 17 °C; 0,6 m ² ; čisto	0,08	0,06

Lze také říci, že použití celoroštů má významný vliv na čistotou kotce a tím na snížení projevu kančího pachu, neboť se skatol může vstřebávat z výkalů zpět do těla skrz kůži. Oproti tomu polorošty, či pevné podlahy jsou v tomto směru méně vhodné. Ozonizace prostředí výkrmu pozitivně snižuje výskyt kančího pachu stejně jako fotoperioda (prodlužování dne), avšak jako negativní efekt se projeví zvýšením koncentrace androstenonu (Šprysl et al., 2005).

3.9.3 Genotyp

Genotyp výrazně ovlivňuje výskyt pachu v těle prasat. Byla prokázána velká variabilita mezi jednotlivými plemeny a liniemi. U prasat z ušlechtilejších plemen byla sledována nižší tvorba pachových látek než u prasat méně ušlechtilých (Dostálová et al., 2008).

V současné době byly v molekulárně genetických studiích lokalizovány kandidátní geny odpovědné za ukládání androstenonu a skatolu v těle. Tato specifikace genů nám umožňuje ve šlechtitelských programech vyřazení kanců s předpoklady pro nadměrné ukládání a syntézu androstenonu a skatolu (Dostálová et al., 2008).

Redukce kančího pachu pomocí genetické selekce se zdá být slibnou cestou, neboť koncentrace androstenonu a skatolu vykazují střední dědivost (Strathe et al., 2013).

Kvantitativní znakové lokusy (QTL) obsahují geny ovlivňující specifické rysy, které mohou být identifikovány porovnáním genotypu s fenotypem, či s určitým znakem, který je sledován (Zadinová et al., 2016). Quintanilla et al. (2003) a Lee et al. (2005) identifikovali několik QTL pro androstenon a skatol v experimentální populaci kříženců (Meishan a Landrace) následně Lee et al. (2005) určil lokace QTL s největším vlivem na indol a skatol na chromozomu 14 (SSC14). Lokace s QTL pro androstenon se nacházejí na chromozomech 2, 4, 6, 7 a 9. Přičemž pouze na chromozomu 6 (SSC6) je nesena informace způsobující nepříjemný zápach a chuť vepřového masa. Quintanilla et al. (2003) identifikoval QTL ovlivňující hladinu androstenonu v tukové tkáni na chromozomech 3, 4, 7, 14 a také na krátkých koncích ramen chromozomů 6 a 9. Tyto výsledky naznačují, že koncentrace androstenonu a skatolu jsou řízeny velkým počtem genů, které se navzájem ovlivňují.

Hlavními geny zapojených do syntézy androstenonu jsou CYP17A1, CYB5A (Davis et Squires, 1999) a LHB, gen kódující β -řetězec luteinotropního hormonu (Duivesteijn et al., 2010). Lin et al. (2005) zjistil, že mutace genu CYB5A má za výsledek snížení koncentrace androstenonu v těle prasete a Quintanilla et al. (2003) zmínil možný efekt u genů CYP21A2 a CYP11A1 lokalizovaných na chromozomu 7.

Pro skatol jsou důležité dva geny CYP2A6 a CYP2E1. Přičemž jsou to geny, které mají největší vliv při metabolismu skatolu v játrech (Diaz et Squires, 2000). Podle Duivesteijn et al. (2010) a Chen et al. (2008) gen známý v lidském genomu jako CYP2A6 je totožný s prasečím genem CYP2A19, proto je v mnoha studiích týkajících se kančího pachu tento gen označován jako CYP2A6. Wiercinska et al. (2012) zjistili, že další potenciální regulátor metabolismu kromě CYP2E1 je také CYP2A19 a CYP2C49. Skinner et al. (2006) také testoval vliv CYP2C18 u hybridů dánské populace (Landrace – Yorkshire – Duroc), avšak studie neprokázala žádný vliv tohoto genu na metabolismus skatolu. Matal et al. (2009) také potvrdili vliv CYP2E1 a doporučil přezkoumání vlivu genů CYP2A19 a CYP1A2 na metabolismus skatolu.

3.9.4 Hmotnost a stáří zvířete

Za nutné se pokládá výkrm odděleného pohlaví, neboť nástupem pohlavní dospělosti se zvyšuje tvorba steroidních hormonů, odpovědná za zvýšenou tvorbu a ukládání pachových látek. V literatuře se uvádí hranice věku 6 měsíců jako ještě bezpečná pro produkci masa z mladých kanců s podlimitní hladinou androstenonu a skatolu. Nástup puberty je ovlivněn plemenem a jeho raností. Dá se však urychlit ustájením prasniček s kanci (Dostálová et al., 2008).

Při hodnocení vlivu hmotnosti na obsahu androstenonu a skatolu v těle, lze konstatovat, že se zvyšující se hmotností jejich koncentrace ve svalových a tukových tkáních stoupá. Výskyt kančího pachu je podlimitní do hmotnosti 80 kg. S nízkým výskytem kančího pachu lze kanečky vykrmovat do hmotnosti 100–110 kg živé hmotnosti (Dostálová et al., 2008).

Toto tvrzení je v souladu s tím, že koncentrace androstenonu je závislá na pohlavním vývoji. Různé studie prokázaly, že hladina androstenonu v tuku stoupá s věkem zvířete. Je však obtížné oddělit účinky věku a živé hmotnosti, neboť s rostoucím věkem dochází ke zvyšování živé hmotnosti a tím i kombinací obou vlivů (Hendriks et King, 2002).

Výkrm kaneček do nižší porážkové hmotnosti (≤ 90 kg) a maximálně do věku 180 dní je jednou z možností, jak využít biologických rezerv a zvýšit efektivitu produkce vepřového masa. Kanečci dosahují v porovnání s kastráty prokazatelně lepších ukazatelů užitkovosti a jatečné hodnoty, což při dosažení některých důležitých zásad v chovu může v nových legislativních podmínkách znamenat výrazný ekonomický efekt (Jedlička, 2012).

3.9.5 Kastrace

Pro některá rizika spojená s kastrací, zejména dospělých samců, chovatelé tradičně nevykonávali tento invazivní zákrok sami, ale využívali služeb zvěrokleštičů. K úplnému zániku tohoto výnosného řemesla po II. světové válce, kdy bylo provádění kastrací domácích zvířat zahrnuto do náplně práce nově vzniklé československé veterinární služby, kde byla tato činnost v chovech prasat prováděna zpravidla veterinárními techniky (Bernady, 2010).

Téma kastrace zvířat je debatováno již velmi dlouhou dobu. U zvířat určených k výkrmu byla prováděna kastrace nejen z důvodu snížení temperamentu, ale hlavně z důvodu snížení kančího pachu v jatečném těle. Kastrace také byla v některých zemích, a také ještě je, vykonávána i na samicích. Například v Portugalsku a Španělsku, kde je přibližně 75 % prasniček kastrovaných veterinářem ve věku 30–50 dní (Migdał et al., 2009).

V současné době se tedy provádí kastrace u mladých kanců. V Evropské Unii je kastrace invazivní metodou bez anestézie povolena pouze do sedmi dní života selete. Ve Švýcarsku je od roku 2009 chirurgická kastrace bez anestézie zakázána a v Norsku vstoupil tento zákaz v platnost roku 2015 (Migdał et al., 2009). Jedním z předpokladů bylo od roku 2018 invazivní chirurgickou kastrací bez anestezie v Evropské Unii zakázat úplně (Okrouhlá et al., 2016).

Ve Velké Británii a Irsku obecně kastraci mladých kanců neprovádějí. Oproti tomu se musí vzít v úvahu, že jedna z nejnižších porážkových hmotností je právě ve Velké Británii a Irsku. Konkrétně v VB 76,6 kg a Irsku 74,0 kg (Migdał et al., 2009).

3.9.5.1 Chirurgická kastrace

Chirurgická kastrace je velmi efektivní vůči tvorbě kančího pachu, neboť předchází syntéze androstenonu ve varlatech. Oproti tomu je kastrované zvíře „ochuzené“ o anabolický efekt androgenů produkovaných ve varlatech, což má za následek horší konverzi krmiva a produkci (Walstra, 1974).

Ačkoliv se stále může provádět kastrace selat bez analgetik prvních 7 dní po narození, je mnoho důkazů o tom, že kastrace v jakémkoli věku je velmi bolestivá a může mít velký vliv na welfare zvířete. V dnešní době je již zaregistrováno dostatečné množství analgetik, která se mohou u selat používat (Prunier et al., 2006).

Někteří chovatelé prasat vykonávají kastraci hned v den narození, nebo den poté současně s kupírováním ocasu, či vytrhávání zubů. Operace u takto mladých selat je velmi náročná na obratnost, neboť jsou varlata velmi malá. Mimoto je zde zvýšené riziko neúplné kastrace, protože jedno, nebo obě varlata nemusejí být plně sestoupena (Prunier et al., 2006).

Průběh chirurgické kastrace je velmi jednoduchý. Sele je fixováno pomocníkem a je veden jeden příčný horizontální, nebo častěji dva souběžné sagitální řezy skalpelem. Vlastní kastrace je provedena s nepokrytým provazcem semenným. Varlata jsou vybavena z kastrovačnické rány a z obalů, a i s nadvarlaty jsou v distální části semenného provazce oddělena za pomoci emaskulátoru. Po zákroku je provedeno místní aseptické ošetření. Nástroje jsou během procedury uloženy v aseptickém roztoku (Bernady, 2010).

Ke znecitlivění se používá lokální anestetikum (nejčastěji lidokain) buď intramuskulárně, nebo častěji přímo k semennému provazci. Lze také použít celkovou anestezii například směs halotanu se vzduchem. V Nizozemí je možné použít i CO₂ s tím, že je volně přístupný i pro laické použití (Bernady, 2010).

3.9.5.2 Imunokastrace

Vlivem tlaku veřejnosti na omezení chirurgické kastrace se nabízí jako slibná metoda kastrace imunologickou cestou. Vakcína stimuluje tvorbu specifických protilátek proti gonadotropin-releasing hormonu (GnRH) po revakcinaci na konci výkrmu (Bernady, 2010).

Existují dva různé způsoby imunokastrace. První způsob zdůrazňuje potřebu úplné kastrace zvířete a jsou zde jednoznačné výsledky na hmotnost varlat. Tento způsob je proveden časnou kastrací. Nicméně většina ekonomických výhod nekastrovaných zvířat je ztraceno. Ve skutečnosti v porovnání s nekastrovanými kancí mají kastrovaná zvířata imunizací slabší konverzi krmiva a vykazují vyšší obsah tuku v poraženém těle. Druhá možnost zachovává výhody nekastrovaných kanců a imunizovaných zvířat. Úkolem je udržet sekreci anabolických steroidů, jak nejdéle to bude možné a zároveň získat dostatek času, aby bylo možné snížit koncentrace androstenonu a skatolu v tuku mezi imunokastrací a porážkou. Nevýhodou této metody je nutnost měření koncentrace androstenonu v JUT, protože varlata nejsou z funkce zcela vyřazena (Prunier et al., 2006).

Možné nevýhody, které mohou bránit komerčnímu rozvoji jsou:

- Náklady na léčbu. Nicméně tyto náklady musejí být porovnány s ekonomickou hrozbou zákazu chirurgické kastrace kanců.
- Možnost a cena kontroly na porážce.
- Bezpečnostní problémy pro člověka. Protože je imunogen druhově nespecifický, a je zde riziko sebeaplikace při vakcinaci prasat. Z tohoto důvodu je aplikátor vybaven několika pojistkami.
- Welfare zvířat. Problém imunokastrace není ještě příliš probádán, a tak ještě nejsou známy veškeré vlivy. Prozatím můžeme říci, že imunizované kusy se chovají stejně jako zvířata kastrovaná chirurgicky (Prunier et al., 2006).

Vlivem na růstovou výkonost a koncentrace pachových látek u imunokastrovaných vepřů, nekastrovaných kanců, chirurgicky kastrovaných selat a prasniček mezi první a druhou imunokastrací a následnou porážkou se zabýval Stupka et al. (2017). Pro pokus byla vybrána skupina 70 prasat kříženců (Bílé ušlechtilé x Landrase) x Duroc.

Výsledky (Tabulka 6) těchto měření určily nekastrované kance jako objekty se zdaleka nejvyšší koncentrací androstenonu s průměrnou hodnotou 2,38 µg/g. Imunokastrovaná zvířata skončila druhá s koncentrací 0,53 µg/g. Tato hladina je dosti nízká, aby podle Grindflek et al. (2011) nebylo maso zákazníkem odmítnuto. Nejlépe pak skončila chirurgicky kastovaná selata (0,18 µg/g) a prasničky (0,19 µg/g). Podobný trend lze pozorovat u koncentrace skatolu, který se za nepřijatelnou mez 0,2 µg/g dostává pouze u nekastrovaných kanců. Rozdíly hmotností varlat a Cowperovy žlázy u imunokastrovaných vepřů a nekastrovaných kanců jsou značné. Průměrná hmotnost varlat kanců činila 415,8 g. Oproti tomu u imunokastrovaných zvířat pouze 255 g. U Cowperovy žlázy dochází ke stejnému zmenšení. Tímto byl dokázán redukční účinek imunizace na pohlavní žlázy, díky kterému dochází ke snížení hladin androstenonu a skatolu (Stupka et al., 2017).

Tabulka 6: Hladiny androstenonu, skatolu a hmotnosti varlat a Cowperovy žlázy (Stupka et al., 2017)

Ukazatel	Imunokastrovaná zvířata	Chirurgicky kastovaná selata	Nekastrovaní kanci	Prasničky
Androstenon (µg/g)	0,53 ± 0,70	0,18 ± 0,14	2,38 ± 0,67	0,19 ± 0,17
Skatol (µg/g)	0,06 ± 0,05	0,05 ± 0,02	0,22 ± 0,06	0,05 ± 0,03
Hmotnost varlat (g)	255,0 ± 160,3		41,8 ± 100,3	
Hmotnost varlat/živá hmotnost (%)	0,24 ± 0,14		0,40 ± 0,11	
Cowperova žláza (g)	78,2 ± 25,1		130,0 ± 35,6	
Cowperova žláza/živá hmotnost (%)	0,07 ± 0,02		0,12 ± 0,04	

V dnešní době je neobvyklejší vakcinace přípravkem ImprovacTM od společnosti Zoetis. Tato látka se úspěšně používá v 59 zemích světa už více než 10 let. Při aplikaci vakcíny ImprovacTM se kanci mohou vyvíjet stejně jako normální samci až do aplikace druhé dávky (Velechovská, 2011). První dávka se podává při dosažení 25 kilogramů a druhá čtyři až šest týdnů před porážkou (Jedlička, 2012). To je dostatečná doba k tomu, aby se koncentrace androstenonu snížila pod hranici <1 µg/g a skatolu <0,2 µg/g. První dávka stimuluje imunitní paměťové buňky zvířete, ale ještě neovlivňuje funkci varlat. Druhá dávka vyvolá produkci specifických protilátek a vyloučení látek způsobujících kančí zápach (Velechovská, 2011).

Látka ImprovacTM nemá na tělo zvířete kromě tvorby protilátek žádný negativní účinek. Ve srovnání s produkty mající farmakologickou aktivitu, jsou vakcíny považovány díky nestabilitě biologické molekuly za bezpečné. Stejně jako ostatní proteiny je vakcinační antigen rozložen v těle vakcinovaného zvířete. Ale i kdyby k tomu za jakýkoli okolností nedošlo, byl by zničen v masě při jeho tepelné úpravě, nebo rozložen v žaludku a střevě. Díky těmto

vlastnostem je Evropskou lékovou agenturou stanovena nulová ochranná lhůta (Velechovská, 2011).

3.9.5.3 Chemická kastrace

Chemická kastrace je metoda založená na lokální destrukci tkáně varlat různými chemickými sloučeninami (Prunier et al., 2006).

Bylo zkoumáno mnoho sloučenin na různé druhy živočichů. Chemikálie účinné na tkáň varlat prasat jsou například mléčná kyselina, octová kyselina a zinečnaté soli. Vliv těchto sloučenin nám prezentuje Tabulka 7 (Prunier et al., 2006).

Tabulka 7: Vliv chemikálií na vývoj varlat (Prunier et al., 2006)

Chemická sloučenina	Efekt na vývoj varlat
Manganistan draselný + kyselina octová	Zmizení zárodečných buněk
Dusičnan stříbrný, kyselina mléčná	Plná atrofie testikulární tkáně
Octan zinečnatý	O 75 % nižší obsah androstenonu v plazmě O 48 % nižší obsah skatolu v tuku

Chemická kastrace má mnoho nezpochybnitelných výhod. Jsou jimi například:

- Jednoduché podání dávky.
- Bezpečnost pro zvířata a lidi, kteří je podávají.
- Nízká cena.
- Nevývólávají krvácení a působí velmi malou bolest.
- Mají velmi málo vedlejších účinků. (Velmi malé riziko pooperační infekce.) (Prunier et al., 2006).

Na druhou stranu se mohou u některých jedinců dostavit velmi silné záněty, otoky šourku a varlat. Proto je toto téma ještě nutné značně probádat, neboť právě tyto vedlejší účinky jsou velmi bolestivé pro kastrované zvíře (Prunier et al., 2006).

3.10 Aspekty ovlivňující vnímání kančího pachu hodnotitelem

3.10.1 Pohlaví hodnotitele

Zatímco je na skatol citlivých 99 % konzumentů, na androstenon je citlivá pouze určitá část populace a zbylá jej nedokáže vnímat vůbec. Proto je důležité se zaměřit spíše na tuto složku kančího pachu a jakým způsobem ji co nejvíce eliminovat (Weiler et al., 2000).

Tato necitlivost k androstenonu je dána geneticky a jednou z příčin je pohlaví daného hodnotitele (Elseley, 1968). Ženy jsou k vnímání androstenonu obecně více citlivé. Podle výzkumu Gilbert et Wysocki (1987) je v Evropě poměr necitlivých mužů a žen 24,1 % ku 15,8 % vyjímaje Spojené Království. Ve Spojeném Království je to již 30,0 % ku 10,9 %, v USA 37,5 % ku 29,5 % a v Asii podobně jako v Evropě 25,5 % ku 17,2 %. V Německu bylo

dokonce zjištěno, že počet nesenzitivních mužů je 70,0 % a žen 66,0 % a ve Španělsku se jedná o 60,0 % mužů ku 48 % žen. Tyto rozdíly však mohou být důsledkem různé metodiky a určení hodnoty anosmie, které se v daných studiích liší (Weidler et al., 2000).

Například Bekaert et al. (2011) zjistil na Vlámském (severní Belgie) obyvatelstvu, z celkového počtu mužů (n=716) je citlivých pouze 38,3 %, oproti ženskému vzorku (n=853), kde bylo citlivých více než polovina testovaných osob (51,1 %). Tyto naměřené hodnoty se, ale celkem významně liší od evropského průměru (viz. Gilbert et Wysocki, 1987).

Podle Font i Furnols et al. (2003) je vliv pohlaví na vnímání androstenun značný. Přijatelné koncentrace androstenonu pro chuť a vůni jsou nižší pro ženy než pro muže (Tabulka 8). Což se přikládá k vyšší celkové senzitivitě žen na tento pohlavní hormon.

Tabulka 8: Citlivost na androstenon, vliv pohlaví (stupnice přijatelnosti od 1 (přijatelné) do 7 (nepřijatelné)) (Font i Furnols et al., 2003)

	n	Chuť	Vůně
Muži	1148	3,56	3,97
Ženy	1242	3,76	4,09

Citlivost na androstenon se jeví jako velmi významný faktor v konzumaci vepřového masa. Většinou se určuje jako hodnota po očichání čistého vzorku androstenonu o různých koncentracích hodnotitelem a následného hodnocení masného vzorku. Je však i několik konzumentů, kteří vykazují jistou zálibu v tomto pachu, a proto je také i tuto skupinu populace brát v potaz (Pause et al., 1999).

Výsledky ze studií porovnávající muže a ženy vyplývá, že ženy jsou citlivější na androstenon než muži a zároveň jeho vůni označují mnohem častěji jako typicky mužskou/zvířecí. Avšak v daných studiích nebyly potvrzeny rozdíly u senzitivních mužských a ženských jedinců s ohledem na přijatelnost pachu, identifikaci, nebo vyloženou senzorickou rušivost a odpornost (Ferdezi et al., 2019).

3.10.2 Věk hodnotitele

Jak bylo zjištěné mnohými studiemi, velmi mladé děti dokáží velmi často detekovat pach androstenonu, zatímco přibližně 40-50 % dospělých to nedokáže (Dorries et al., 1989).

Tyto změny ve vnímání nadrostenonu mohou být spojeny s se zvýšenou funkcí hormonální soustavy během dospívání. Toto tvrzení bylo již dříve dokázáno u mnoha živočišných druhů. U lidí se tyto olfaktometrické změny spíše zkoumaly v souvislostech pohlaví, hormonálních poruchách, během léčby a těhotenství (Breipohl, 1982). I mnohé starší studie dokazují, že existuje spojení mezi funkcí hormonální soustavy a čichem.

Novější studie potvrzují, že je zde velmi výrazný rozdíl mezi ve vnímání kančího pachu v průběhu života. Z Tabulky 9 vyplývá, že senzitivita roste s věkem až do 60 roku života, kde se nadále snižuje (Font i Furnols et al., 2003) Tato zvýšená senzitivita do 60 roku života lze vysvětlit rozvinutím citlivosti na androstenon u zdánlivě anosmických jedinců (Wysocki et al., 1989). Snižování citlivosti lze vysvětlit i tím, že stárnutí má celkově negativní vliv na vnímání

chutí a pachů. Nejvýraznějším nárůst senzitivity na androstenon se jeví při testování pachu a chuti vorků najednou.

Tabulka 9: Vliv věku na vnímání androstenonu (Font i Furrnols et al., 2003)

Stáří (roky)	Citliví [%]	Mírně citliví [%]	Necitliví [%]
18-25	21,4	10,5	68,1
26-40	30,0	17,0	53,0
41-60	40,0	17,6	42,4
61-75	23,9	13,4	62,7

3.10.3 Genetická predispozice hodnotitele

Jako velmi důležitý aspekt ve vnímání androstenonu se jeví genetické založení hodnotitele. Lidské vnímání pachů se mezi jednotlivci velmi liší. Ať už v intenzitě, či v posuzování příjemnosti pachu. Androstenon je aromatický steroid tvořený z testosteronu a je vnímán různými způsoby. Pro některé jedince se jedná o nepříjemný nasládlý pach moči, pro jiné zas vůni rostlin a některá skupina jej necítí vůbec. Podobné vnímání bylo pozorováno i u jiných sloučenin (Keller et al., 2007).

Podle Keller et al. (2007) je za vnímání androstenonu zodpovědný lidský čichový receptor OR7D4. Tento receptor je možné *in vitro* aktivovat androstenonem a příbuzným steroidem androstadienonem. Běžná varianta tohoto receptoru (OR7D4 WM) obsahuje dvě nerovnoprávné varianty nukleotidových polymorfismů (SNPs), které následně vytváří různé aminokyseliny (R88W, T133M; proto „RT“). Ty pak následně vážně poškozují funkci *in vitro*. Lidé s genotypem RT/WM, nebo WM/WM jsou obecně méně citliví k androstenonu a shledávají ho méně nepříjemný než lidé s genotypem RT/RT.

Genotypové varianty čichového receptoru OR7D4 jsou tedy přímo zodpovědné za příjemnost, či nepříjemnost a intenzitu vnímání androstenonu (Keller et al., 2007).

Také proběhla studie, ve které byli vyhodnocovány jednovaječná a dvojevaječná dvojčata. A bylo zjištěno, že jednovaječná dvojčata vykazovala mnohem více stejnou senzitivitu oproti dvojčatům dvouvaječným (Wysocki et Bouchamp, 1984)

3.10.4 Národnost hodnotitele

V době, kdy byly poprvé provedeny první konzumentské testy vepřového v Evropě (Rhodes, 1972) byly nalezeny menší rozdíly mezi masem dospělých kanečků a prasniček, či kastrátů. Jednalo se o zkoušky pachu i chuti. Avšak v novějších studiích byly nalezeny jasné rozdíly mezi kanečkami, kastráty a prasničkami. Malmforn et Lundstrom (1983) zjistili, že obecná reakce v Evropě na maso kanečků je v 5-35 % negativní, oproti prasničkám a kastrátům

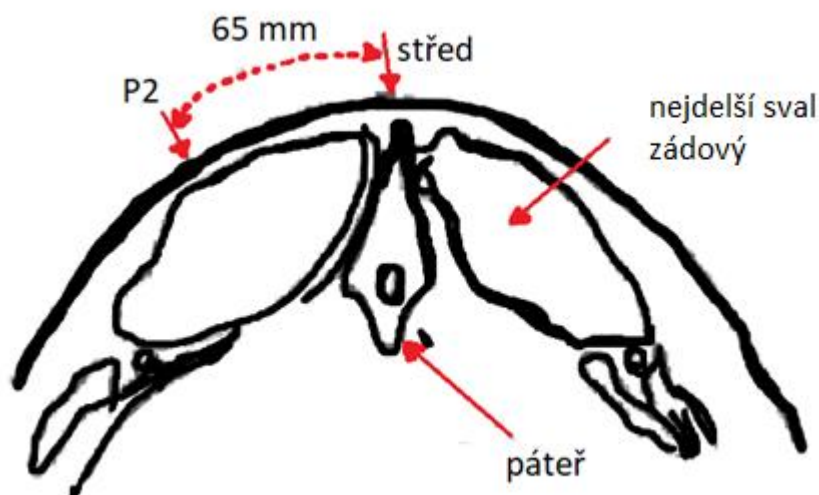
(3-10 %). Například i v irské konzumentské studii, kde byla porovnáována slanina z kanečků a prasníček (Cowan et Joseph, 1981).

Podle Dieste et al. (1990) bylo ve španělské studii jasně prokazatelný negativní postoj konzumentů vůči vzorkům s vysokým obsahem androstenonu vařených v domácím prostředí. Podobně Agerhem et Tornberg (1994) zjistili, že 8-15 % švédských obyvatel (konzumentů) vnímá pach a chuť kanečků jako nevábný. Oproti prasníčkám, které byly vyhodnoceny jako nepřijatelné pouze v 7,5 % a v případě aroma a 13,3 % v případě chuti. Dánští konzumenti jsou mnohem více citliví na pach vařeného vepřového masa než na jeho chuť. Také jsou mnohem více citliví ke skatolu než k androstenonu (Hansen-Mollet et Godt, 1995).

V roce 2000 byla provedena mezinárodní studie, které se zúčastnilo sedm zemí Evropské unie (Dánsko, Německo, Nizozemí, Francie, Španělsko, Švédsko a Spojené království). Z každé země bylo vybráno 240 konzumentů (dvojitě opakovaní) ve většinovém věkovém rozpětí 26-60 let a s lehkou převahou žen. Těmto konzumentům byly předloženy vzorky s nízkým, středním a vysokým obsahem skatolu a androstenonu. Po vyhodnocení výsledky ukázaly znatelné rozdíly mezi jednotlivými zeměmi. Francouzi a Švédové vykazovali nejvyšší procento citlivosti k chuti. Švédové také vykazovali nejvyšší citlivost k vůni testovaných vzorků podobně jako Němci. Bylo také zjištěno, že skatol má značný efekt na vnímání kančího pachu a jeho hodnocení. S výjimkou Švédska je vliv skatolu na chuť mnohem nižší než na pach. U androstenonu je znatelný vliv na chuť v Dánsku a Švédsku, zatímco na pach pouze v Nizozemí. Ve Spojeném království vliv skatolu na chuť je méně značný. Jako vysvětlení se jeví několik hypotéz. Jedna z možných je, že konzumenti byli vystaveni této látce po mnoho let a vyhodnocují vjem androstenonu a skatolu jako typickou součást chutě a vůně vepřového masa. Dalším z možných vysvětlení je, že Angličané konzumují mnohem více čerstvého vepřového masa oproti ostatním národům, kteří vepřové maso konzumují spíše ve formě zpracovaných produktů, v kterých je kančí pach redukován (Matthews et al., 2000).

3.10.5 Jatečná partie

Sloučeniny kančího pachu jsou lipofilního charakteru, a proto se převážně ukládají v tukové tkáni prasat. Nejběžnější tukovou tkání používanou k analýze koncentrací androstenonu a skatolu je využíván podkožní tuk z dorzálního středního bederního místa (P2) (Obrázek 4). Je to z důvodu, že obsah podkožního tuku je z celkového tělního tuku 60-70 % a zároveň je zde velmi jednoduché vzorkování bez poškození jatečného těla (Zammerini, 2010).



Obrázek 7: Typické místo odběru vzorků tuku

Některé studie se pokoušely najít jinou vhodnější alternativu vzorkování z jiných částí těla k určení hladiny skatolu a indolu. Jedná se například o serum, plasmu, slinné žlázy, nebo výkaly. Avšak pro androstenon se zatím nepodařilo najít vhodnou alternativu. Bylo popsáno, že chemická struktura a výstavba tukové tkáně se značně u prasat liší a nejspíše kvůli tomuto důvodu jsou zde rozdíly koncentrací (Zammerini, 2010). Hansen (1994) zjistil při měření hodnot pro skatol a indol značný rozdíl mezi hodnotami vnitřního a vnějšího tuku, oproti tomu García-Regueiro (2001) tento rozdíl nezaznamenal.

Koncentrace androstenonu a skatolu v různých částech jatečného těla není ještě příliš prozkoumaná. Studie se spíše zaměřovaly na možné alternativy měření vůči tukové tkáni (Claus, 1993). V několika studiích byly porovnávány různé koncentrace těchto látek z oblastí zad, krku a hlavy. Bylo zjištěno, že nejsou žádné rozdíly mezi středními hodnotami obou sloučenin v těchto lokacích. Avšak analýza zjistila, že hodnoty pro koncentrace skatolu naměřené v tuku na krku je lehce nadhodnocená v porovnání s koncentrací v zádovém tuku a tuku z hlavy. Zatímco hodnoty androstenonu se zdály být nadhodnocené v zádovém tuku oproti hodnotám z krku a hlavy (Zammerini, 2012).

Variabilita koncentrací androstenonu a skatolu v různých částí těla byla měřena Zammerini (2010). Podobně jako García-Regueiro (2001) nebyly v této studii nalezeny žádné rozdíly v průměrných hodnotách androstenonu a skatolu v zádovém tuku, krku a hlavy.

3.10.6 Způsob tepelné úpravy

Protože se vepřové maso málokdy konzumuje v syrovém stavu, je velmi důležitým faktorem ovlivňující vnímání kančího pachu způsob jeho tepelné úpravy.

Tímto problémem se zabýval i Whittington et al. (2011). V této studii bylo sledováno, jaký způsobem se ovlivní vnímání kančího pachu v závislosti na různých typech ohřevu sádla s různými koncentracemi androstenonu a skatolu. Sledovány byly vlivy čtyř způsobů ohřevu. Mikrovlnný ohřev, škvareň, grilování a vaření ve vodě. Výsledkem bylo, že byly nalezeny rozdíly mezi jednotlivými hodnotiteli, ale i mezi jednotlivými způsoby úpravy. Metoda grilování vykazovala vyšší hodnoty sensorického hodnocení pro abnormální pachy androstenonu a skatolu. Oproti tomu metoda vaření vykazovala nižší hodnoty sensorického

hodnocení. Avšak stále bylo možné rozlišit mezi dvěma extrémními (s vysokou a nízkou) koncentracemi androstenonu a skatolu v různých vzorcích. Zvláště u vaření při 75 °C. Škvaření sádla se neprokázalo jako vhodná metoda pro rozlišování různých vzorků, neboť nebylo možné rozlišit rozdíl i mezi koncentračně vzdálenými vzorky. U vzorků mající vysokou hodnotu androstenonu a nízkou skatolu, či naopak nebyl pach androstenonu hodnocen různě mezi danými skupinami. Ale i v tomto případě platí, že metody grilování a mikrovlnný ohřev vykazovaly lehce odlišný zápach na pozadí. Ve vzorcích s vysokým skatolem/nízkým androstenonem a vysokým skatolem/vysokým androstenonem byl sensorický rating stejný. To poukazuje na dominanci skatolu ve vnímání kančího pachu ve vzorcích tuku.

Následně Peñaranda et al. (2017) zjišťovali, jak se ovlivní vnímání kančího pachu v důsledku tepelné úpravy. Testování intenzity zápalu proběhlo v průběhu tepelné úpravy. Jednalo se o vaření ve vakuu (*sous-vide*), grilování, opékání v troubě a smažení. V případě středních hodnot androstenonu ve vzorcích bylo pořadí od nejsilnějších hodnot po nejslabší v tomto pořadí: Vaření ve vakuu, grilování, opékání v troubě a smažení. Pro vysoké hodnoty androstenonu bylo pořadí stejné, kromě grilování a vaření ve vakuu, které byly prohozené. Podle všech očekávání vedlo vaření ve vakuu k nejvyšším hodnotám zápalu, neboť se všechny těkavé složky zachytily uvnitř pytlíku, dokud nebyl otevřen. Vysoké hodnoty získané grilováním je možné částečně vysvětlit teplotou. Tím, že přenos tepla v průběhu grilování je více efektivní než opékání v troubě. Ve stejném testu pak proběhl výzkum sensorické analýzy daných vzorků. V případě smažení byly zaznamenány vyšší hodnoty masové chuti a nejnižší hodnoty přítomnosti androstenonu. Tento výsledek je velmi pravděpodobný, neboť smažení generuje unikátní vonné sloučeniny, které mohou zamaskovat aldehydy, alkoholy, estery, ketony, uhlovodíky, furany a jiné složky způsobující pachutě. Jako například i pachutě androstenonu. U grilování a pečení v troubě byly zaznamenány střední charakteristiky pro vnímání androstenonu, avšak tyto hodnoty nejsou příliš vhodné pro úpravu méně tučných partií. Neboť se jedná o velmi suché metody, které vysušují masové vzorky a ubírají jim tak na sensorické přijatelnosti. Metoda *sous-vide* vedla k příjemné měkkosti a šťavnatosti masa. Zároveň, ale také ke zvýšení vnímání pachu androstenonu. Tudíž tato metoda se nezá být příliš vhodná pro eliminaci kančího pachu.

3.10.7 Psychologické vlivy

Jak člověk vnímá přijatelnost masa, ale i jiných výrobků, nezáleží pouze na jeho fyzikálně chemických vlastnostech. Důležité je také očekávání a postoj hodnotitele.

Schází se zde dva vlivy označované bottom-up a top-down. Bottom-up se řídí charakteristikou podnětů přijímaných smyslovými orgány, zatímco top-down je vyvolán vírou, očekáváním, zkušenostmi a asociacemi daného jedince (Meier-Dinkel et al., 2013).

Již v roce 1964 Alison et Uhl systematicky zkoumali jaký vliv mají vnější faktory jako asociace, způsob balení a očekávání chuti u piva. Další podobné studie pak zjistily značný efekt informací o produktu na preferenci rozdílných potravin. Informace obsahovaly vliv značky, původu, nutričního obsahu, nebo informace spojené s výrobními charakteristikami. Vliv na směr a sílu vnímání přijatelnosti produktu nemusí být nutně stejná pro všechny konzumenty. Díky těmto výzkumům přetrvává otázka, zda jsou důležitější vlastnosti produktu, nebo kontext

a informace o něm. S ohledem na maso bylo například zjištěno, že označování jako „organické“, či „z volného chovu“ zlepšuje hedonické hodnocení.

Meier-Dinkel et al. (2013) zkoumali, zda sensorická přijatelnost vepřového masa může být negativně ovlivněna označením jako „kančí maso“. V této studii byl testovaným jedincům prezentován typ masa, který dostanou, cedulkou mající označení buď „vepřové“, nebo „maso z mladých kanců“. Hypotézou byla myšlenka, že tato cedulka zatupující označení původu na balení, vyprovokuje kognitivní procesy k očekávání chuti a přijatelnosti masa. Výsledkem však bylo, že nebyl zjištěn žádný důkaz o vlivu označení balení. Možným vysvětlením bylo, že lidé měli definovat pojem „maso mladých kanců“. A ze všech testovaných osob, kteří uznali, že jsou tento pojem schopni vysvětlit (86,9 % všech zúčastněných), bylo schopno správně definovat tento pojem pouze 29,0 % (způsobem jako: „maso nekastrovaných prasat“, nebo „maso pohlavně dospělých prasat“).

Další možným faktorem ovlivňujícím vnímání kančího pachu je zvyk kouření cigaret a podobných produktů. Je dokázáno, že kouření má dlouhodobě negativní vliv na čichový systém jedince, a to nejspíše z důvodu vlivu doprovodných chemikálií vznikajících při spalování, které mohou měnit čichovou sliznici a indukovat apoptózu sensorických neuronů (Katotomichelakis et al., 2007). Studie věnující se kančímu pachu a vlivu kouření na jeho vnímání nejsou příliš časté. Bekaert et al. (2011) při výzkumu na vlámském obyvatelstvu zjistili, že vnímání androstenonu není ovlivněno kouřením.

3.10.8 Maskování

Výsledky vnímání kančího pachu se velmi liší v závislosti na teplotě konzumování masa, koncentraci androstenonu a skatolu, nebo na použití možného maskování kančího pachu (Peñaranda et al., 2017). Z historického hlediska bylo velmi výhodné využívat některé maskovací metody, neboť dokázaly snížit nežádoucí kančí pach, ale i v některých případech zvýšily údržnost potravin inhibicí některých mikroorganismů, což bylo hlavně ve starších dobách velmi ceněné (Egea et al., 2017).

Některé studie dokázaly, že přidáním koření dokážeme snížit a zamaskovat kančí pach (Egelandsdal et al., 2004). Nejběžnějšími bylinami a kořeními jsou česnek, pepř, bobkový list, hřebíček, majoránka, koriandr, zázvor, či muškátový oříšek. Ale i dalšími možnými procesními úpravami, nejen přidáním koření, je možné tento pach eliminovat. Možné je třeba použít obalování a marinování, kde může být hlavní složkou vinný ocet, paprika a oregano. Obalované pokrmy jsou velmi oblíbené po celém světě, protože celkově zvyšují chutnost zvýšením měkkosti a šťavnatosti pokrmu uvnitř křupavé schránky (Egea et al., 2017).

Egea et al. (2017) hodnotili za pomoci trénovaného sensorického panelu kotlety jedinců s vysokými hodnotami androstenonu v tuku (1,0-2,9 mg/kg). A ekvivalentní partie z kastrovaných jedinců (<0,4 mg/kg). Kastrovaní i nekastrovaní měli nízké hodnoty skatolu v tuku (<0,1 mg/kg). Pro obě skupiny byly použity rozdílné úpravy a přísady koření. Očekávaným výsledkem bylo, že vzorky ze skupiny nekastrovaných jedinců bez žádné maskovací úpravy, vykazovala vyšší hodnoty než vzorky vepřů a kanečků s použitým maskováním. Hodnoty masové vůně (pro kastrované i nekastrované) byly vyšší pro vzorky maskované fenyklem, než pro obalování česnekem s petrželeí ve strouhance. Vnímané intenzity vůně byly nižší než pro chuť. Celkově, všechny vzorky ze skupin kastrovaných

a nekastrovaných s maskováním (obě) neměly mezi sebou žádné výrazné rozdíly v ohledu vůně a chuti. Výjimkou byl mix koření stávající se z provensálského koření, kmínu, muškátového oříšku a soli. V tomto případě maso kastrátů bez maskování obdrželo vyšší hodnocení pro masovou chuť než maso z kanečků s maskováním. Nutno dodat, že vůně koření se nelišila mezi ošetřenými vzorky z kanečků a vepřků. A zároveň měly mnohem vyšší hodnoty kořenné vůně než neošetřené maso z kanečků. Pach androstenonu byl značně zamaskován všemi maskovacími strategiemi a nebyly nalezeny žádné významné rozdíly mezi vzorky masa kanečků a vepřků. Avšak u kanečků byl flavor androstenonu sensorickým panelem detekován. Ke stejným výsledkům se dopracovali i Tørngren et al. (2011), že sensorické vnímání z masa kanečků s koncentrací androstenonu 2,1 μg na gram tuku, ošetřené směsí koření, není příliš rozdílné od vnímání stejně ošetřeného masa kastrovaných zvířat. Vzorky s česnekem a petržele v obalu měli nejvyšší hodnocení v oblasti kořenné vůně. Lze usuzovat, že je to z důvodu přítomnosti česneku, protože obsahuje mnoho aromatických sírných sloučenin schopných přebít pach androstenonu (Egea et al., 2017).

Důležitou možností, jak eliminovat kančí pach je určitá procesní úprava masa, která může i pozměnit jeho základní charakter. Jako velmi důležité se zdá teplota během konzumace zpracovaných výrobků. Jedná-li se o konzumaci za studena, minimalizujeme tím uvolnění pachu, zatímco konzumace za tepla toto uvolnění podporuje (Martínez et al., 2016).

Podle Martínez et al. (2016) byly zkoumány frankfurtské klobásy o přesně definovaném složení. Analyzováno bylo pět typů frankfurtských klobás s rozdílnými parametry ze stejného zvířete: uzené, vysoce aromatické a uzené, s kořením a bylinkami, s kořením, bylinkami a uzené a kontrola. Sensorické hodnoty pachu androstenonu u kontroly byly 3,1, zatímco pro maskované klobásy hodnocení pohybovalo od 0,0 do 0,9. Proto tyto výsledky se zdají být jako velmi kladné v oblasti maskování kančího pachu. Znalosti o mechanismu ohřevu ve vztahu k androstenonu jsou velmi malé. Hlavním reakce tvořící těkavé sloučeniny je Maillardova reakce. Reakce mezi aminokyselinami, redukcujícími cukry a termální degradací lipidů. Během této reakce vzniká množství sloučenin, jako jsou aldehydy, ketony, nukleotidy a další podobné látky mající vliv na aroma a chuť. Produkty Maillardovy reakce také reagují s ostatními komponenty masa a tvoří tím komplexní profil aromatických sloučenin typický pro daný výrobek.

Frankfurtské klobásy jsou konzumovány v teplém stavu a nízká detekce androstenonu v kontrolním vzorku může být vysvětlena tím, že se androstenon uvolnil během ohřevu ještě před samotnou analýzou. V případě ostatních vzorků byly nalezeny statisticky významné rozdíly pro pach androstenonu. Uzené vzorky a vzorky vysoce aromatické a uzené vykazovaly nižší skóre oproti vzorkům s kořením a bylinkami. Tento výsledek indikuje vyšší účinnost maskování při uzení oproti dochucování kořením a bylinkami. Výsledný závěr byl následně potvrzen, neboť vzorky kořeněné s bylinkami a zároveň uzené vykazovaly nižší skóre než jen čistě kořeněné vzorky (Martínez et al., 2016). Tyto závěry se shodují se Stolzenbach et al. (2009), kteří zjistili že přidáním tekutého kouře do výrobku bylo efektivní k odstranění kančího pachu. Avšak pouhé dodání tekutého kouře nebylo úplně dostatečné k naprostému odstranění kančího pachu za komerčních podmínek. Také bylo nutné definovat několik faktorů pro odstranění kančího pachu z výrobku. Důležité se zdají být typ kouře, délka udíacího cyklu a lepší obalový materiál umožňující průchod kouře do výrobku.

4 Metodika

4.1 Konzumentský dotazník

Pro obecné zhodnocení populace z hlediska senzitivity na androstenon a skatol byl vytvořen dotazník (Příloha 1) obsahující otázky ohledně konzumace masa a senzitivity na dané látky. Respondenti byli vybíráni z okolí, náhodných kolemjdoucích a blízkých osob. V tomto případě se velmi často jednalo o rodinné příslušníky, ale převážně byli dotazováni studenti a pracovníci vysoké školy České zemědělské univerzity v Praze.

Dotazník byl vytvořen strukturován tak, aby měl co největší vypovídající hodnotu ve vztahu ke spotřebě a preferenci vepřového masa s ohledem na citlivost k androstenonu a skatolu. A zároveň, aby nebyl pro respondenta příliš časově náročný z důvodu, že byl následně testován na různé koncentrace androstenonu a skatolu.

Pro potřeby dotazníku byly připraveny plastové zkumavky obsahující proužky filtračního papíru napuštěné roztokem androstenonu a skatolu o určité známé koncentraci. Zkumavky byly přechovávány uzavřené šroubovacím uzávěrem a velmi často byl jejich obsah obměňován z důvodu vytékání látek. Z tohoto důvodu bylo nutné zkumavky často kontrolovat, zda jsou stále senzorický aktivní.

Pro androstenon míchání koncentrací probíhalo v laboratorních podmínkách. Ze zásobního roztoku androstenonu (6,4 $\mu\text{g}/100 \mu\text{l}$) bylo odebráno vypočítané množství a smícháno s methanolem v takovém poměru, aby nám vznikly požadované koncentrace (Tabulka 10). Následně do kádinek s namíchanými vzorky byl ponořen proužek filtračního papíru (cca 1×7 cm). Po několika vteřinách byl vyjmut a vložen do uzavíratelné plastové zkumavky označené kódem (Příloha 2).

Tabulka 10: Příprava a klíč zkumavek o dané koncentraci androstenonu

Označení zkumavky	Methanol [ml]	Zásobní roztok androstenonu [μl] (6,4 $\mu\text{g}/100 \mu\text{l}$)	Koncentrace androstenonu [$\mu\text{g}/\text{ml}$]
A1	2	0	0
A2	2	0	0
A3	2	3,5	0,112
A4	2	7,5	0,240
A5	2	15	0,480
A6	2	30	0,960
A7	2	60	1,920
A8	2	100	3,200

U vzorků A1 a A2 byla záměrně použita nulová koncentrace androstenonu z důvodu předejití označení prvního vzorku, který hodnotitel dostane například po předchozím ovlivnění z vnějšího prostředí. V případě, že byla označena jedna z těchto možností, byl dotazník v daném parametru hodnocen jako neplatný.

Pro prvotní otestování citlivosti na androstenon byla použita trojúhelníková zkouška. Byly připraveny tři zkumavky (Tabulka 11) a pouze jedna z těchto tří zkumavek obsahovala filtrační papír napuštěný nejvyšší použitou koncentrací androstenonu v tomto testu (3,2 $\mu\text{g}/\text{ml}$). Zbylé dvě pak obsahovaly pouze nenapuštěný filtrační papír (Příloha 3). Tyto tři zkumavky byly zakódovány čtyřmístným kódem, od kterého znal klíč pouze tazatel nikoli respondent. Kódy bylo možné během míchání nových vzorků měnit dle libosti. Avšak bylo nutné si klíč poznamenat.

Tabulka 11: Klíč k trojúhelníkovému testu androstenonu

Označení zkumavky	Koncentrace androstenonu [µg/ml]
A442	0
A824	0
A319	3,200

Zkumavky byly testovanému předkládány v náhodném pořadí a mohl se k nim i vracet, pokud si nebyl jistý. Úkolem respondenta bylo správně určit zkumavku obsahující jiný pach.

V případě, že se dotazovanému nepodařilo určit správnou zkumavku, byl vyhodnocen jako „necitlivý“ a dále v testu nepokračoval. Pokud ovšem označil správnou zkumavku obsahující androstenon, byly mu předkládány zkumavky ze stupňující se koncentrací v přesném pořadí (Tabulka 10). Po respondentovi bylo požadováno, aby označil zkumavku, u které ucítí stejný pach jako v trojúhelníkové zkoušce. Následně bylo číslo zkumavky zaznamenáno do dotazníku. V testu se nebylo možné vracet ke zkumavkám, které hodnocený očichal, pokud si už čichl následující koncentraci.

Pro skatol byla připravena sada vzorků také v laboratorních podmínkách. Ze zásobního roztoku skatolu (0,6 µg/100 µl) se odebralo množství, které bylo potřebné pro namíchání předem daných koncentrací (Tabulka 12).

Tabulka 12: Příprava a klíč zkumavek o dané koncentraci skatolu

Označení zkumavky	Methanol [ml]	Zásobní roztok skatolu [μl] (0,6 $\mu\text{g}/100 \mu\text{l}$)	Koncentrace skatolu [$\mu\text{g}/\text{ml}$]
S1	2	0	0
S2	2	0	0
S3	2	5	0,015
S4	2	10	0,030
S5	2	20	0,060
S6	2	40	0,120
S7	2	60	0,180
S8	2	100	0,300
S9	2	200	0,600

Odměřený standard byl smíchán s methanolem v kádince, do které byl vložen proužek filtračního papíru. Po několika vteřinách byl filtrační papír vyjmut a vložen do plastové uzavíratelné zkumavky označené kódem (Příloha 4).

Stejně jako pro androstenon bylo nejdříve nutné namíchat vzorky do zkumavek (Tabulka 13) pro trojúhelníkovou zkoušku (Příloha 5), kde v pozitivní zkumavce byla koncentrace skatolu 0,6 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Tato koncentrace, podobně jako u androstenonu, byla stanovena z empirických důvodů. Dané množství by mělo být pro citlivé jedince snadno rozeznatelné.

Tabulka 13: Klíč k trojúhelníkovému testu skatolu

Označení zkumavky	Koncentrace skatolu [$\mu\text{g}/\text{ml}$]
S424	0
S981	0
S763	0,600

Vzorky z trojúhelníkové zkoušky byly respondentovi předloženy najednou a mohl je hodnotit ve volném pořadí. Úkolem bylo stejně jako u androstenonu určit zkumavku, která je odlišná od zbylých dvou. V případě, že se respondentovi nepodařilo určit správnou zkumavku

byl hodnocen jako „necitlivý“ ke skatolu a nebylo nutné pokračovat v testu dále. V případě nového namíchání vzorků je možné kódy měnit, je však nutné si tyto změny poznamenat.

Pokud byl hodnocený označen jako „citlivý“ ke skatolu, byl nadále testován vzorky s různou koncentrací se vzrůstající tendencí (Tabulka 12). Zkumavky byly předkládány v pořadí od nejnižší koncentrace po nejvyšší a respondent musel říci kdy ucítí pach skatolu. Zároveň se nebylo možné vracet zpět v případě, že již očichal následující koncentraci. Číslo zkumavky bylo zaznamenáno a byla k ní přiřazena určitá koncentrace dle Tabulky 12. V případě, že respondent označil jako pozitivní vzorky S1 a S2 byl dotazník hodnocen jako neplatný pro daný parametr, protože se v těchto zkumavkách nevyskytoval žádný skatol.

4.2 Maskování androstenonu a skatolu

4.2.1 Stanovení androstenonu a skatolu ve vzorcích pomocí HPLC

Pro vyhodnocení sensorického posouzení bylo nutné nejprve stanovit koncentrace androstenonu a skatolu v jednotlivých jatečných partiích zvířat.

Pro hodnoty androstenonu a skatolu byly odebrány vzorky tuku mezi 1. a 3. krčným obrátek. Odběr proběhl 24 hodin po porážce a vzorky byly zmrazeny bez kůže a svaloviny ve vakuově uzavřených baleních při $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ do doby analýzy. Obsah androstenonu a skatolu v tukové tkáni byl stanoven pomocí HPLC modifikované Hansen-Mollerem (1994).

Pro samotné stanovení androstenonu byla použita kolona Agilent Eclipse XDB C18 ($5\text{ }\mu\text{m}$, $150 \times 4.60\text{ mm ID}$) vyhřátá na $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Parametry mobilní fáze byly následující: A – tetrahydrofuran : acetonitril : A – tetrahydrofuran : acetonitril : fosfát sodný (25 mM) : octová kyselina (34 : 23.8 : 41.4 : 0.8), a B – metanol. Profil gradientu byl následující: 0–3,0 min, 90% A; 3.0–3,5 min, 90–45% A; 3.5–15.0 min, 45–5% A; 15.0–16.1 min, 5% A; 16.1–17,0 min, 5–90% A; 17.0–19.0 min, 90% A. Průtok kolny byl nastaven na 1, 2 ml/min s objemem vstříkovaní $40\text{ }\mu\text{l}$. Detekce fluorescencí byla provedena s excitací při 346 nm a emisí při 521 nm. Pro stanovení androstenonu ve vzorku byla použita standartní kalibrační křivka (Stupka et al. 2017).

Ke stanovení hladiny skatolu byla použita kolona Kinetex C18 100A ($5\text{ }\mu\text{m}$, $50 \times 4.60\text{ mm ID}$) vyhřátá taktéž na $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Parametry mobilní fáze byly: A – fosfát sodný pufr (10 mM) a B – metanol. Profil gradientního programu by následující: 0–0,2 min, 90% A; 0,2–6,0 min, 90–55% A; 6.0–7.0 min, 55–0% A. Průtok kolonou byl nastaven na 1,2 ml/min se vstříkovaním $21\text{ }30\text{ }\mu\text{l}$. Detekce fluorescencí byla provedena při excitaci 285 nm a emisí 340 nm. Taktéž jako u androstenonu byla použita pro stanovení hladiny skatolu standartní kalibrační křivka (Stupka et al. 2017).

4.2.2 Statistická analýza

Veškeré dílčí údaje byly zpracovány běžnými matematicko-statistickými metodami a vyjádřeny tabulkově i graficky, jak bez ohledu, tak s ohledem na hladinu skatolu v tuku maskování a partii. Všechny data byla dále zpracována statistickým programem SAS 9.4. Pro analýzu byly použity procedury MEANS a GLS. MEANS byl využit pro základní charakteristiky popisové statistiky. GLS byl použit pro průkaznost rozdílů u sledovaných

ukazatelů, a to díky analýze rozptylu. Zjištěné hodnoty jsou statisticky průkazné, když hodnoty $P \leq 0,05$.

4.2.3 Senzorická analýza

Pro přímé posouzení vnímání kančího pachu ve vepřovém mase byla provedena senzorická zkouška.

K vytvoření senzorického panelu byly vybrány osoby z konzumentského dotazníku, které vykazovaly senzitivitu k androstenonu a skatolu. Zároveň byli vybíráni takovým způsobem, aby věk a pohlaví bylo, pokud možno, vyvážené. Dále byli hodnotitelé případně ještě doškoleni, aby dokázali odlišit různé pachy a správně je vyhodnotit. Pro každé senzorické sezení byl vytvořen panel stávající se z 6-7 osob. Celkem proběhy 3 sezení pro každé testované zvíře zvlášť.

Na senzorickou zkoušku byl vytvořen dotazník (Příloha 6) obsahující šest hodnocených parametrů. Konkrétně se sledovala intenzita vůně, intenzita kančí vůně, příjemnost vůně, intenzita chuti, intenzita kančí chuti a příjemnost chuti. Výsledky se zanášely v dotazníku na nedělenou 10 cm dlouhou úsečku. Změřením vzdálenosti naneseného bodu od levého konce byla zjištěna hodnota, díky které možné statisticky vyhodnotit jednotlivé jatečné partie kanečků a vliv možného maskování. V této práci byly vybráni kanečci s různými hladinami androstenonu a skatolu v tukové tkáni (Tabulka 14).

Tabulka 14: Koncentrace androstenonu a skatolu ve vzorcích masa

Označení prasete	Koncentrace androstenonu [$\mu\text{g/g}$]	Koncentrace skatolu [$\mu\text{g/g}$]
498	6,524	0,463
489	6,848	0,069
471	6,305	0,269

Pro přípravu byly vybrány jatečné partie z poražených zvířat. Jednalo se o kýtu, krkovici, pečení a sádlo (Příloha 7). Tyto partie byly rozděleny na 3 stejné kusy a upraveny tak, že jeden vzorek byla kontrola bez maskování. Druhý byl dochucen čerstvým česnekem (český Dukát) (Příloha 9) nakrájeným na velmi jemné plátky a pečlivě rozprostřeným po vzorku tak, aby byl pravidelně česnekem obalen v koncentraci 30 g česneku na 1000 g masa (Příloha 8). Třetí vzorek masa byl pravidelně obalen v sušeném oregánu (KOTÁNYI) (Příloha 10) s koncentrací 2,5 g sušeného oregána na 1000 g masa. Ve všech případech byly vzorky samostatně uloženy do mikrotenových pytlíků. Ke vzorkům byla přiložena identifikační čísla a pytlíky byly pečlivě zavázány a uzavřeny tak, aby se do nich nemohla dostat voda. Následně byly pytlíky svázané k sobě podle kódů, které k sobě patří (vždy se jednalo o jednotlivou partii s různými úpravami, celkem 3 vzorky v jednom setu). Tím byly vytvořeny sety, které se servirovaly v jeden moment (Tabulka 15,16,17). Vzorky byly dále kulinářě upraveny vařením při 80 °C ve vodní lázni (GFL 1008) jednu hodinu (Příloha 11).

Tabulka 15: Klíč vzorků vaření. Vzorek číslo 498.

Set	Prase	Partie	Maskování	Kód
set1	498	kýta	kontrola	18
		kýta	česnek	26
		kýta	oregáno	13
set2	498	krkovice	kontrola	17
		krkovice	česnek	28
		krkovice	oregáno	31
set3	498	pečeně	kontrola	21
		pečeně	česnek	12
		pečeně	oregáno	22
set4	498	sádlo	kontrola	14
		sádlo	česnek	23
		sádlo	oregáno	16

Tabulka 16: Klíč vzorků vaření. Vzorek číslo 489.

Set	Prase	Partie	Maskování	Kód
set1	489	kýta	kontrola	32
		kýta	česnek	43
		kýta	oregáno	51
set2	489	krkovice	kontrola	50
		krkovice	česnek	39
		krkovice	oregáno	38
set3	489	pečeně	kontrola	44
		pečeně	česnek	41
		pečeně	oregáno	48
set4	489	sádlo	kontrola	47
		sádlo	česnek	42
		sádlo	oregáno	49

Tabulka 17: Klíč vzorků vaření. Vzorek číslo 471.

Set	Prase	Partie	Maskování	Kód
set1	471	kýta	kontrola	32
		kýta	česnek	40
		kýta	oregáno	27
set2	471	krkovice	kontrola	31
		krkovice	česnek	42
		krkovice	oregáno	45
set3	471	pečeně	kontrola	35
		pečeně	česnek	26
		pečeně	oregáno	36
set4	471	sádlo	kontrola	28
		sádlo	česnek	37
		sádlo	oregáno	30

Po uvaření byly vzorky jednotlivě v daném pořadí setů vyndávány z vodní lázně tak, aby ještě zůstaly teplé. Následně byly rozdělány igelitové pytlíky a vzorky byly ihned očištěny od dochucujících složek a nákrájeny na kostičky 1×1×1 cm pro každého respondenta. Talíře pro hodnotitele byly rozděleny na třetiny tak, aby se vzorky navzájem nedotýkaly a zároveň ke každému vzorku bylo napsáno kódové označení, pod kterým byl zaznamenán do sensorického dotazníku. Vzorky byly neprodleně, ještě teplé, předloženy k posouzení sensorickému panelu.

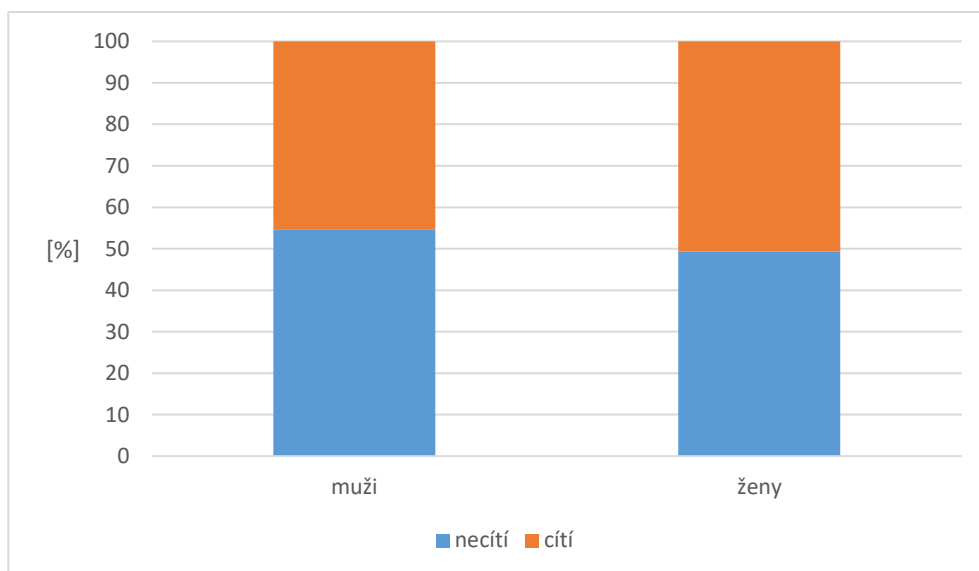
Výsledky hodnocení byly po absolvování šech tří sensorických sezení statisticky vyhodnoceny v programu SAS 9.4.

5 Výsledky

5.1 Konzumentský dotazník

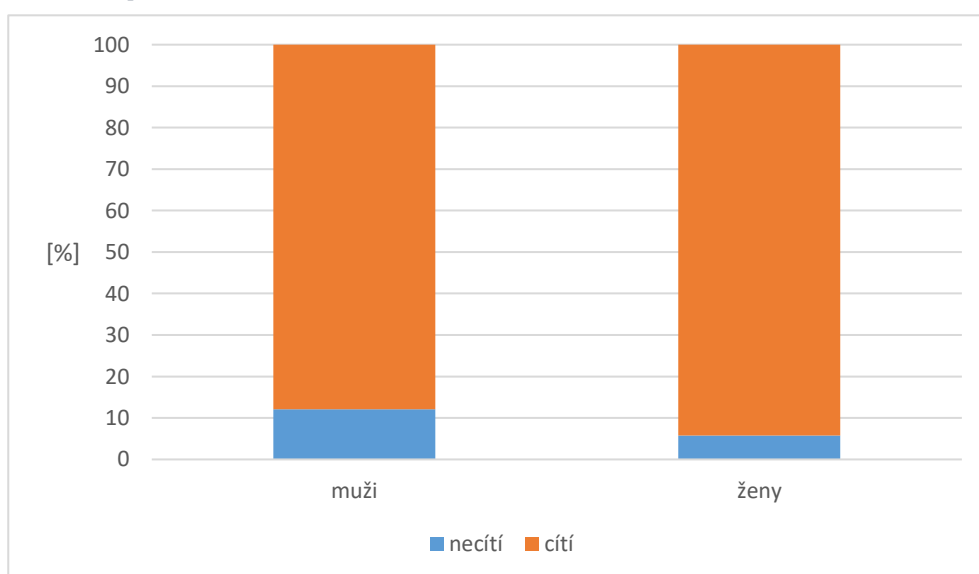
5.1.1 Vliv pohlaví na senzitivitu na androstenonu a skatolu

Graf 1: Vliv pohlaví na citlivost k androstenonu



Podle Grafu 1 vyplývá, že v české populaci je z hlediska androstenonu a něco více anosmických jedinců z řad muž než žen, ale stále se jedná o velmi blízké hodnoty. Konkrétně z našeho výzkumu plyne, že necitlivých mužů k androstenonu je přibližně 54,5 %. U žen je to velmi vyrovnaná bilance. Přibližně 49 % necitlivých a 51 % citlivých. Tyto výsledky lehce korespondují s Bekaert et al. (2011), podle kterého v severní Belgii je necitlivých mužů 61,7 % a žen 48,9 %.

Graf 2: Vliv pohlaví na citlivost ke skatolu



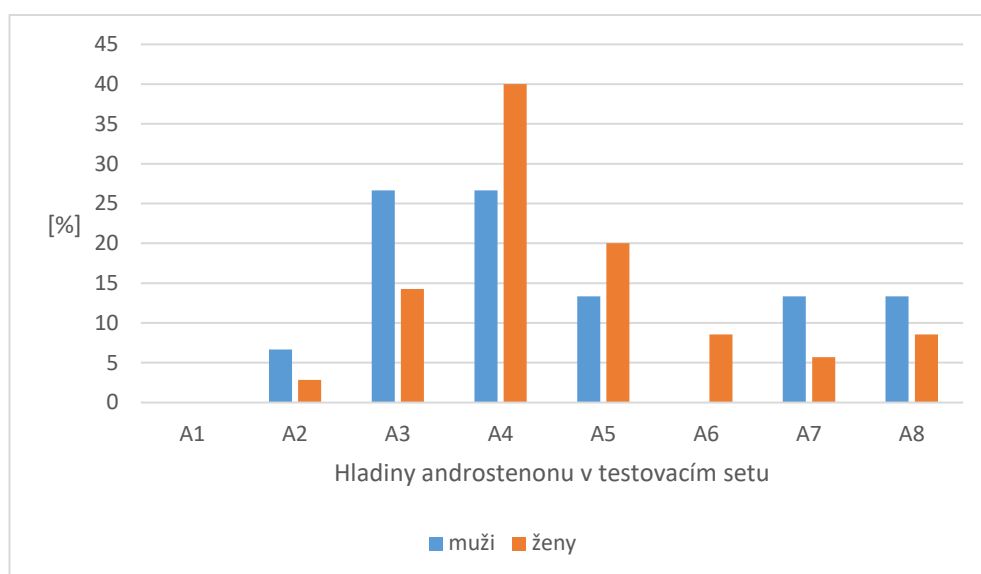
Oproti tomu z Grafu 2 můžeme vyčíst, že citlivost ke skatolu je z pohledu mužů a žen o něco méně rovnocenná. Citlivých mužů je přibližně 88 % a citlivých žen 94 %.

Z grafů 1 a 2 tedy lze usuzovat, že by mohl spíše ve vepřovém mase vadit skatol, na který je více lidí citlivých nežli na androstenon. Tyto výsledky se shodují s Whittington et al. (2011), který taktéž zjistil, že dominantní postavení ve vnímání kančího pachu má koncentrace skatolu.

Celkové ani průřezové procento senzitivních jedinců na androstenon či skatol nebylo v České republice zatím významněji zjišťováno, a tudíž nelze výsledky této práce porovnat s žádnými jinými daty z českého území.

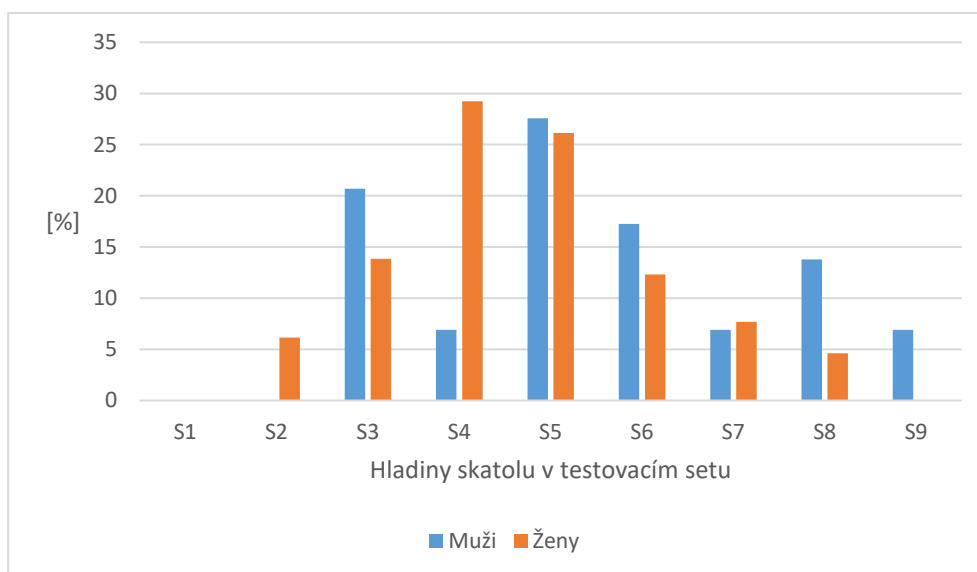
5.1.2 Citlivost osob na určité koncentrace androstenonu a skatolu

Graf 3: Citlivost osob na koncentrace androstenonu



Jednotliví respondenti vykazující citlivost k androstenonu zaznamenali nejčastěji pachový podnět mezi 3. a 5. zkumavkou (Graf 3). Jednalo se o koncentrace 0,112-0,480 $\mu\text{g/ml}$. Tudíž přibližně o desetinovou koncentraci, než jim byla předkládána v trojúhelníkových testech. Na nejnižší koncentraci 0,112 $\mu\text{g/ml}$ reagovali více muži než ženy, avšak u koncentrace 0,240 $\mu\text{g/ml}$ to již bylo obráceně. Jeden muž a jedna žena určili jako nejnižší koncentraci kterou cítí zkumavku 2. data těchto dvou jedinců tedy nebyla z hlediska androstenonu korektní.

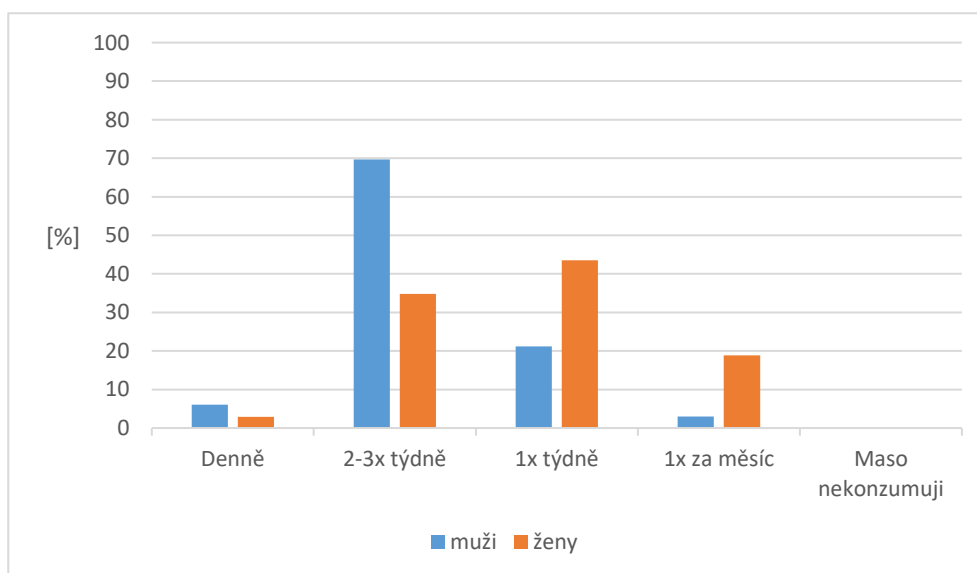
Graf 4: Citlivost osob na koncentrace skatolu



Pro skatol je tendence vnímání velmi podobná jako pro androstenon (Graf 4), ale u koncentrace 4 (0,030 $\mu\text{g/ml}$) je procento citlivějších žen výraznější. Zkumavku číslo 2 (nulová koncentrace skatolu) označily jako nejnižší koncentraci skatolu, kterou cítí 4 ženy. Přibližně tedy 6 % citlivých žen. Je velmi pravděpodobné, že je to způsobeno tím, že tato zkouška proběhla neprodleně po trojúhelníkové zkoušce, tudíž ženy mohly být ovlivněny z předchozí zkumavky.

5.1.3 Vliv pohlaví na frekvenci konzumace vepřového masa

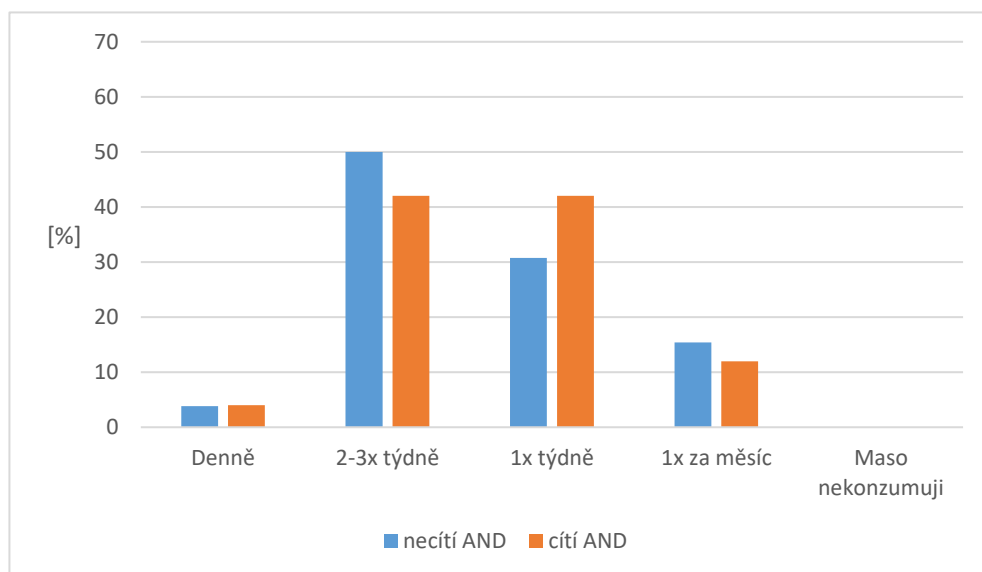
Graf 5: Vliv pohlaví na frekvenci konzumace vepřového masa



Podle našich získaných dat dle Grafu 5 minimum osob, jak mužů, tak i žen, konzumuje vepřové maso denně. Velký rozdíl je pak v konzumaci vepřového 2-3× týdně, kdy je velký rozdíl mezi muži a ženami. Muži konzumují vepřové 2-3× týdně tedy skoro 70 % dotázaných, zatímco ženy pouze v 35 %. V případě konzumace masa 1× týdně převažují ženy nad muži. Dále ženy dle tohoto grafu konzumují vepřové maso mnohem méně často než muži.

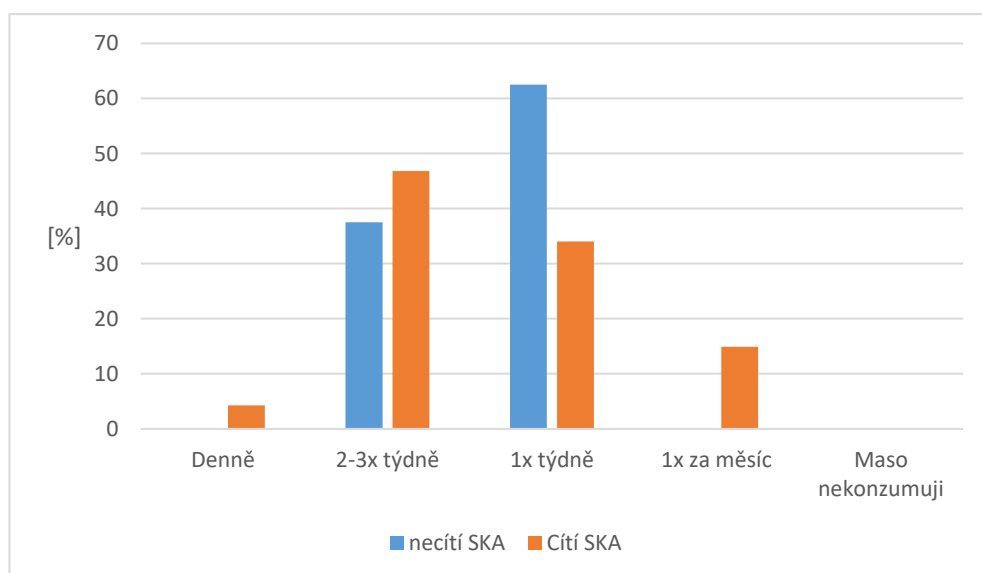
5.1.4 Vliv senzitivity k androstenonu a skatolu na konzumaci vepřového masa

Graf 6: Vliv senzitivity na androstenon a frekvenci konzumace vepřového masa



Podle Grafu 6 není příliš zřejmé, že by osoby citlivé na androstenon byli touto skutečností ovlivněny. Poměr citlivých a necitlivých jedinců v závislosti na frekvenci konzumaci vepřového masa se zdá být vyrovnaný. Možný rozdíl se může zdát u jedinců konzumujících maso 2-3× týdně, kde je rozdíl ve frekvenci konzumace přibližně 8 % ve prospěch anosmických jedinců. Avšak oproti tomu lidé citící androstenon konzumují maso častěji 1× týdně než lidé, kteří androstenon necítí. Je tedy možné, že lidé nejsou ovlivněni touto skutečností, neboť se v běžném životě zatím s kančím pachem ve vepřovém mase neseťkali a nebyli jím negativně ovlivněni.

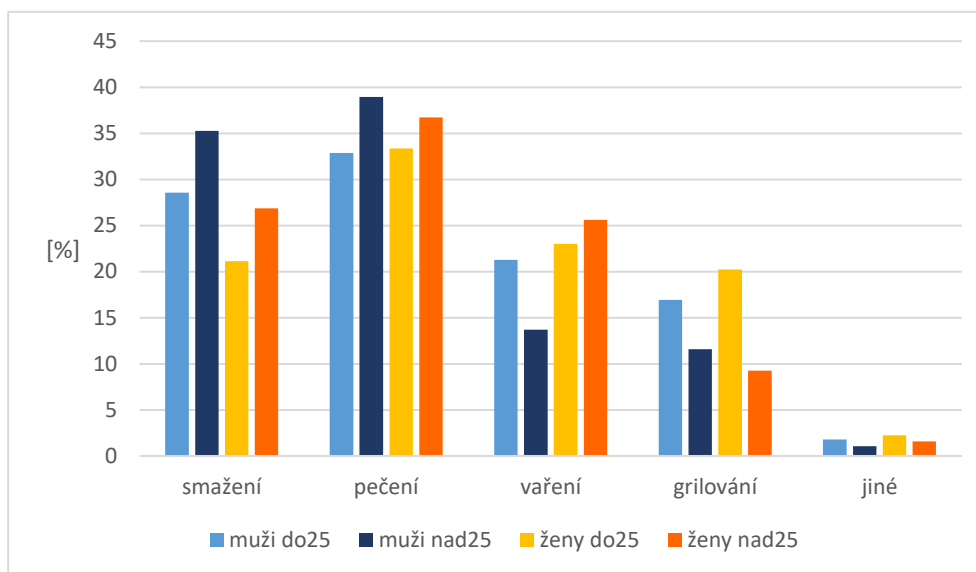
Graf 7: Vliv senzitivity na skatol a frekvenci konzumace vepřového masa



Stejně tak dle Grafu 7, kde je popsán vliv citlivosti na skatol v závislosti na frekvenci konzumace vepřového masa, není nijak znatelné negativní ovlivnění. Jedná se o velmi podobný úkaz jako pro předchozí Graf 6.

5.1.5 Vliv pohlaví a věku na způsob úpravy vepřového masa

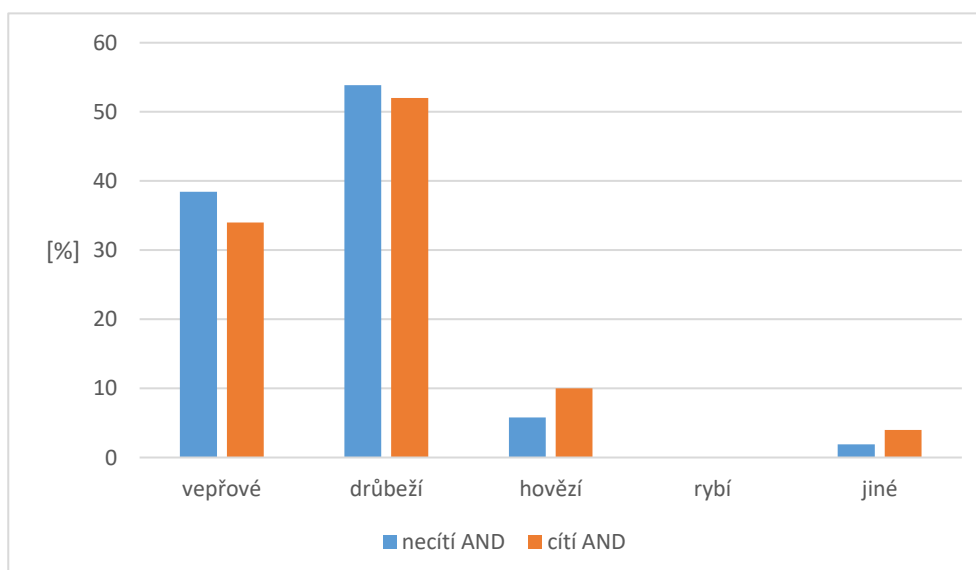
Graf 8: Vliv pohlaví a věku na způsob úpravy vepřového masa



Pro porovnání věku byla data rozdělena na dvě přibližně stejně velké skupiny. Pod 25 let a nad 25 let. Z Grafu 8 vyplývá, že nejméně oblíbené nabízené kulinární úpravy pro muže i ženy je grilování. Zajímavé je, že jako druhou nejoblíbenější kulinární úpravu muži preferují smažení, zatímco ženy vaření.

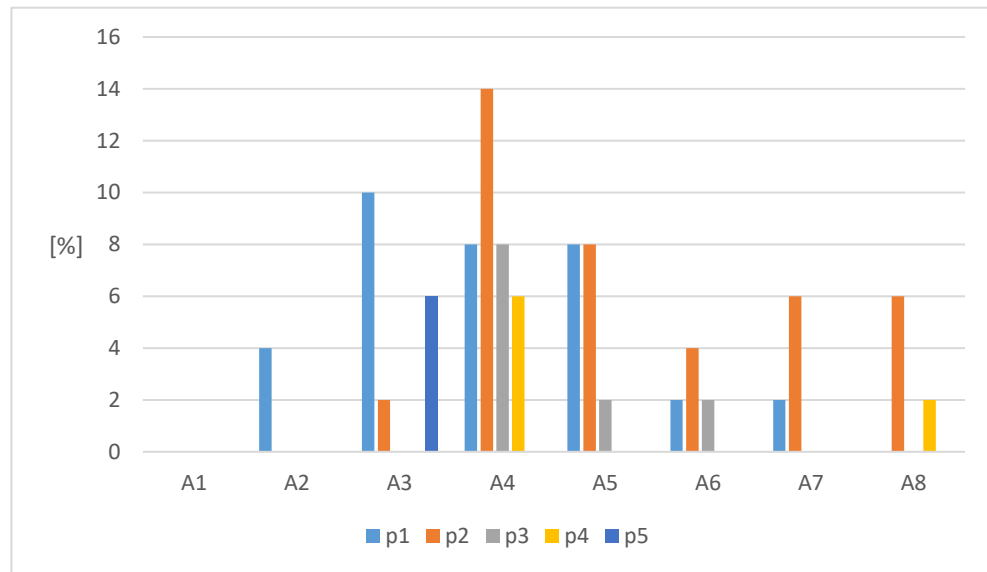
5.1.6 Vliv senzitivity k androstenu na preferenci masa

Graf 9: Nejvíce preferované maso z pohledu citlivosti k androstenu



Podle Grafu 9 je vidět značná preference drůbežího masa. Druhým nejvíce oblíbeným masem je maso vepřové, které dalo na první místo v preferenci vícen než třetina všech dotazovaných citlivých i necitlivých respondentů. Tudíž nelze usuzovat, že by obliba vepřového masa byla negativně ovlivněna právě tímto aspektem. Opět je velmi pravděpodobné, že respondenti se tolik neseškávají s kančím pachem běžném životě, a tudíž jím nejsou ovlivňováni.

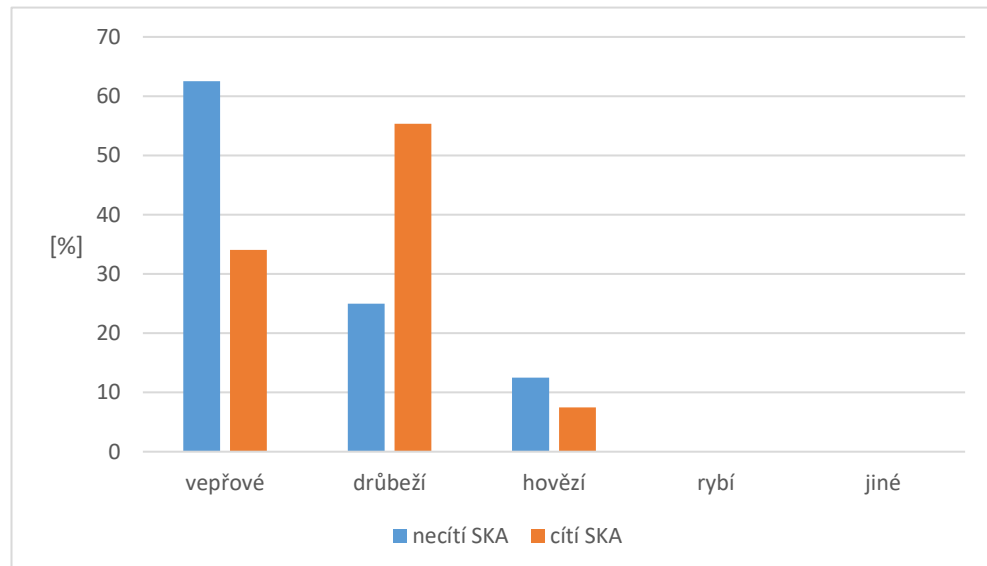
Graf 10: Koncentrace androstenonu a preference vepřového masa



V Grafu 10 je znázorněná závislost pořadí preference vepřového masa a koncentrace androstenonu, kterou lidé již vnímají. Je vidět, že lidé, kteří cítili nejnižší nabídnutou koncentraci (A3), tak dali nejčastěji vepřové maso jako nejvíce oblíbené (10 %), ale i naopak 6 % dotazovaných dalo vepřové maso jako nejméně oblíbené, pokud cítili nejnižší koncentraci. V případě citlivosti na 2. zkumavku s androstenonem (0,240 µg/ ml) je jasně vepřové maso umístěné jako 2. nejoblíbenější hned po drůbežím mase.

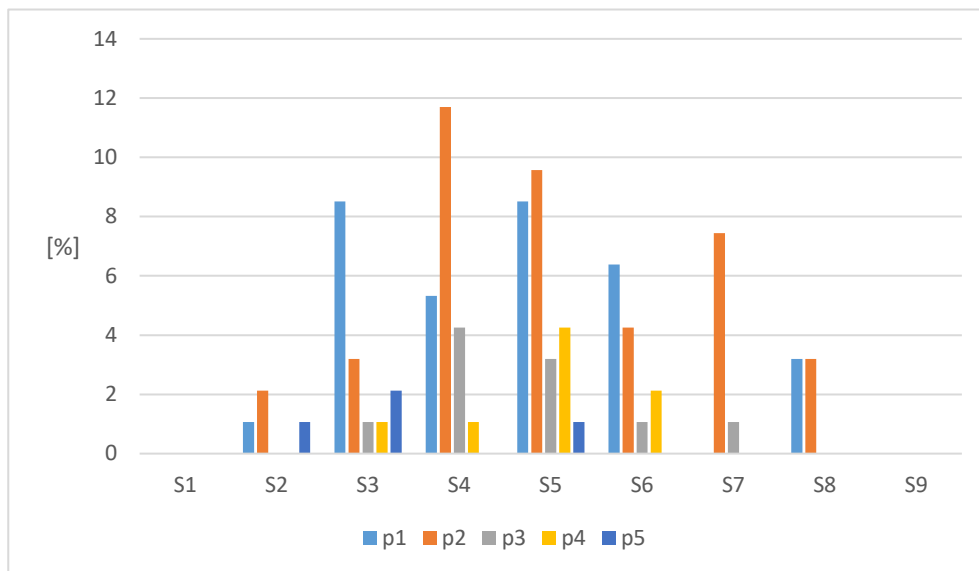
5.1.7 Vliv senzitivity ke skatolu na preferenci masa

Graf 11: Nejvíce preferované maso z pohledu citlivosti ke skatolu



Velmi zajímavým úkazem je že pokud jsou lidé necitliví na skatol, tak je nejpreferovanější maso jasně vepřové (Graf 11). Přibližně pro 62,5 % všech dotázaných. V případě, že jsou osoby citlivé na skatol, tak je jejich preferenci jasně dominuje maso drůbeží. V případě že jsou tázání citliví na skatol, je vepřové maso jako nejoblíbenější hodnoceno v 34 %. Hovězí maso je z tohoto hlediska zanedbatelné.

Graf 12: Koncentrace skatolu a preference vepřového masa



V případě, že dotazovní cítili nejnižší koncentraci předloženého skatolu (S3), bylo vepřové maso jako nejvíce preferované maso z 9 % (Graf 12). Stejně tak jako v případě, pokud cítili 3. zkumavku (S5) se skatolem (0,060 µg/ ml). V případě, že cítili koncentraci ve 2. zkumavce se skatolem (0,030 µg/ ml) bylo vepřové maso zařazeno na druhé místo v preferenci za drůbežím. V tomto případě není nijak zřejmé, že by citlivost na jakoukoli koncentraci skatolu výrazněji negativně ovlivňovala preferenci vepřového masa.

5.2 Senzorická analýza

5.2.1 Výsledky senzorické analýzy

Tabulka 18: Výsledky senzorického hodnocení

Ukazatel	Počet pozorování	Hodnota	Směrodatná odchylka
Androstenon	240	6,544	0,219
Skatol	240	0,277	0,159
Intenzita vůně	240	63,433	19,435
Intenzita kančí vůně	240	35,813	27,845
Příjemnost vůně	240	47,554	23,969
Intenzita chuti	240	57,104	21,002
Intenzita kančí chuti	240	32,563	26,643
Příjemnost chuti	240	47,142	23,524
Příjemnost vzorku	240	46,450	24,100

V Tabulce 18 jsou vidět jednotlivé hodnoty pozorování za celý soubor.

5.2.2 Vliv jatečné partie

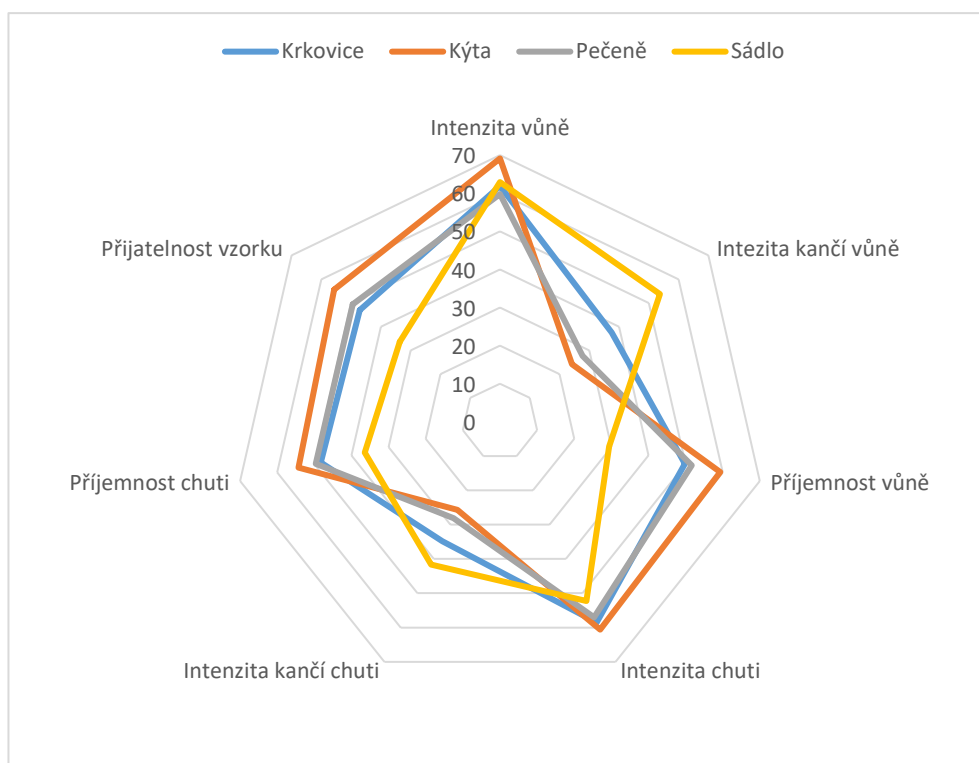
Tabulka 19: Vliv jatečné partie

	Krkovice		Kýta		Pečeně		Sádlo	
	Průměr	StD	Průměr	StD	Průměr	StD	Průměr	StD
Intenzita vůně	61,9 ^A	19,7	69,1 ^B	18,5	59,8 ^A	22,0	62,9	16,4
Intenzita kančí vůně	37,6 ^A	26,8	24,2 ^B	22,2	27,7 ^B	22,5	53,7 ^C	29,8
Příjemnost vůně	49,8 ^A	22,9	59,4 ^B	18,5	51,7 ^A	22,4	29,4 ^C	21,4
Intenzita chuti	58,5	19,0	60,6 ^A	20,2	57,0	22,2	52,3 ^B	22,1
Intenzita kančí chuti	34,8	25,1	25,7 ^A	25,2	28,1 ^A	23,6	41,6 ^B	30,0
Příjemnost chuti	48,3 ^A	22,9	54,3 ^A	21,8	49,6 ^A	19,1	36,4 ^B	26,5
Příjemnost vzorku	47,1 ^A	22,3	55,7 ^B	22,7	49,5 ^{AB}	20,6	33,6 ^C	25,5

Průměry označené různými indexy jsou statisticky rozdílné na hladině významnosti $p < 0,05$.

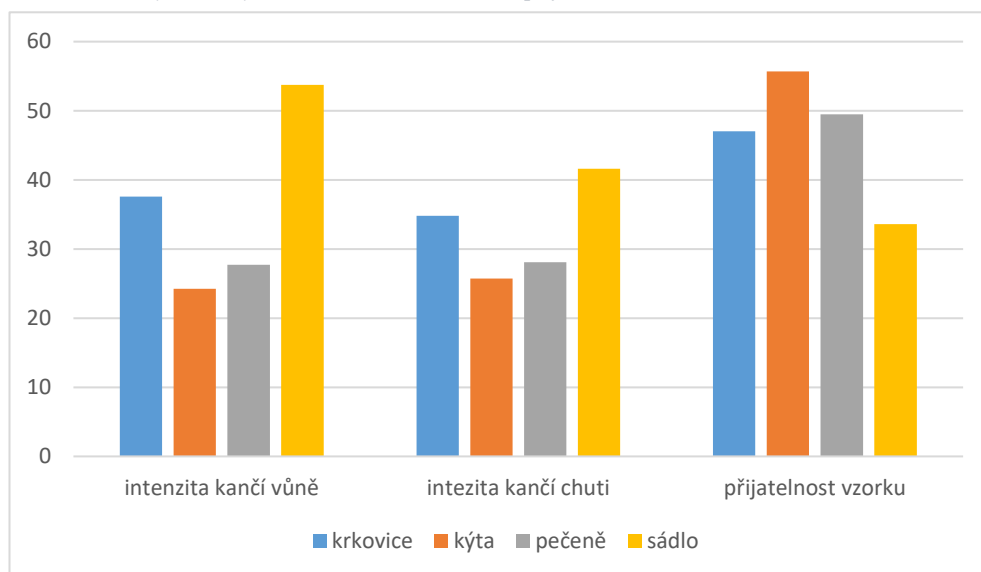
Dle Tabulky 19 je vidět rozdíly mezi jednotlivými partiemi v závislosti na různém hodnocení jednotlivých parametrů (Graf 13).

Graf 13: Rozdíly mezi jednotlivými jatečnými partiemi



Podle intenzity vůně je nejvíce aromatická kýta, následně sádlo, krkovice a pečeně. Kde jsou statisticky významné rozdíly mezi krkovicí a kýtou a zároveň pečením a kýtou, nikoli však mezi krkovicí a pečením. Oproti tomu je intenzita kančí vůně nejvíce zřetelná právě u sádla. Tato hodnota je jasně nejvyšší. Druhou nejvyšší hodnotu zaznamenala krkovice. Narozdíl od těchto dvou partií mají mnohem nižší skóre kýta a pečeně. Se statistickými rozdíly mezi krkovicí a pečením a zároveň krkovicí a kýtou. Nicméně statisticky významné rozdíly byly nalezeny i pro sádlo vůči všem ostatním partiím. Stejně tak jedná-li se o příjemnost vůně, bylo zaznamenána podobná tendence, akorát v opačném pořadí s velmi podobnými statisticky průkaznými rozdíly. Chuťově nejintenzivnější se jevila kýta a nejméně sádlo to odpovídá i statistickému vyhodnocení. U sádla však byla zaznamenána nejvyšší intezita kančí chuti. Je statistickým průkazným rozdílem v intenzitě kančí chuti mezi sádlem a kýtou s pečením. Ale přijatelnost sádla byla nejnižší. V celkové přijatelnosti vzorku bylo pořadí: kýta, pečeně, krkovice, sádlo. Tedy jednalo se o pořadí, kde se u vzorků snižoval obsah tuku a intenzita kančí chuti a vůně.

Graf 14: Rozdíly intenzity kančí vůně, chuti a celkové přijatelnosti



Dle Grafu 14 je velmi řetelné pořadí jednotlivých partií z pohledu kančí vůně, chuti a celkové přijatelnosti. Vysoká intenzita kančí vůně je u sádla a krkovice. Značně nižší je u pečeně a kýty. Hodnoty intenzity všech vzorků u kančí chuti je oproti kančí vůni celkově nižší. Hodnoty si však zachovávají stejné pořadí. Více tedy byly vnímány rozdíly u kančí vůně než u kančí chuti. V závislosti na kančí vůni a chuť vyplývá přijatelnost vzorku. U tohoto grafu je zaznamenána negativní korelace, neboť partie sádlo, která vykazovala vysoké hodnoty kančí vůně a chuti je hodnocena jako nejméně přijatelný vzorek. V ve stejné tendenci jsou pak hodnoceny i ostatní vzorky. Jedná se o přesně opačné pořadí hodnot nežli v případě intenzity kančí vůně a chuti.

5.2.3 Vliv maskování

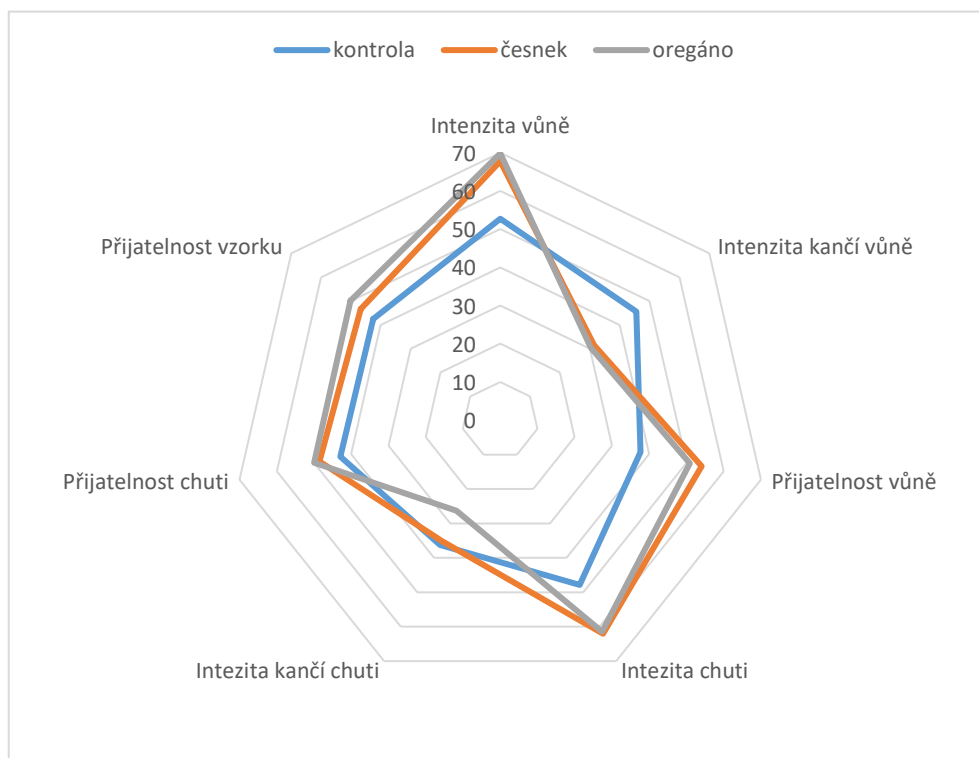
Tabulka 20: Vliv maskování

	nic		česnek		oregáno	
	Průměr	StD	Průměr	StD	Průměr	StD
Intenzita vůně	52,7 ^A	18,7	67,8 ^B	16,9	69,8 ^B	18,2
Intezita kančí vůně	45,6 ^A	27,2	31,5 ^B	25,4	30,4 ^B	28,5
Příjemnost vůně	37,7 ^A	18,4	54,1 ^B	24,2	50,9 ^B	25,7
Intenzita chuti	47,9 ^A	18,9	62,0 ^B	19,0	61,4 ^B	22,0
Intenzita kančí chuti	36,2 ^A	26,7	35,2 ^A	27,1	26,3 ^B	25,3
Příjemnost chuti	42,9	21,9	48,5	24,5	50,0	23,8
Přijatelnost vzorku	42,5 ^A	22,0	46,7	24,1	50,2 ^B	25,7

Průměry označené různými indexy jsou statisticky rozdílné na hladině významnosti $p < 0,05$.

V Tabulce 20 je výsledek vlivu maskování na hodnocené parametry všech jatečných partií a jejich rozdíly vlivem maskování (Graf 15).

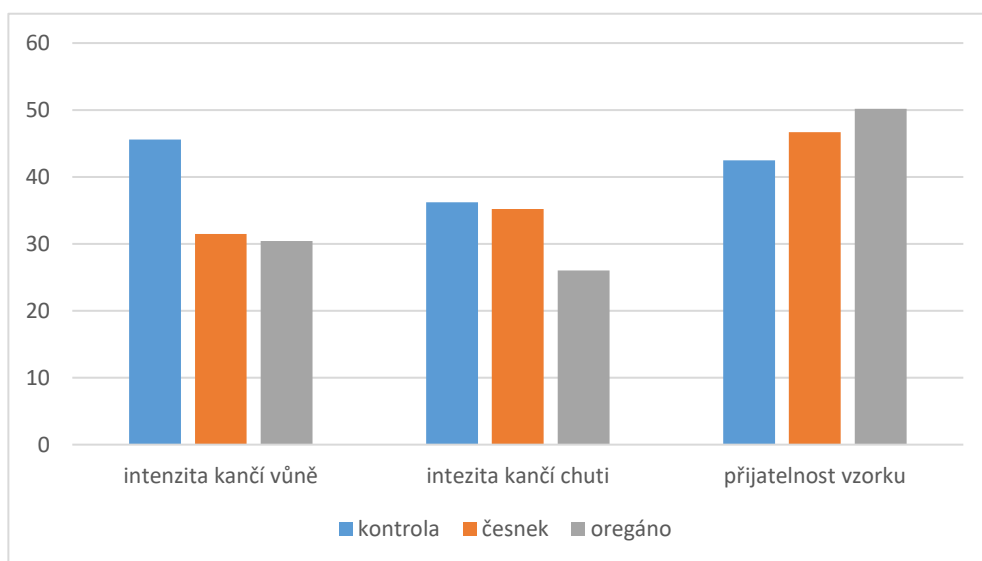
Graf 15: Vliv maskování na hodnocené parametry



Pokud maso není maskované ničím, hodnoty intenzity vůně jsou nejnižší. V případě zamaskování oregánem, či česnekem se intenzita vůně značně zvedne. Dané tvrzení je podloženo statisticky průkazným rozdílem mezi maskováním česnekem, či oregánem a vzorkem bez maskování. Nejvyšší hodnota intezity kančí vůně je u vzorku ničím nemaskovaným. Pokud se maso zamaskuje česnekem, nebo oregánem, tato hodnota se značně sníží. Pro parametr přijatelnost vůně, se jako nejnižší vyhodnotil pro vzorek ničím nemaskovaným. V případě zamaskování je statisticky průkazný vzrůst přijatelnosti vůně. V ukazateli intezita chuti byly nejvyšší hodnoty u vzorků zamaskovaných česnekem a podobné hodnoty nabývalo i maskování oregánem. Oproti tomu vzorky nemaskované ničím nabývaly mnohem nižších hodnot. Pro intezitu kančí chuti se prokázal rozdíl mezi ničím nemaskovaným

vzorkem a oregánem nikoli česnekem, jak by se dalo očekávat. V hodnocení přijatelnosti vzorku se zdá vzorek maskovaný oregánem více přijatelný, než vzorek nemaskovaný ničím.

Graf 16: Vliv maskování na intenzitu kančí vůně, kančí chuti a přijatelnosti vzorku



Dle Grafu 16 je vidět, že nejvyšší intezitu kančí vůně mají vzorky ničím nemaskované. V případě zamaskování oregánem, nebo česnekem se hodnota kančí vůně značně zamaskuje a sníží. Intezita kančí chuti je nejnižší u maskování oregánem, ale v tomto případě je velmi vyrovnaná pro česnek a nic. Česnekem se tedy kančí chuť příliš nezamaskovala. Pro přijatelnost vzorku je nejlépe hodnocené maskování oregánem následované česnekem a vzorkem bez něčeho.

5.2.4 Vliv koncentrace skatolu

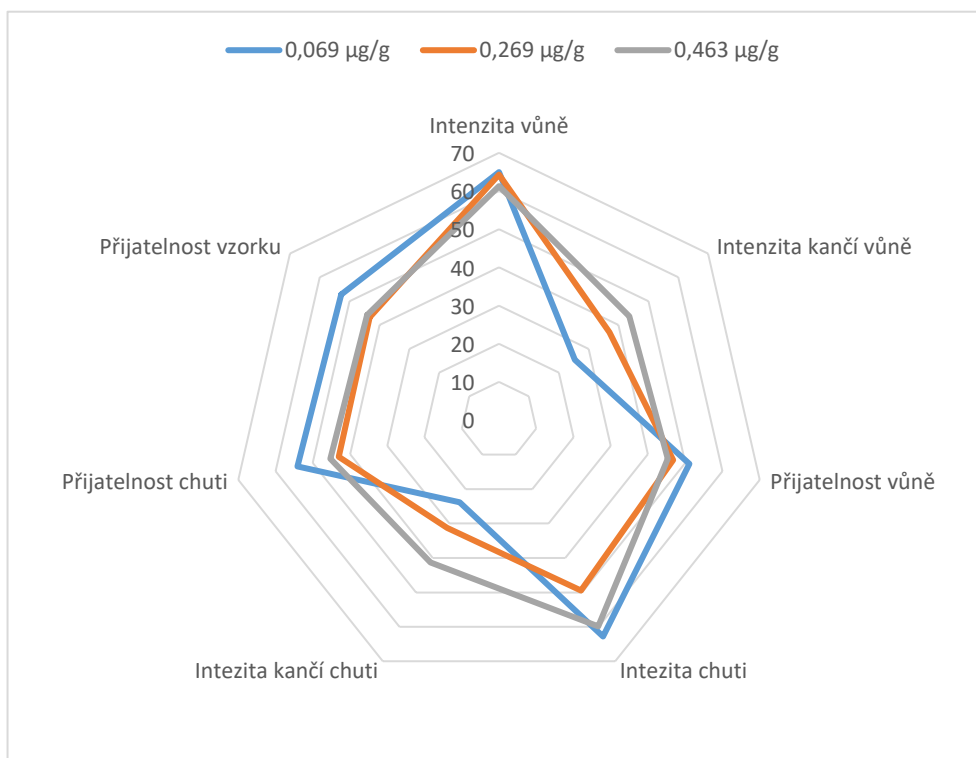
Tabulka 21: Vliv koncentrace skatolu

	0,069 µg/g		0,269 µg/g		0,463 µg/g	
	Průměr	StD	Průměr	StD	Průměr	StD
Intenzita vůně	64,9	19,0	64,3	20,4	61,3	18,8
Intenzita kančí vůně	25,4 ^A	24,9	36,9 ^B	26,7	43,6 ^B	28,9
Příjemnost vůně	51,1	24,4	46,8	25,3	45,3	22,1
Intezita chuti	62,8 ^A	21,4	49,5 ^B	20,1	59,9 ^A	19,5
Intezita kančí chuti	23,8 ^A	23,6	31,3 ^A	24,0	41,3 ^B	29,1
Příjemnost chuti	54,1 ^A	23,2	43,0 ^B	22,5	45,3 ^B	23,8
Přijatelnost vzorku	52,8 ^A	22,5	43,3 ^B	24,9	44,2 ^B	23,8

Průměry označené různými indexy jsou statisticky rozdílné na hladině významnosti $p < 0,05$.

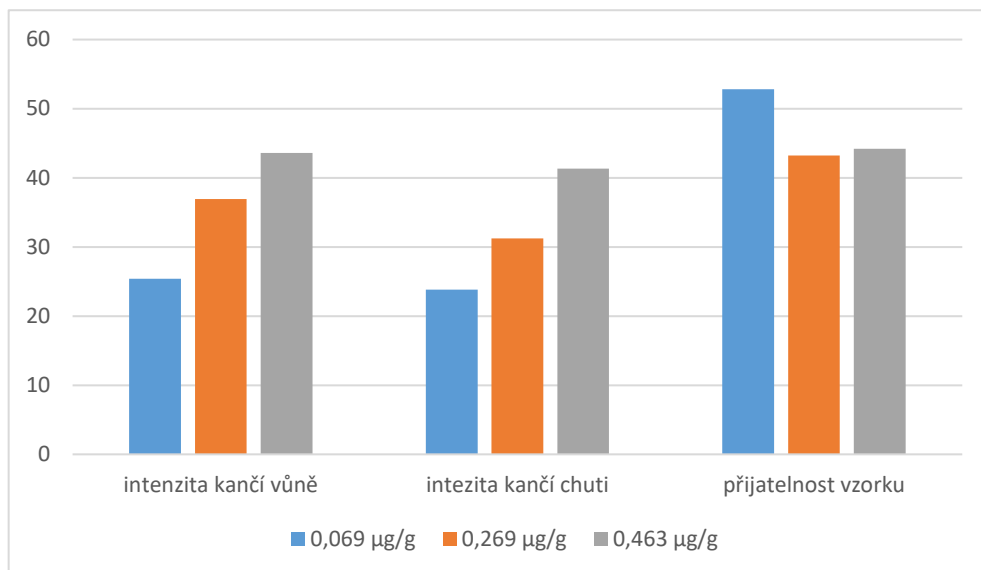
V Tabulce 21 a Grafu 17 jsou hodnoty a rodíly způsobené rozdílnou koncentrací skatolu ve vzorcích.

Graf 17: Vliv skatolu na hodnocené parametry



Hodnoty intezity vůně jsou pro všechny vzorky přibližně stejné a nebyly prokázány žádné statisticky významné rozdíly. V případě intezity kančí vůně již byly rozdíly nalezeny. Hodnota nejnižší koncentrace skatolu vykazovala také nejnižší intezitu kančí vůně. Avšak střední a nejvyšší koncentrace skatolu, která byla přibližně dvakrát tak vysoká jako střední koncentrace, nebyly žádný rozdíl mezi sebou, ale pouze vůči koncentraci nejnižší. V parametru intezita chuti byly nejintenzivnější vzorky s nejnižší a nejvyšší koncentrací skatolu. Nicméně v intezitě kančí chuti byly zaznamenány rozdíly. Nejvyšší hodnota kančí chuti korespondovala se vzorkem s nejvyšší koncentrací skatolu. Stejně tak pro nízké a střední hodnoty, avšak tyto hodnoty nebyly statisticky průkazné. U celkové přijatelnosti chuti byl zaznamenána nejvyšší hodnota pro nejnižší koncentrace skatolu, avšak stejný trend se neprojevil pro střední a vysoké hodnoty. Celková přijatelnost vzorku vykazovala stejnou tendenci jako přijatelnost chuti. Stejně tak se statistickou průkazností.

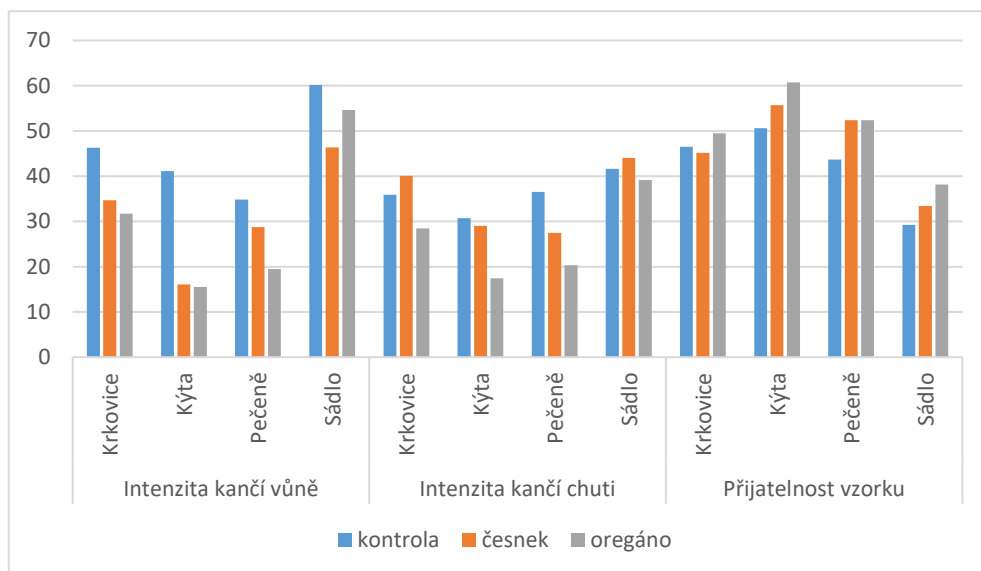
Graf 18: Vliv skatolu na intenzitu kančí vůně, kančí chuti a celkové přijatelnosti



Podle Grafu 18 byla je intezita kančí vůně jasně nejnižší u vzorků s nejnižší koncentrací skatolu ve vzorku. V případě zvyšující se koncentrace skatolu také stoupá kančí vůně v masě. Stejný trend je zaznamenán v případě kančí chuti, ale s nižšími hodnotami, které indikují nižší citlivost vůči chuti než vůni. Pro přijatelnost vzorku platí, že vzorek s nejnižší koncentrací skatolu je brán jako nejvíce přijatelný, nikoli však vzorky se vzrůstající koncentrací.

5.2.5 Vliv maskování a partie

Graf 19: Vliv partie a maskování



Podle Grafu 22, kde je vidět vliv partie a maskování na tři hlavní sledované senzorní parametry, je zřetelné, že intezitu kančí vůně nejvíce zaznamenalo nemaskované sádlo. Druhá nejvyšší intezita byla zaznamenána u ničím namaskované krkovice, dále pak pečeně a kýty. Je zde znatelná tendence snižování hodnocení kančí vůně se snižujícím se obsahem tuku v dané jatečné partii. V případě zamaskování sádla česnekem je vidět znatelný pokles intezity

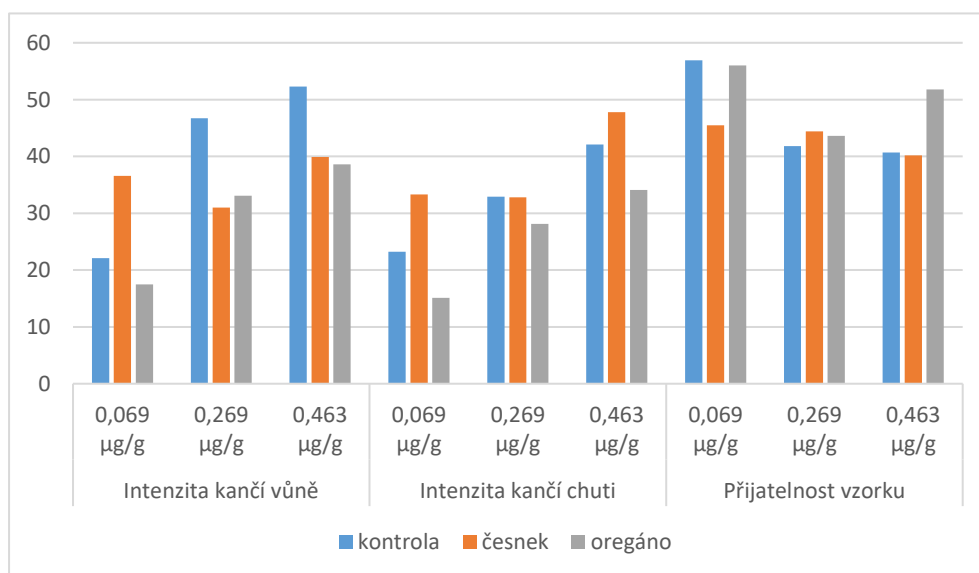
kančí vůně, neboť v sádlo nabývá stejné hodnoty jako u ničím nemaskované krkovice. Avšak stále nedosahuje hodnot pečeně ani kýty. Krkovice zamaskovaná česnekem pak nabývá podobných hodnot jako pečeně bez maskování. Nejvíce zřetelný pokles kančí vůně z důvodu maskování byl u kýty nejnižší u sádla.

Intenzita kančí chuti byla vnímána obecně méně oproti intenzitě kančí vůně. Je velmi zajímavé, že u tučnějších partií (sádlo, krkovice) je zamaskování česnekem ohledně kančí chuti spíše na škodu a je více zřetelná nežli u vzorků ničím nemaskovaných. V případě maskování oregánem, byl zaznamenán pokles kančí chuti pro všechny testované partie.

Pro přijatelnost vzorku platí, že všechny vzorky maskované oregánem jsou nejvíce akceptovatelné. (U pečeně je maskování oregánem a česnekem stejně hodnocené.) Celkově sádlo získalo nejnižší rating ve všech použitých úpravách. Oproti tomu kýta byla nepřijatelnější. V případě krkovice pak byla zaznamenána vyšší přijatelnost pro ničím nemaskované vzorky, než pro vzorky s česnekem.

5.2.6 Vliv koncentrace skatolu a maskování

Graf 20: Vliv koncentrace skatolu a maskování



Z Grafu 20 lze vyčíst, že v případě kančí vůně je vliv maskování značný a hodnoty klesají. Není tomu však v případě maskování česnekem u nejnižší koncentrace skatolu, kde se sensorické vnímání kančí vůně téměř zdvojnásobí. Pokud se jedná o koncentraci 0,269 µg/g a 0,463 µg/g, je pokles pro obě maskování téměř totožný a vyrovnaný.

V případě kančí chuti je zřetelné, že kančí chuť je vnímána méně nebo stejně intenzivně jedná-li se o ničím nemaskovaný vzorek, nebo o vzorek masovaný česnekem. V případě maskování oregánem je tendence vnímání klesající a kančí chuť jím lze lépe zamaskovat nežli česnekem. Tedy pro zamaskování kančí vůně česnekem na různých hladinách skatolu se nezdá být příliš pozitivním řešením. Zamaskování oregánem pro nejvyšší koncentraci skatolu je s kladným výsledkem. Vnímání kančí chuti je téměř stejné, jako při téměř poloviční koncentraci nemaskované ničím.

Přijatelnost vzorku je nejvyšší pro vzorek ničím nemaskovaný, nebo maskovaný oregánem v obou případech pro nejnižší koncentraci skatolu (0,069 µg/g). V případě

maskování česnekem je znatelný pokles přijatelnosti, nebo její stagnace, nikoli však znatelné zlepšení. Celkově oregáno má pozitivnější vliv na přijatelnost a jeho hodnoty zvedá, nebo zůstávají přibližně stejné jako pro ničím nemaskované vzorky.

6 Diskuze

6.1 Konzumentský dotazník

Rozdělení obyvatel podle pohlaví a následně dle citlivosti na androstenon je jeden z nejjednodušších ukazatelů. V případě našeho výzkumu bylo dotázáno více než sto jedinců z řad zaměstnanců a studentů univerzity ČZU, ale i blízkých osob a náhodných kolemjdoucích v České republice. V případě senzitivity jednotlivých pohlaví na androstenon je rozdíl dle našeho průzkumu nepatrný. V obou případech je citlivost přibližně 50 %. To není v souladu s výsledky Weiler et al. (2000), který zjistil že nesenzitivních mužů je přibližně 69,7 % a žen 65,9 % v Německu. Ale data získaná ve stejném výzkumu ze Španělska, jsou jsou našim více podobná, neboť necitlivých mužů je 59,7 % a žen 48,1 %. Podobně jako v Belgii kde podle Bekaert et al. (2011) je necitlivých mužů 61,7 % a žen 48,9 %. Zdá se tedy že vliv národnosti na senzitivitu k androstenonu není až tak velký. Tato data by se dala nejspíše korigovat zvýšením počtu respondentů. Pro skatol je citlivost značně vyšší jak pro muže tak i ženy a minimum obyvatel je anosmických pro tuto sloučeninu. Dle tohoto výsledku lze soudit, že význam skatolu při vnímání kančího pachu je více důležitý než androstenonu. K tomuto závěru došli i Weiler et al. (2000).

Výsledky citlivosti na androstenon dopadly dle očekávání. Neboť podle Grindflek et al. (2011) je nevyhovující koncentrace androstenonu v tuku až 1 ppm. V našem dotazníku vyplynulo, že v případě očichání zkumavky bylo nejvíce zaznamenaných pozitivních nálezů mezi 0,112 ppm a 0,240 ppm. Je tedy zajímavé, že je tato hodnota dle Grindflek et al (2011) až 10-krát vyšší, než nejnižší detekované koncentrace. Je tedy dobré provést další výzkum se zjištěním, kdy je koncentrace androsteonu již sensoricky neakceptovatelná. Citlivost pro skatol se nejvíce pohybovala v rozmezí mezi 0,015 ppm až 0,60 ppm. To koresponduje s Dostálová et al (2008), která říká, že akceptovatelné množství je 0,25 ppm. Ale podle Bonneau et Chevillon (2012) se tato koncentrace zdá příliš vysoká a měla by být přehodnocena.

Při zkoumání vlivu pohlaví na konzumaci vepřového masa bylo dosaženo závěru, že je velmi velký rozdíl mezi muži a ženami v konzumaci masa 2-3 krát týdně. Muži vepřové maso v tomto intervalu konzumují skoro dvakrát více než ženy. Ženy oproti tomu si vepřové dopřejí jednou týdně mnohem častěji než muži. Ale obecně muži konzumují vepřové maso častěji než ženy. Tyto výsledky úplně nesedí s průzkoumem Tomasevic et al. (2020), které stanovovaly četnost konzumace vepřového v různých evropských zemích. Podle této studie je konzumováno obyvateli v České republice týdně maso z 21,4 % zatímco jednou za 14 dní z 56,1 %. Dle našich dat lze říci, že maso konzumuje převážně týdně.

V případě senzitivity na androstenon a skatol se nezdají být frekvence konzumace vepřového nijak ovlivněné a jsou vesměs vyrovnané. Sice je osob, kteří necítí androstenon konzumujících vepřové maso 2-3 krát týdně o 8 % více než cítících, ale v případě konzumace vepřového masa 1× týdně je tento trend opačný. Jedná-li se o senzitivitu na skatol je frekvence konzumace velmi podobná předchozí situaci a dokonce někteří lidé, kteří cítili skatol jedí vepřové maso každý den. Tyto data mohou být zkreslena tím, že většina běžných obyvatel se s kančím pachem u vepřového masa nikdy nestkala a tudíž jím nemohou být negativně ovlivněni. Lze tedy očekávat, v případě nekastrování kanečků a porážení při vyšších hmotnostech,

že by se do volného prodeje dostávalo maso kontaminované vyššími koncentracemi androstenonu a skatolu. Tím by pravděpodobně značně klesla obliba u senzitivních jedinců.

Při porovnávání preferenčních způsobů tepelného opracování je nejoblíbenějším způsobem obecně pečení. Vaření, při kterém by se mohlo málo androstenonu a skatolu uvolnit a většina zůstat v mase, je až na třetím místě.

Vliv senzitivity na androstenon a skatol na preferenci druhu masa je velmi zajímavý ukazatel. Jedná se o předpoklad, že většina obyvatel nekonzumuje vepřové maso kontaminované androstenonem, tudíž nejsou ovlivněni v preferenci k tomuto masu. Dle našich výsledků je nejoblíbenější maso drůbeží. Podobných výsledků se dopracovala i Blažková (2018), která ale říká, že druhé nejoblíbenější maso je hovězí, nikoli vepřové jako v našich výsledcích. Tudíž dle našich výsledků, by tedy byl nejspíše větší dopad na konzumaci vepřového masa v případě nekastrování kanečků. Pokud jde o stejný ukazatel pro skatol, je pro necitlivé jedince nejpreferovanější maso vepřové a pokud jsou schopni vnímat skatol je oblíbenější drůbeží. Tento výsledek je nejspíše zkreslený tím, že anosmických jedinců ke skatolu je velmi malý počet a je zde značný nepoměr mezi senzitivními a nesenzitivními jedinci.

6.2 Senzorická analýza

Senzorická analýza byla zaměřena na vliv jatečné partie, maskování a koncentrace androstenonu a skatolu. Dohromady proběhlo 240 pozorování v různých oblastech a parametrech.

Mezi jatečnými partiemi byly velmi často pozorovány rozdíly. V parametru intenzita kančí vůně bylo jasně nejvíce zřetelné sádlo následované krkovicí. Zatímco mezi pečením a kýtou není zaznamenán rozdíl. Jedná se o pořadí určené od nejvyššího obsahu tuku ve vzorku po nejnižší. Dle našich úvah se jedná o předpokládaný výsledek, neboť se androstenon a skatol ukládají především v tukové tkáni (Zammerini, 2010). Výsledek je korespondující s příjemností vůně, kde nejnižší hodnoty zaznamenalo sádlo, protože je méně lidí mající dané látky za senzoričky atraktivní. Tudíž se jednalo o vzorek s nejvyšším obsahem tuku a s nejvíce uloženými senzoričky aktivními látkami (Disjcksternhuis et al., 2000). V případě kančí chuti byly opět zaznamenány rozdíly vůči sádlu, které vykazovalo nejvyšší intenzitu. Tato intenzita, ale nebyla vnímána tolik, jako kančí vůně. Je pravděpodobné, že pro vnímání kančí chuti jsou potřebné vyšší koncentrace. A protože se jedná o těkavé látky, je identifikace a posouzení čichovým ústrojím mnohem jednodušší nežli chutí. Dále se celkově sádlo jeví jako nejméně přijatelné. Nepochybně je to ze značné části dáno vysokými intenzitami kančí vůně a chuti, ale také tím že sádlo se běžně samotné nekonzumuje a není příliš senzoričky atraktivní i bez vysokého obsahu androstenonu a skatolu.

Vliv maskování na dané parametry se zdá být značný. V případě intezity kančí vůně je velmi velký rozdíl mezi maskovanými a ničím nemaskovanými vzorky. Vezme-li se vzorek ničím nemaskovaný je jeho intezita kančí vůně mnohem vyšší nežli pro vzorky maskované. Lze tedy usuzovat, že pach androstenonu a skatolu lze částečně eliminovat jinými aromatickými přírodními sloučeninami, jako je například allicin z česneku. Tomuto názoru se přiklání i Egea et al. (2017), který říká, že přimíchání česneku dokonale zamaskuje kančí pach a nelze rozpoznat rozdíl mezi masem z kastrovaných a nekastrovaných jedinců. V kontrastu k intezitě

kančí vůně je příjemnost vůně, která značně vzroste v případě přimíchání oregána či česneku. V tomto je případě je zřetelné, že vůně oregána a česneku je pro většinu populace příjemnější vůní nežli vůně androstenonu a skatolu. Dle Agerhem et Tornberg (1994) je pro 8-15 % hodnotitelů vnímá pach kanečků jako vyloženě nevábny a Malform et Lundstrom (1983) zjistili, že pro evropské obyvatelstvo je to až 5-35 %.

Stejnou tendenci jako kančí vůně vykazuje kančí chuť. Vzorek maskovaný oregánem zaznamenává nižší intezitu kančí chuti, nikoli však vzorek maskovaný česnekem, kde by se dalo také očekávat, že bude tato hodnota snížena. S tímto výsledkem, že čensek nemá vliv na intezitu kančí chuti nesouhlasí Egea et al. (2017), podle kterého je rozdíl mezi maskovanými a nemaskovanými vzorky značný. Pro tento nepředpokládaný výsledek není zatím žádné přímé vysvětlení a je tedy nutné jej hlouběji prošetřit. Avšak přijatelnost chuti, stejně jako v případě vůně, je vyšší pro vzorky maskované a lze tedy opět soudit, že chuť daných koření přidaných do vzorků je obecně pro veřejnost mnohem více přijatelná nežli chuť kančího masa.

Nejvíce přijatelnými vzorky jsou vzorky maskované oregánem. Oregáno je tedy ze senzoričského hlediska více přijatelné pro hodnotitele nežli česnek. Maskování česnekem zaznamenalo také zlepšení v celkové přijatelnosti vzorku, avšak statistická průkaznost nebyla potvrzena.

V použitých vzorcích byla relativně stejná koncentrace androstenonu. Díky této skutečnosti bylo možné vyhodnotit vliv různých koncentrací skatolu na dané parametry.

V případě intezity kančí vůně byly prokázány statistické rozdíly mezi nejnižší koncentrací 0,069 $\mu\text{g/g}$ a koncentracemi 0,269 $\mu\text{g/g}$ a 0,463 $\mu\text{g/g}$. Podle Dostálová et. al. (2008) je nepřijatelná koncentrace 0,25 $\mu\text{g/g}$. Dle této hodnoty lze soudit, že nenalezený statistický rozdíl mezi dvěma vyššími hodnotami může být dán tím, že tyto koncentrace jsou příliš vysoké a průměrný i trénovaný hodnotitel není schopen mezi nimi již rozpoznat rozdíl.

Pro chuť byly výsledky intezity seřazené podle koncentrací od nejnižší po nejvyšší. Nicméně statistické rozdíly byly nalezeny pouze v porovnání vůči nejvyšší koncentraci. I tak dle tohoto výsledku lze soudit, že intezita kančí chuti je významně spjatá s koncentrací skatolu v mase (Vold, 1970). Stejně tak u příjemnosti chuti jako u vůně je vidět, že vyšší koncentrace jsou nejspíše příliš silné. Nejnižší koncentrace je nejvíce preferovaná, ale mezi dvěma vyššími koncentracemi již znatelný rozdíl není a přijatelnější dokonce vychází koncentrace vyšší.

Pro kombinovaný vliv partie a maskování je pro intezitu kančí vůně typická sestupná tendence se snižujícím se obsahem tuku ve vzorku. Androstenon a skatol jsou lipofilní sloučeniny převážně se ukládající v tukové tkáni. Podle těchto výsledků se zdá být nejlepší na zamaskování kančí vůně oregáno, neboť v případě krkovice je po aplikaci oregána hodnocena kančí vůně ještě o něco nižší nežli u ničím nemaskované pečeně. Česnek dosahoval velmi podobných výsledků a v případě sádla vykazoval i výraznější snížení kančího pachu (Lunde et al., 2008). Pro intezitu kančí chuti tak zřejmé výsledky, jako pro vůni nebyly. Česnek v tučných vzorcích nebyl schopný zamaskovat kančí chuť a dokonce ji v sádle a krkovici zvýraznil, oproti tomu u oregána bylo zaznamenáno ve všech případech alespoň minimální snížení tohoto vjemu. Celková přijatelnost dopadla dle očekávání seřazená od nepřijatelnějších vzorků se snižující se tučností a zároveň byla téměř vždy v rámci partie přijatelnější varianta s maskováním. Nejšťastěji s oregánem, které se pravděpodobně rozprostřelo pravidelněji po vzorku a lépe zamaskovalo kančí pach.

Vliv koncentrace skatolu a maskování na intenzitu kančí vůně je zřetelný hlavně u dvou vyšších koncentrací, kde se díky maskování vjem výrazně snížil. U nejnižší koncentrace oregáno tuto hodnotu také snížilo, ale česnek tento vjem zvýšil. Není příliš pravděpodobné, že by česnek měl zesilující vlastnosti vůči kančímu pachu. Lze spíše očekávat, že hodnotitelé nebyli schopni správně rozeznat takto malou koncentraci (Bonneau et Chevillon, 2012). Avšak stejně jako v intenzitě kančí vůně při nejnižších koncentracích, se v intenzitě kančí chuti projevil česnek, jako zesilující prvek. Tento efekt byl zaznamenán i při vysokých koncentracích, kde by pach skatolu měl být zřetelný. Bylo by tedy dobré dále prozkoumat, zda vážně česnek nemá synergické účinky vůči skatolu a projevu kančího pachu.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vytvoření literární rešerše a vyhodnocení sensorického vnímání kančího pachu v masě v závislosti na různém maskování.

Protože, je konzumace vepřového masa na celém světě velmi oblíbená, je důležité pro omezení kančího pachu stále hledat vhodné alternativy a řešení. Jak v rámci živých jedinců, tak i v masě. A to z důvodu legislativního omezení chirurgické kastrace selat.

Výsledky této práce mohou být velmi nápomocné a vhodné pro masný průmysl, který může díky získaným výsledkům upravit masný výrobek tak, aby bylo vnímání kančího pachu nižší, nebo bylo zcela potlačeno. Nebo naopak, aby nebyl masný výrobek upraven tak, aby byl sensorický vjem spotřebitele nepřijatelný.

Výsledky konzumentského dotazníku nám dávají obecné informace o tom, jak by se konzumenti mohli případně zachovat, kdyby se přestalo kastrovat úplně a porážet ve vyšší jatečné hmotnosti. Podle výsledků je citlivost na androstenon přibližně 50 % pro obě pohlaví. Oproti tomu citlivost na skatol je mnohonásobně vyšší a lze tudíž usuzovat, že skatol má majoritní roli při vnímání kančího pachu. Detekce různých koncentrací androstenonu vychází skoro 10-krát nižší, než je koncentrace nevyhovující, proto by bylo dobré znova empiricky stanovit na širší veřejnosti, zda tato limitní hodnota stále platí a není příliš vysoká. Stejně tak pro skatol.

Aktuálně se nezdá, že by frekvence konzumace vepřového masa byla nějak ovlivněna citlivostí na androstenon, či skatol. Tato skutečnost by se mohla razantně změnit případech, kdy by se v hotových prodávaných produktech kančí pach vyskytoval mnohem častěji.

Sensorická analýza vyšla s velmi pozitivními výsledky. Ve většině případů byla intezita kančí vůně a chuti seřazena dle tučnosti vzorků. Tyto výsledky korespondovaly i s příjemností vůně, která byla nejnižší u sádla, tedy u vzorku s nejvyšším obsahem tuku a největším množstvím uložených sensoricky aktivních látek. Z celkové přijatelnosti bylo nejhůře hodnocené sádlo. Bylo to jistě, jak z důvodu vyšší koncentrace androstenonu a skatolu, tak i kvůli tomu, že se sádlo samostatně běžně nekonzumuje a není příliš atraktivní pro konzumenta.

Vliv maskování oregánem a česnekem se projevil v mnoha parametrech. V intezitě kančí vůně je velmi vysoký rozdíl mezi maskovanými a nemaskovanými vzorky, u kterých je intezita mnohem vyšší. V tomto případě je příjemnost vůně pozitivně ovlivněna přidáním oregána, či česneku. Díky těmto příměsím se příjemnost výrazně zvýší a kančí pach je díky tomu hůře detekovatelný. Pro případ kančí chuti jsou pozorovatelné stejné výsledky jako pro kančí vůni, ale s tím rozdílem, že pro česnek není znatelné takové snížení, jaké bylo očekáváno. Z našich výsledků vyplývá, že nejvíce přijatelné maskování je maskování oregánem, následované česnekem a nemaskované ničím.

Podle intezity chuti a vůně byly vzorky seřazeny dle stoupající koncentrace skatolu a lze soudit, že koncentrace skatolu výrazně ovlivňuje kančí chuť a vůni masa. V případě tučných partií česnek nebyl schopen zamaskovat kančí chuť a dokonce ji v některých případech i zvýraznil. Můžeme tedy říci, že nejvhodnější ingrediencí pro maskování kančího pachu a chuti je v tomto případě oregáno.

8 Literatura

- Agerhem H, Tornberg E. 1994. A comparison of the off-flavour of shoulder butts from entire male and female pigs using expert and consumer panels. In 40th International Congress of Meat Science and Technology. The Hague, The Netherlands.
- Ahmad N, Gower D. 1968. The biosynthesis of some androst-16-enes from C21 and C19 steroids in boar testicular and adrenal tissue. *Biochemistry Journal* **102**: 233-241.
- Allison R, Uhl K. 1964. Influence of beer brand identification on taste perception. *Journal of Marketing Research*. **3**: 36-39.
- Bekaert KM, Tuytens FAM., Duchateau L, De Brabander HF, Aluwé M, Millet S, Vandendriessche F, Vanaecke L. 2011. The sensitivity of Flemish citizens to androstenone: Influence of gender, age, location and smoking habits, *Meat Science* **88**: 458-522.
- Bernady J. 2010. Kastrace prasat jako evropské dilema. *Veterinářství* **60**: 372-374.
- Blažková A. 2018. Obliba a konzumace masa zvěřiny [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Bonneau M. 1982. Compounds responsible for boar taint, with special emphasis on androstenone: A review. *Livestock Production Science* **9**: 687-705.
- Bonneau M, Chevillon P. 2012. Acceptability of entire male pork with various levels of androstenone and skatole by consumers according to their sensitivity to androstenone. *Meat Science* **90**: 330-337.
- Bonneau M, Meusy-Desolle N, Léglise P, Claus R. (nedatováno). Relationships between fat and plasma androstenone and plasma testosterone in fatty and lean young boars following castration. *Acta Endocrinologic Copenhagen* **101**: 129-133.
- Breipohl W. 1982. *Olfaction and Endocrine Regulation*. London: IRL Press Ltd.
- Brophy P, Gower D. 1972. Unsaturated C19 3-oxo steroids as metabolic intermediates in boar testis. *Biochem. Journal* **128**: 945-952.
- Claus R, Dehnhard M, Herzog A, Bernal-Barragan H, Giménez T. 1993. Parallel measurements of indole and skatole (3-methylindole) in feces and blood plasma of pigs by HPLC. *Livestock Production Science* **34**: 115-126.

- Claus R. 1976. Messung des Ebergeruchstoffes im Fett von Schweinen mittels eines Radioimmunotests. 2. Mitteilung: Zeitlicher Verlauf des Geruchsdepotabbaues nach der Kastration. *Zeitung Tierzen Züchtungsbiologie* **93**: 38-47.
- Claus R. 1979. Pheromone bei Säugetieren unter besonderer Berücksichtigung des Ebergeruchstoffes und seiner Beziehung zu anderen Hodensteroiden. *Z. Tierphysiologie Tierernähr.Futtermittelkd.* **10**: 3-136.
- Claus R, Hoffmann B, Karg H. 1971. Determination of 5-androst-16-en-3-one, a boar taint steroid in pigs, with reference to relationships to testosterone. *Journal of Animal Science* **33**: 1293–1297.
- Cowan CA, Joseph RL. 1981. Production and quality of boar and castrate bacon. 2 Consumer and panel response to bacon and fat samples. *Irish Journal of Food Science and Technology.* **5**: 105-116.
- Craig H, Pearson A. 1959. Some preliminary studies on sex odor in pork. *Journal Animal Science* **18**: 1557.
- Davis S, Squires E. 1999. Association of cytochrome b(5) with 16-androstene steroid synthesis and the testis and accumulation in the fat of male pigs. *Journal of Animal Science* **77**: 1230-1235.
- Deslandes B, Griépy C, Houde A. 2001. Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production. *Livestock Production Science* **71**: 193-200.
- Diaz G, Squires E. 2000. Metabolism of 3-methylindole by porcine liver microsomes: Responsible cytochrome P450 enzymes. *Toxicological Sciences* **55**: 284-292.
- Diestre A, Oliver MA, Gispert M, Arpa I, Arnau J. 1990. Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint. *Animal Production* **50**: 519-530.
- Disjksternhuis GB, Engel B, Walstra P, Font I, Furnols M, Agerhem H, Fischer K, Oliver MA, Claudi-Magnussen C, Siret F, Béague MP, Homer DB, Bonneau M. 2000. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. *Meat Science* **54**: 261-269.
- Doran E, Whittington F, Wood J, McGivan J. 2004. Characterization of androstenone metabolism in pig liver microsomes. *Chemico-Biological Interactions* **147**: 141-149.

- Dorries KM, Schmidt HJ, Beauchamp GK, Wysocki CJ. 1989. Changes in sensitivity to the odor of androstenone during adolescence. *Developmental Psychobiology* **22**: 423-435.
- Dostálová A, Koucký M, Průšová V. 2008. Výkrm kanečků v podmínkách ekologického zemědělství: metodika. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Přátelství 815 Praha Uhřetěves. Praha. ISBN: 978-80-7403-023-9
- Duivesteijn N, Knol E, Merks J, Crooijmans R, Groenen M, Bovenhuis H, Harlizius B. 2010. A genome-wide association study on androstenone levels in pigs reveals a cluster of candidate genes on chromosome 6. *BMC Genetics* **11**: 42.
- Egea M, Linares MB, Gil M, López BM, Garrido MD. 2017. Reduction of androstenone perception in pan-fried boar meat by different masking strategies. *J Sci Food Agric.* **98**: 2251-2257.
- Egelandsdal B, Løvlund E, Choinski J, Koller A, Mielnik M. 2004. Shifting sensory thresholds of precooked entire male meat using the marinating technology. 50th International Congress of Meat Science and Technology. Helsinki University Press, Helsinki.
- Elseley FWH. 1968. Bericht über subjektive Versuche und über die Empfindlichkeit verschiedener Personen gegenüber den natürlichen und dem synthetisch produzierten Ebergeruch. Proceedings European Association for Animal Production, Commission Pig Production.
- Ferdezi C, Razafindrazaka H, Baldoviny N, Poupon D, Pierron D, Bensafi M. 2019. Influence of gender and culture on the perception of acidic compounds of human body odor. *Physiology a Behavior* **210**: 112561.
- Font i Furnols M, Gispert M, Diestre A, Oliver M. 2003. Acceptability of boar meat by consumers depending on their age, gender, culinary habits, and sensitivity and appreciation of androstenone odour. *Meat Science* **64**: 433–440.
- Gasparini F, Hochbert R, Lieberman S. 1976. Biosynthesis of steroid sulfates by the boar testes. *Biochemistry* **15**: 3969-3975.
- Gilbert AN, Wysocki CJ. 1987. The smell results: survey. *National Geographic* **October**: 514–525.
- Gower D. 1972. Unsaturated C19 steroids - a review of their chemistry, biochemistry and possible physiological role. *J. Steroid Biochemistry* **3**: 45-103.

- Gower D, Harrison F, Heap R, Patterson R. 1970. The identification of C19A 16 steroids in boar urine and spermatic vein plasma. *Journal Endocrinology* **46**: 14-18.
- Grindflek E, Meuwissen T, Aasnundstad T, Hamland H, Hansen M, Nome T, Lien S. 2011. Revealing genetic relationships between compounds affecting boar taint and reproduction in pigs. *Journal of animal science* **89**: 680-692.
- Groth W, Claus R. 1977. Beziehungen zwischen den konzentrationen von Testosteron und dem Ebergeruchsstoff 5-androst-16-en-3-on im Blut bzw. Fettgewebe und histometrischen Befunden im Hoden vom Schwein. *Zentralbl. Veterinaermedizin* **24**: 103-121.
- Hansen LL, Larsen AE, Jensen BB, Hansen-Møller J, Barton-Gade P. 1994. Influence of stocking rate and faeces deposition in the pen at different temperatures on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. *Animal Production* **59**: 99-110
- Hansen-Moller J. 1994. Rapid high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of androstenone, skatole and indole in back fat from pigs. *Journal of Chromatography: B, Biomedical Applications* **661**: 219-230.
- Hansen-Moller J, Godt J. 1995. A consumer study of Danish entire male pigs. EAAP Working Group. Production and utilisation of meat from entire male pigs. Milton Keynes, UK. Institut National de la Recherche Agronomique; Meat and Livestock Com-mission.
- Hawe SM, Walker N, Moss BW. 1992 The effects of dietary fibre, lactose and antibiotic on the levels of skatole and indole in faeces and subcutaneous fat in growing pigs. *Animal Production* **54**: 413-419.
- Hendriks W, King M. 2002. A review of the literature on boar taint for New Zeland pork. Palmerston North: Institute of Food, Nutrition and Human Health. Nepublikováno.
- Chen G, Cue R, Lundström K, Wood J, Doran, O. 2008. Regulation of CYP2A6 protein expression by skatole, indole, and testicular steroids in primary cultured pig hepatocytes. *Drug Metabolism and Disposition* **36**: 56-60.
- Jedlička M. 2012. Výkrm kanců pro lepší ziskovost v sektoru. *Náš chov* **72**: 38-39.
- Jensen M, Cox R, Jensen B. 1995. 3-Methylindole (skatole) and indole production by mixed populations of pig fecal bacteria. *Applied Environmental Microbiology* **61**: 3180-3184.
- Katkov T, Booth W, Gower D. 1972. The metabolism of 16-androstenes in boar salivary glands. *Biochem. Biophys. Acta* **270**: 546-556.

- Katotomichelakis M, Balatsouras D, Tripsianis G, Davris S, Maroudias N, Danielides V, Simopoulos C. 2007. The effect of smoking on the olfactory function. *Rhinology* **4**: 273–280.
- Keller A, Zhuang H, Chi Q, Vosshall LB, Matsunami H. 2007. Genetic variation in a human odorant receptor alters odour perception. *Nature* **449**: 468–472.
- Kwan T, Orengo C, Gower D. 1985. Biosynthesis of androgens and pheromonal steroids in neonatal porcine testicular preparations. *FEBS Letters* **183**: 359-364.
- Lee G, Archibald A, Law A, Lloyd S, Wood J, Haley C. 2005. Detection of quantitative trait loci for androstenone, skatole and boar taint in a cross between Large White and Meishan pigs. *Animal Genetics* **36**: 14-22.
- Lin Z, Lou Y, Peacock J, Squires E. 2005. A novel polymorphism in the 5' untranslated region of the porcine cytochrome b5 (CYB5) gene is associated with decreased fat untranslated region of the porcine cytochrome b5 (CYB5) gene is associated with decreased fat. *Mammalian Genome* **16**: 367-373.
- Loke K, Gower D. 1971. Further studies on the biosynthesis of androsta-5,16-dien-3 β -ol and the subcellular location of the site of biosynthesis. *Biochemistry Journal* **122**: 27.
- Loke K, Gower D. 1972. The intermediary role of 5-pregnene-3 β ,20 β -diol in the biosynthesis of 16-unsaturated C19 steroids in boar testis. *Biochemistry Journal* **127**: 545-551.
- Lunde K, Egelanddal B, Choinski J, Mielnik M, Flåtten A, Kubberød E. 2008. Marinating as a technology to shift sensory thresholds in ready-to-eat entire male pork meat. *Meat Science* **4**: 1264-1272.
- Malmfors B, Lundstrom K. 1983. Consumer reactions to boar meat - a review. *Livestock Production Science* **10**: 187-196.
- Martínez B, Rubio B, Viera C, Linares MB, Egea M, Panella-Riera N, Garrido MD. 2016. Evaluation of different strategies to mask boar taint in cooked sausage. *Meat Science* **116**: 26-33.
- Mason J, Park R, Boyd G. 1979. A novel pathway of androst-16-ene biosynthesis in immature pig testis microsomal fractions. *Biochem. Soc. Trans* **7**: 641-643.

- Matal J, Matuskova Z, Tunkova A, Azenbacherova E, Azenbacher P. 2009. Porcine CYP2A19, CYP2E1 and CYP1A2 forms are responsible for skatole biotransformation in the reconstituted system. *Neuroendocrinology Letters* **30**: 36-40.
- Matthews KR, Homer DB, Punter P, Béague M.-P, Gispert M, Kempster AJ, Agerhem H, Claudi-Magnussen C, Fischer K, Siret F, Leask H, Font i Furnols M, Bonneau M. 2000. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: III. Consumer survey in seven European countries. *Meat Science* **3**: 271–283.
- Meier-Dinkel L, Trautmann J, Frieden L, Tholen E, Knorr CH, Sharifi AR, Bücking M, Wicke M, Mörlein D. 2013 Consumer perception of boar meat as affected by labelling information, malodorous compounds and sensitivity to androstenone. *Meat Science* **93**: 248-256.
- Melrose D, Reed H, Patterson R. 1971. Androgen steroids associated with boar odour as an aid to the detection of oestrus in pig artificial insemination. *British Vet Journal* **127**: 497.
- Migdał W, Živković B, Migdał L. 2009. Piglet castration. *Biotechnology in Animal Husbandry* **6**: 839-847.
- Moe M, Meuwissen T, Lien S, Bendixen C, Wang X, Conley LN, Grindflek E, Berget I, Tajet H. 2007. Gene expression profiles in testis of pigs with extreme high and low levels of androstenone. *BMC Genomics* **8**: 405.
- Okrouhlá M, Stupka R, Čítek J, Urbanová D, Vehovský K, Kouřimská L. 2016. HPLC Stanovení androstenonu, skatolu a indolu ve hřbetním tuku u prasat. *Chemické Listy* **110**: 593-597.
- Parunović N, Petrović M, Matekalo-Sverak V, Parunović J, Radová Č. 2010 Relationship between Carcass Weight, Skatole Level and Sensory Assessment in Fat of Different Boars. *Czech Journal of Food Science* **28**: 520-530.
- Patterson R. 1968. Identification of 3 α -OH-5 α -androst-16-en-3-one as the musk odour component of boar submaxillary salivary gland and its relationship to the sexodour taint in pork meat. *Journal Science Food Agriculture* **19**: 434-438.
- Pause BM, Rogalski KP, Sojka B, Ferstl R. 1999. Sensitivity to androstenone in female subjects is associated with an altered brain response to male body odor. *Physiology & Behavior* **68**: 129-137.

- Peñaranda I, Garrido MD, Egea M, Díaz P, Álvarez D, Oliver MA, Linares MB. 2017 Sensory perception of meat from entire male pigs processed by different heating methods. *Meat Science* **134**: 98-102.
- Perry C, Patterson R, MacFie H, Stinson C. 1980. Pig courtship behaviour: pheromonal property of androstene steroids in male submaxillary secretion. *Anim.Proc.* **31**: 191-199.
- Prunier A, Bonneau M, von Borell EH, Cinnotti S, Gunn M, Fredriksen B, Giersing M, Morton DB, Tuytens FAM, Verlade A. 2006. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare* **15**: 277-289.
- Quintanilla R, Demeure O, Bidanel JP, Milan D, Iannuccelli N, Amigues Y, Gruand J, Chevalet C, Bonneau M. 2003. Detection of quantitative trait loci for fat androstenone levels in pigs. *Journal of Animal Science* **81**: 385-394.
- Reed H, Melrose D, Patterson R. 1974. Androgen steroids as an aid to the detection of oestrus in pig artificial insemination. *British Veterinar Journal* **130**: 61-66.
- Rhodes DN. 1972. Consumer testing of pork from boar and gilt pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **23**: 1483-1491.
- Ruokonen A. 1978. Steroid metabolism in testis tissue: the metabolism of pregnenolone, pregnenolone sulfate, dehydroepiandrosterone and dehydroepiandrosterone sulfate inhuman and boar testis. *Journal Steroid Biochemistry* **9**: 939-946.
- Ruokonen A., Vikko R. 1974. Steroid metabolism in testis tissue: concentrations of unconjugated and sulfated neutral steroids in boar testis. *Journal Steroid Biochemistry* **5**: 33-38.
- Saat Y, Gower D, Harrison F, Heap R. 1974. Studies on the metabolism of 5 α -androst-16-en-3-one in boar testis in vivo. *Biochemistry Journal* **144**: 347-352.
- Signoret J. 1970. Reproductive behaviour of pigs. *J. Reproduction Fertility Supplements* **11**: 105-117.
- Signoret J. 1974. Rôle des différentes informations sensorielles dans l'attraction de la femelle en oestrus par le mâle chez les porcins. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* **14**: 747-755.

- Sinclair P, Hancock S, Gilmore W, Squires E. 2005. Metabolism of the 16-androstene steroids in primary cultured porcine hepatocytes. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* **96**: 79-87.
- Sinclair P, Squires E. 2005. Testicular sulfoconjugation of the 16-androstene steroids by hydroxysteroid sulfotransferase: its effect on the concentrations of 5alpha-androstenone in plasma and fat of the mature domestic boar. *Journal of Animal Science* **83**: 358-365.
- Sink J. 1967. Theoretical aspects of sex odor in swine. *Journal Theoretical Biology* **17**: 174-180.
- Skinner T, Anderson J, Haley C, Archibald A. 2006. Assessment of SULT1A1, CYP2A6 and CYP2C18 as candidate genes for elevated backfat skatole levels in commercial and experimental pig populations. *Animal Genetics* **37**: 521-522.
- Stinson C, Patterson R. 1972. C19A 16 steroids in boar sweat glands. *British Veterinar Journal* **128**: 41.
- Stolzenbach S, Lindahl G, Lundström K, Chen G, Byrne DV. 2009. Perceptual masking of boar taint in Swedish fermented sausages. *Meat Science* **4**: 580–588.
- Strathe A, Velander I, Markt T, Kadarmideen H. 2013. Genetic parameters for androstenone and skatole as indicators of boar taint and their relationship to production and litter size traits in Danish Landrace. *Journal of Animal Science* **91**: 2587-2595.
- Stupka R, Čítek J, Vehovský K, Zadinová K, Okrouhlá M, Urbanová D, Stádník L. 2017. Effects of Immunocastration on Growth Performance, Body Composition, Meat Quality, and Boar Taint. *Animal Science* **62**: 249–258.
- Šprysl M, Stupka R, Čítek J, Okrouhlá M. 2005. Komerční výkrm kanečků. *Náš chov* **65**: 35-36.
- Tørngren MA, Claudi-Magnussen C, Støier S, Kristensen L. 2011. Boar taint reduction in smoked, cooked ham. 57th International Congress of Meat Science and Technology, 7–12 August, Ghent, Belgium, 1–4.
- Tuomola M, Merja V, Heikki K. 1996. High-Performance Liquid Chromatography Determination of Skatole and Indole Levels in Pig Serum, Subcutaneous Fat, and Submaxillary Salivary Glands. *J. Agric. Food Chem.* **44**: 1265–1270.
- Velechovská J. 2011. Imunologickou kastrací proti kančímu zápachu. *Náš chov* **6**: 36-37.

- Vold E. 1970. Fleischproduktionseigenschaften bei Ebern und Kastraten IV: Organoleptische und gaschromatographische Untersuchungen wasserdampfvlüchtiger Stoffe des Rückenspeckes von Ebern. *Meldinger fra Norges* **49**: 1-25.
- Walstra P. 1974. Fattening of young boars: quantification of positive and negative aspect. *Livestock Production Science* **1**: 187-196.
- Weiler U, Font i Furnols M, Fischer K, Kemmer H, Oliver MA, Gispert M, Dobrowolski A, Claus R. 2000. Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstenone on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations. *Meat Science* **54**: 297–304.
- Weiler U, Mont i Furnols M, Fisher K, Kemmer H, Oliver MA, Gispert M, Dobrowolski A, Claus R. 2000. Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstenone on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations. *Meat Science* **54**: 297-304.
- Whittington FM, Zammerini D, Nute GR, Baker A, Hughes SI, Wood JD. 2011. Comparison of heating methods and the use of different tissues for sensory assessment of abnormal odours (boar taint) in pig meat. *Meat Science* **88**: 249-255.
- Wiercinska P, Lou Y, Squires E. 2012. The roles of different porcine cytochrome P450 enzymes and cytochrome b5A in skatole metabolism. *Animal* **6**: 834-845.
- Wysocki CJ, Beauchamp GK. 1984. Ability to smell androstenone is genetically determined. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **81**: 4899–4902.
- Wysocki CJ, Dorries KM, Beauchamp GK. 1989. Ability to perceive androstenone can be acquired by ostensibly anosmic people. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the United States of America* **86**: 7976–7978.
- Yokoyama M, Carlson J. 1979. Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract with special reference to katole. *American Journal Clinical Nutrition* **32**: 173-178.
- Yost G. 1989. Mechanisms of 3-methylindole pneumotoxicity. *Chem. Res. Toxicol.* **2**: 273-279.
- Zadinová K, Stupka R, Stratil A, Čítek J, Vehovský K, Urbanová, D. 2016. Boar taint-the effect of selected candidate genes associated with androstenone and skatole levels. *Animal Science Papers and Reports* **2**: 107-128.

- Zamaratskaia G, Lou Y, Chen G, Andresen O, Lundström K, Squires E. 2007. Effect of hCG stimulation on plasma androstenone concentrations and cytochrome b5 (CYB5) levels in testicular tissue. *Reproduction in Domestic Animals* **42**: 105-108.
- Zamaratskaia G, Squires E. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* **3**: 1508-1521.
- Zammerini D. 2010. Factors affecting boar taint in pigs [Phd. Thesis] . The university of Bristol, Bristol.
- Zammerini D, Wood J, Whittington FG, Hughers S, Mazzledine M, Matthews K. 2012. Effect of dietary chicory on boar taint. *Meat Science* **91**: 396-401.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Chemická struktura Androstenonu.....	11
Obrázek 2: Schéma syntézy Androstenonu (Bonneau, 1982)	12
Obrázek 3: Zjednodušené schéma metabolismu androstenonu (Bonneau, 1982)	13
Obrázek 4: Chemická struktura skatolu.....	14
Obrázek 5: Metabolismus tryptofanu na produkt skatol a indol (Deslandes et al., 2001).....	15
Obrázek 6: porovnání koncentrace skatolu testovaných a kontrolních prasat (2 týdny) (Zammerini et al., 2012)	19
Obrázek 7: Typické místo odběru vzorků tuku	28

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Hodnoty pro fenotypové rysy plemene Duroc (Grindflek et al., 2011)	16
Tabulka 2: Hodnoty pro fenotypové rysy plemene Landrace (Grindflek et al., 2011)	16
Tabulka 3: Vliv různých sacharidů na hladiny skatolu u prasat (Zaramatskaia et Squires, 2009)	17
Tabulka 4: Vliv techniky výživy na koncentraci skatolu v těle prasat (Šprysl et al., 2005)	18
Tabulka 5: Vliv období a znečištění kotce na koncentraci skatolu v tuku (Šprysl et al., 2005)	19
Tabulka 6: Hladiny androstenonu, skatolu a hmotnosti varlat a Cowperovy žlázy (Stupka et al., 2017)	23
Tabulka 7: Vliv chemikálií na vývoj varlat (Prunier et al., 2006)	24
Tabulka 8: Citlivost na androstenon, vliv pohlaví (stupnice přijatelnosti od 1 (přijatelné) do 7 (nepřijatelné)) (Font i Furnols et al., 2003)	25
Tabulka 9: Vliv věku na vnímání androstenonu (Font i Furrnols et al., 2003)	26
Tabulka 10: Příprava a klíč zkumavek o dané koncentraci androstenonu	33
Tabulka 11: Klíč k trojúhelníkovému testu androstenonu	34
Tabulka 12: Příprava a klíč zkumavek o dané koncentraci skatolu	35
Tabulka 13: Klíč k trojúhelníkovému testu skatolu	35
Tabulka 14: Koncentrace androstenonu a skatolu ve vzorcích masa	37
Tabulka 15: Klíč vzorků vaření. Vzorek číslo 498	38
Tabulka 16: Klíč vzorků vaření. Vzorek číslo 489	38
Tabulka 17: Klíč vzorků vaření. Vzorek číslo 471	39
Tabulka 18: Výsledky senzoričkého hodnocení	47
Tabulka 19: Vliv jatečné partie	47
Tabulka 20: Vliv maskování	49
Tabulka 21: Vliv koncentrace skatolu	51

11 Seznam grafů

Graf 1: Vliv pohlaví na citlivost k androstenonu	40
Graf 2: Vliv pohlaví na citlivost ke skatolu	40
Graf 3: Citlivost osob na koncentrace androstenonu	41
Graf 4: Citlivost osob na koncentrace skatolu	42
Graf 5: Vliv pohlaví na frekvenci konzumace vepřového masa.....	42
Graf 6: Vliv senzitivity na androstenon a frekvenci konzumace vepřového masa.....	43
Graf 7: Vliv senzitivity na skatol a frekvenci konzumace vepřového masa.....	43
Graf 8: Vliv pohlaví a věku na způsob úpravy vepřového masa	44
Graf 9: Nejvíce preferované maso z pohledu citlivosti k androstenonu.....	44
Graf 10: Koncentrace androstenonu a preference vepřového masa	45
Graf 11: Nejvíce preferované maso z pohledu citlivosti ke skatolu	45
Graf 12: Koncentrace skatolu a preference vepřového masa	46
Graf 13: Rozdíly mezi jednotlivými jatečnými partiemi	48
Graf 14: Rozdíly intenzity kančí vůně, chuti a celkové přijatelnosti.....	49
Graf 15: Vliv maskování na hodnocené parametry	50
Graf 16: Vliv maskování na intenzitu kančí vůně, kančí chuti a přijatelnosti vzorku.....	51
Graf 17: Vliv skatolu na hodnocené parametry	52
Graf 18: Vliv skatolu na intenzitu kančí vůně, kančí chuti a celkové přijatelnosti	53
Graf 19: Vliv partie a maskování.....	53
Graf 20: Vliv koncentrace skatolu a maskování	54

12 Seznam příloh

Příloha 1: Konzumentský dotazník.....	I
Příloha 2: Koncentrační řada pro androstenon	II
Příloha 3: Trojúhelníkový test pro androstenon	II
Příloha 4: Koncentrační řada pro skatol	III
Příloha 5: Trojúhelníkový test pro skatol	III
Příloha 6: Dotazník senzoričkého posouzení.....	IV
Příloha 7: Syrové vzorky masa	VI
Příloha 8: Vzorky masa připravené k vaření	VI
Příloha 9: Česnek český Dukát	VII
Příloha 10: Drhnuté oregáno KOTÁNYI	VII
Příloha 11: Způsob vaření vzorků ve vodní lázni	VIII

13 Samostatné přílohy

Příloha 1: Konzumentský dotazník

Dotazník

Hodící se zaškrtněte.

1. Pohlaví

- Muž
- Žena*

*Těhotná ANO/NE

2. Věk (uved'te)

3. Jak často konzumujete maso?

- Denně
- 2 - 3x týdně
- 1x týdně
- 1x za měsíc
- Maso nekonzumuji

4. Jak často konzumujete vepřové maso?

- Denně
- 2 - 3x týdně
- 1x týdně
- 1x za měsíc
- Maso nekonzumuji

5. Jak upravujete vepřové maso?

(vyjádřete v procentech)

Smažení

Pečení

Vaření

Jiné (uved'te)

Trojúhelníkový test:

Androstenon ANO/NE

Skatol ANO/NE

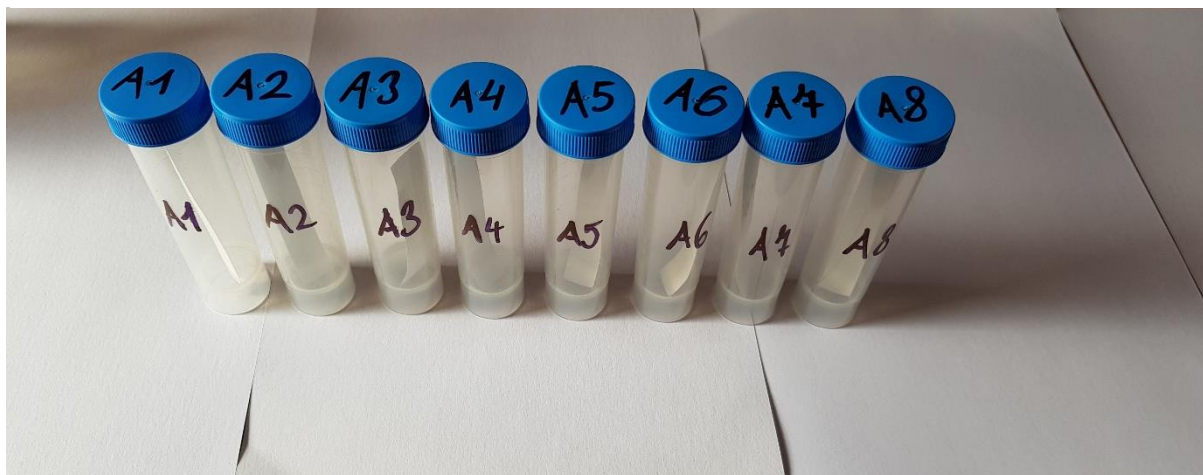
Číslo vzorku zachycení pachu:

Androstenon:.....

Skatol:.....

Děkujeme za vyplnění!

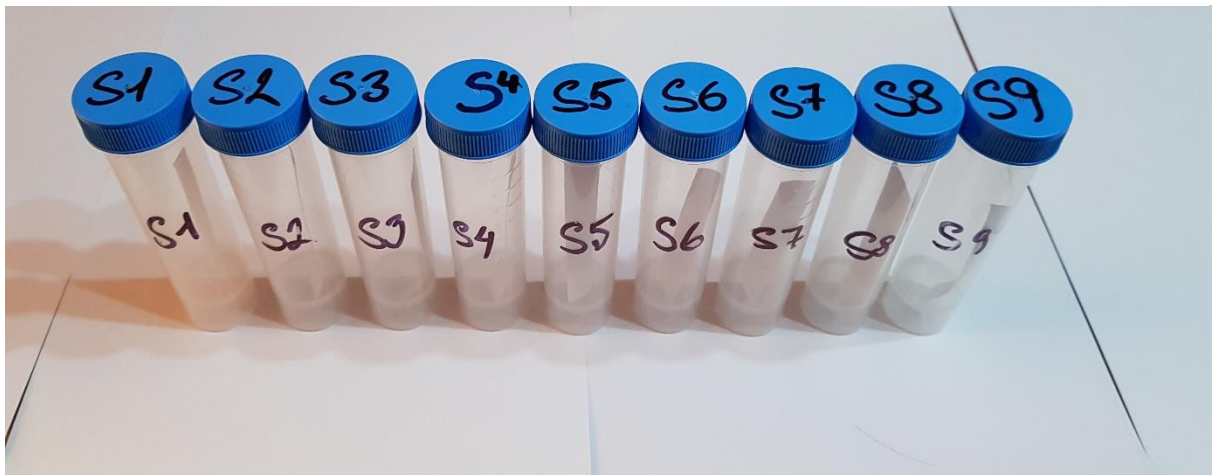
Příloha 2: Koncentrační řada pro androstenon



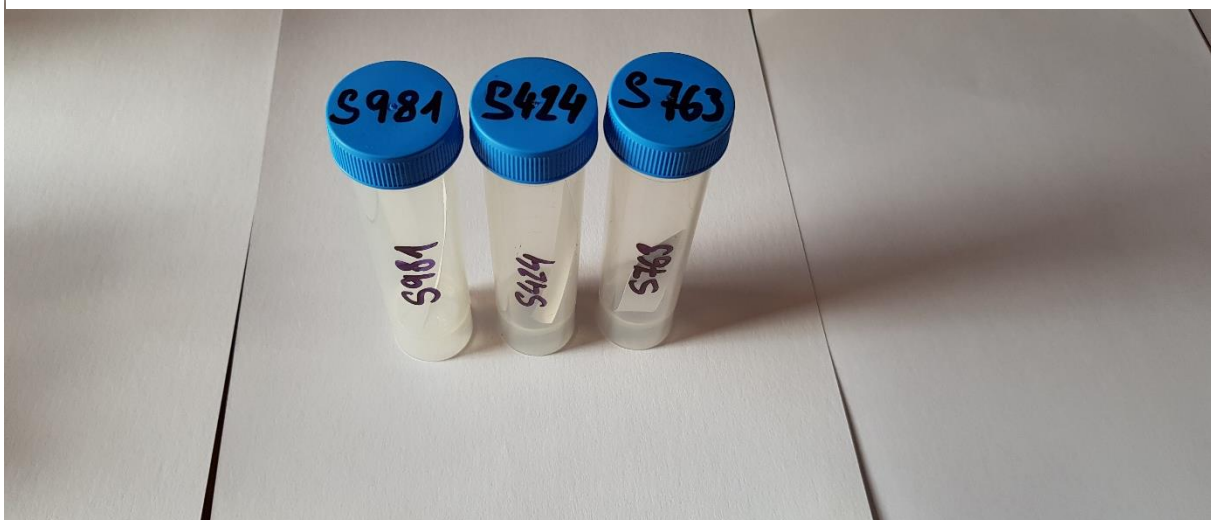
Příloha 3: Trojúhelníkový test pro androstenon



Příloha 4: Koncentrační řada pro skatol

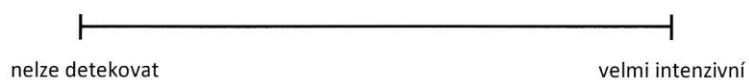


Příloha 5: Trojúhelníkový test pro skatol

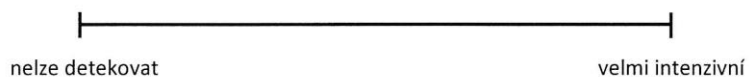


Kýta. Pečeně, Krkovice, Špek	
Protokol sensorického posouzení „Kanečci úprava 2019/2020“	Box číslo:
Kód hodnotitele:	Dne:
Vaření	
Set:	

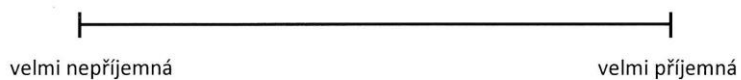
Intenzita vůně



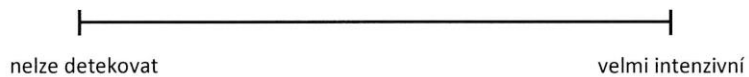
Intenzita kančí vůně



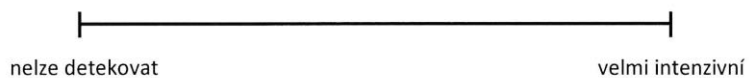
Příjemnost vůně



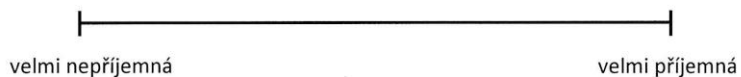
Intenzita chuti



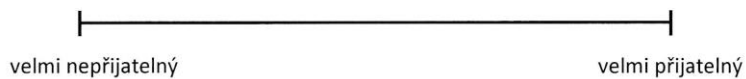
Intenzita kančí chuti



Příjemnost chuti



Přijatelnost vzorku



Příloha 7: Syrové vzorky masa



Příloha 8: Vzorky masa připravené k vaření



Příloha 9: Česnek český Dukát



Příloha 10: Drhnuté oregáno KOTÁNYI





Příloha 11: Způsob vaření vzorků ve vodní lázni

