

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Senzorické vnímání kančího masa v závislosti na různých
maskovacích strategiích**

Diplomová práce

Bc. Adriana Markovická

Výživa a potraviny

doc. Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Senzorické vnímání kančího masa v závislosti na různých maskovacích strategiích" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Jaroslavu Čítkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat všem hodnotitelům, kteří se podíleli na senzorických analýzách vzorků.

Senzorické vnímání kančího masa v závislosti na různých maskovacích strategiích

Souhrn

Předložená práce se zabývala problematikou vlivu kančího pachu na sensorické vlastnosti vepřového masa, vnímání kančího pachu spotřebiteli a možnými způsoby maskování této sensorické vady.

Cílem této práce bylo v rámci literární rešerše popsat aspekty ovlivňující výskyt kančího pachu, způsoby jeho detekce a faktory ovlivňující vnímání tohoto pachu spotřebiteli. V experimentální části práce byla použita sensorická analýza k posouzení efektivity různých metod maskování na vnímání kančího pachu.

Pro zhodnocení vlivu maskování bylo vyrobeno 12 vzorků sekané pečeně z kanečků s různou hladinou androstenonu (nízkou, střední a vysokou). Každý vzorek sekané pečeně byl maskován jiným způsobem – uzením, česnekem s oreganem, česnekem s oreganem v kombinaci s uzením a kontrolní vzorek bez maskování. Při sensorickém hodnocení byly následně sledovány klíčové parametry určující přijatelnost předložených vzorků a vliv konkrétního maskování.

Senzorické hodnocení vzorků sekaných bylo provedeno metodou sensorického profilu s využitím lineární grafické nestrukturované stupnice. Hodnoceno bylo sedm parametrů, konkrétně intenzita vůně masa, intenzita vůně koření, intenzita abnormální vůně, intenzita chuti masa, intenzita chuti koření, intenzita abnormální chuti a celková přijatelnost.

Z výsledků sensorického hodnocení lze potvrdit, že maskování kančího pachu uzením, kořením či kombinací těchto způsobů má významný vliv na některé sensorické vlastnosti sekaných pečení se střední a vysokou hladinou androstenonu. Konkrétně byl statisticky prokázán vliv na intenzitu vůně masa, intenzitu vůně koření, intenzitu abnormální vůně, intenzitu chuti masa, intenzitu abnormální chuti i celkovou přijatelnost.

Uzení se ukázalo jako nejúčinnější metoda maskování pro zvýšení celkové přijatelnosti, maskování česnekem s oreganem v kombinaci s uzením bylo hodnoceno jako druhé nejpřijatelnější. Naopak maskování pouze česnekem s oreganem nebylo tak účinné, jak se předpokládalo a je pravděpodobné, že tato výrazná kombinace koření falešně zvýraznila abnormální chuť ve vzorcích.

Vliv hladiny androstenonu na sensorické vlastnosti sekaných pečení byla statisticky významná pouze v intenzitě v intenzitě abnormální vůně. Ostatní parametry se v tomto kontextu jeví jako nezávislé na hladině androstenonu.

Klíčová slova: kančí pach; maskování; masné výrobky; sensorické hodnocení

Sensory perception of boar meat depending on different strategies to mask boar taint

Summary

The presented work dealt with the influence of boar taint on the sensory properties of pork, the perception of boar taint by consumers and possible ways of masking this sensory defect.

The aim of this thesis was to describe, within the framework of a literature search, the aspects influencing the occurrence of boar taint, the methods of its detection and the factors affecting the perception of this taint by consumers. Furthermore, sensory analysis was used to assess the effectiveness of different masking methods on the perception of boar taint.

To evaluate the effect of masking, 12 samples of meat loaf were produced with different levels of androstenone (low, medium and high). Each sample of meat loaf was masked in a different way – smoking, garlic with oregano, garlic with oregano combined with smoking and a control sample without masking. The sensory evaluation then monitored the key parameters determining the acceptability of the submitted samples and the effect of the particular masking.

The sensory evaluation of the meat loaf samples was carried out by the sensory profile method using a linear graphical unstructured scale. Seven parameters were evaluated, namely meat flavour intensity, spice flavour intensity, abnormal flavour intensity, meat flavour intensity, spice flavour intensity, abnormal flavour intensity and overall acceptability.

From the results of the sensory evaluation, it can be confirmed that masking boar taint by smoking, spicing or a combination of these methods has a significant effect on some sensory properties of meat loaf with medium and high levels of androstenone. Specifically, the effect on meat odour intensity, spice odour intensity, abnormal odour intensity, meat flavour intensity, abnormal flavour intensity and overall acceptability was statistically demonstrated.

Smoking was found to be the most effective method of masking for increasing overall acceptability, and masking with garlic and oregano combined with smoking was rated as the second most acceptable. In contrast, masking with garlic and oregano alone was not as effective as expected and it is likely that this distinctive combination of spices falsely accentuated the abnormal flavour in the samples.

The effect of androstenone level on the sensory characteristics of the meat loaf was statistically significant only in the intensity in the abnormal flavor. The other parameters appear to be independent of androstenone level in this context.

Keywords: boar taint; masking; meat products; sensory evaluation

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Kančí pach	10
3.1.1 Složky kančího pachu.....	11
3.1.2 Faktory ovlivňující výskyt kančího pachu.....	11
3.1.2.1 Genetika.....	12
3.1.2.2 Hmotnost a stáří zvířete.....	12
3.1.2.3 Složení krmné dávky	13
3.1.2.4 Prostředí.....	13
3.2 Detekce kančího pachu	13
3.2.1 Objektivní metody.....	14
3.2.2 Senzorické metody	14
3.3 Faktory ovlivňující vnímání kančího pachu spotřebiteli	16
3.3.1 Pohlaví a věk spotřebitele.....	16
3.3.2 Národnost.....	17
3.3.3 Způsob tepelné úpravy	18
3.3.4 Maskování.....	19
3.3.4.1 Uzení	20
3.3.4.2 Koření.....	20
3.3.4.3 Ředění masa.....	21
3.3.4.4 Marinování.....	21
4 Metodika	23
4.1 Senzorická analýza	23
4.1.1 Výběr hodnotitelů.....	23
4.1.2 Příprava vzorků.....	23
4.1.3 Statistické vyhodnocení.....	26
5 Výsledky	27
5.1 Výsledky sensorického hodnocení sekaných pečení	27
5.1.1 Sekané pečeně s nízkou hladinou androstenon.....	27
5.1.2 Sekané pečeně se střední hladinou androstenonu	30
5.1.3 Sekané pečeně s vysokou hladinou androstenonu	33
5.2 Vliv maskování na sensorické vlastnosti sekaných pečení	36
5.3 Vliv hladiny androstenonu na sensorické vlastnosti sekané pečeně	39
5.4 Vliv teploty podávání na sensorické vlastnosti sekané pečeně	40
5.5 Vliv maskování a podávání na sensorické vlastnosti sekané pečeně	41

5.6	Vliv maskování a hladiny androstenonu na klíčové parametry	45
6	Diskuze	47
7	Závěr.....	49
8	Literatura	50

1 Úvod

Kvalita potravin a jejich sensorické vnímání jsou zásadními faktory, které ovlivňují preference a rozhodování spotřebitelů při jejich výběru a konzumaci. Zásadním faktorem, který může mít vliv na sensorické vnímání potravin, je přítomnost abnormálních vůní nebo pachů. Jedním z takových pachů je i kančí pach typický pro maso z nekastrovaných sameců prasat – kanečků.

Vepřové maso poskytuje vysokou nutriční hodnotu a nabízí široké množství kulinářských úprav. Hlavním faktorem, který ovlivňuje kvalitu tohoto masa, je přítomnost kančího pachu, který je způsoben hromaděním sloučenin androstenonu a skatolu v tukové tkáni nekastrovaných kanečků. Tento pach, který připomíná pach potu nebo moči, může značně ovlivnit vnímání a přijatelnost vepřového masa spotřebiteli, což má významný dopad na ekonomiku a kvalitu potravinářského průmyslu.

Tradiční praxí používanou pro potlačení vzniku kančího pachu je chirurgická kastrace. S ohledem na zlepšování podmínek chovu a welfare prasat se metoda chirurgické kastrace kanců stále více omezuje a v některých evropských zemích je tento postup již zakázán.

Tento posun vyvolává potřebu hledání alternativních metod, které by umožnily efektivně snížit negativní dopad kančího pachu na kvalitu vepřového masa. Jednou z možných cest je zkoumání vlivu různých tepelných úprav na vnímání kančího pachu a hledání přírodních látek s potenciálem snížit hladinu androstenonu a skatolu v tuku nekastrovaných kanců.

V této souvislosti se v poslední době objevují snahy o nalezení efektivních metod maskování kančího pachu, které by umožnily vylepšit sensorické vnímání masa z kanečků a zvýšit jejich přijatelnost u spotřebitelů.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem diplomové práce bylo vytvoření literární rešerše popisující složky kančího pachu, metody detekce kančího pachu a faktory ovlivňující výskyt kančího pachu zahrnující spotřebitele, způsob tepelné úpravy a možnosti maskování kančího pachu.

V experimentální části práce bylo vyhodnoceno jeho sensorického vnímání spotřebiteli v masných výrobcích v závislosti na různém způsobu maskování, teplotě podávání a hladině androstenonu.

Hypotéza: Maskování kančího pachu pozitivně ovlivní výsledný sensorický vjem spotřebitele.

3 Literární rešerše

3.1 Kančí pach

Kančí pach je zápach, často spotřebiteli přirovnáván k moči, fekáliím nebo potu, který se vyskytuje v masě nekastrovaných kanců (Duijvesteijn et al. 2010). Klíčovými složkami spojenými s charakteristickým pachem u vepřového masa jsou androstenon, vyprodukovaný varlaty, a skatol, který vzniká bakteriemi ve střevě (Babol et al. 2002). Kromě androstenonu a skatolu může přispívat ke kančímu pachu také indol (Zamaratskaia & Squires 2009).

Po dosažení pohlavní dospělosti se tyto lipofilní sloučeniny způsobující kančí pach hromadí v tukové tkáni prasat a vytvářejí nepříjemné aroma, které je zvláště výrazné při ohřevu masa (Rowe et al. 2014). Nepříjemný projev těchto látek je znatelný především, pokud jsou přítomny ve vysokých koncentracích (Babol et al. 2002).

Vzhledem k nižšímu senzoričkému prahu je vliv skatolu na smyslové vnímání kančího pachu vyšší při nižších teplotách, zatímco androstenon je patrnější při vaření nebo pečení (Agerhem & Tornberg 1995; Bilić-Šobot et al. 2014). Výsledky studií, týkající se podílu těchto dvou látek na kančímu pachu, jsou částečně protichůdné. Mnoho studií minulých let naznačuje, že androstenon je sice patrnější při tepelné úpravě masa (Agerhem & Tornberg 1995), ale skatol má z hlediska spotřebitelského vnímání větší podíl na nepříjemnosti zápachu (Mathur et al. 2012; Lundström et al. 1994). Naopak, další studie naznačují, že androstenon a skatol mají podobný podíl na vytváření kančího zápachu (Dijksterhuis et al. 2000; Matthews et al. 2000; Bonneau et al. 1992; Xue et al. 1996). Hladinu těchto sloučenin a následně i kančí pach mohou ovlivnit různé faktory, včetně plemene, genetiky, pohlaví, věku, hmotnosti a metabolismu jater (Bilić-Šobot et al. 2014).

Tato senzoričká vada, která se stává intenzivnější během tepelné úpravy masa (Mathur et al. 2012), ovlivňuje kvalitu vepřového masa kanečků (Font-i-Furnols 2012). a z tohoto důvodu jsou kanci méně často využíváni k produkci vepřového masa (Zadinová et al. 2016). Běžnou praxí pro efektivní snížení androstenonu a skatolu v tukových tkáních je kastrace samců krátce po narození. Historicky byli samci kastrováni pro zlepšení kvality masa, snížení agresivního a sexuálního chování a minimalizaci rizika kančího pachu (Zamaratskaia & Squires 2009; Font-i-Furnols 2012). Stejně jako v jiných odvětvích i v masném průmyslu je nutné udržovat kvalitu a zároveň uspokojovat požadavky spotřebitelů. V Evropské unii se situace v odvětví vepřového masa mění, jelikož chirurgická kastrace selat není v souladu s požadavky na welfare (životní pohodu) zvířat. Ze strany spotřebitelů tudíž nastává zájem o výrobu produktů v souladu s těmito požadavky (Trautmann et al. 2016).

V některých zemích Evropské unie, zejména v severských státech, se v současné době již nepraktikuje chirurgická kastrace bez anestezie a chovatele tím nutí hledat jiné cesty (Chen et al. 2007). Zaváděnou alternativou chirurgické kastrace je mimojiné imunokastrace, založena na aktivní imunizaci proti hormonu uvolňujícímu gonadotropin, který potlačuje vývoj varlat a produkci steroidů (Zamaratskaia & Squires 2009).

3.1.1 Složky kančího pachu

Androstenon

Androstenon, steroid produkovaný v Leydigových buňkách varlat, patří mezi přirozené samčí pohlavní hormony vznikající z testosteronu. Metabolizuje se v játrech a částečně se hromadí v tukových tkáních, odkud se při tepelném zpracování uvolňuje (Claus et al. 1994). Lze tedy říci, že přílišná syntéza ve varlatech, či nedostatečná degradace v játrech nebo i varlatech, způsobuje jeho vysoké hladiny v tuku (Robic et al. 2008). Nakumulovaný androstenon v tukové tkáni dosahuje koncentrace 0,5–1 ppm (Walstra et al. 1999) cca u 60 % kanců (Bonneau et al. 2000). Bylo vyzorováno, že vyšší hladiny androstenonu souvisí s agresivním chováním kanců (Giersing et al. 2000) a s kožním poškozením (Bekaert et al. 2012), to znamená s faktory souvisejícími se sociální hierarchií a dosažením puberty. Bernardy (2010) uvádí, že dochází k vysoké koncentraci i ve slinných žlázách, kde po vazbě na protein působí jako sexuální feromon. Množství androstenonu v tukové tkáni kance závisí na věku, tělesné hmotnosti zvířete a také na genetických faktorech. Tyto faktory ovlivňují pohlavní zralost a potenciál produkce androstenonu (Aluwé et al. 2009; Bilić-Šobot et al. 2014). Někteří autoři zmiňují, že hrají roli i další faktory (např. úroveň krmení a blízkost samic), pravděpodobně svým vlivem na pohlavní zralost (Lundström et al. 1994).

Skatol

Skatol vzniká mikrobiálním rozkladem aminokyseliny tryptofanu v tlustém střevě. Množství produkovaného skatolu je tedy regulováno především dostupností tryptofanu a aktivitou střevních bakterií (Zamaratskaia & Squires 2009). Takto vyprodukovaný skatol je částečně vyloučen se stolicí a částečně absorbován do krve a transportován do jater, kde je jeho větší část odbourávána a vyloučena močí (Aluwé et al. 2009; Zamaratskaia & Squires 2009). Zbývá nemetabolizovaná část skatolu se ukládá zejména v tukových tkáních (Chen et al. 2007). Skatol se vyznačuje nahořklou chutí (Lundström et al. 1988) a zanechává v mase charakteristický zápach, připomínající fekálie nebo naftalen (Rius Solé & García Regueiro 2001). Řada studií naznačuje, že hodnoty skatolu vzrůstají v období puberty, pravděpodobně v důsledku zvýšené motility střev (Babol et al. 2004; Aluwé et al. 2009). Za hlavní faktory ovlivňující koncentraci skatolu v mase je považována strava a podmínky chovu zvířat (Bilić-Šobot et al. 2014; Walstra et al. 1999). Mezi další chemickou látku, která může v menší míře přispívat k zápachu masa, patří indol (Brennan et al. 1986; Fredriksen et al. 2009).

3.1.2 Faktory ovlivňující výskyt kančího pachu

Míra koncentrace androstenonu je spojena s pohlavní zralostí u prasat a je ovlivněna zejména faktory, které mají vliv na začátek jejich puberty, jako jsou věk a hmotnost zvířete (Bonneau 1982; Babol et al. 2002). Dle Chen et al. (2007) je faktor diety u snižování hladiny androstenonu méně podstatný, pokud přímo neovlivňují pubertu prasat. Hladina skatolu kromě genetiky závisí i na složení stravy a podmínkách chovu zvířat (Bilić-Šobot et al. 2014) jako teplota, ventilace a čistota v kotcích. (Jensen et al. 1995; Aluwé et al. 2009). Metabolismus tryptofanu střevní mikroflórou je důležitý proces, který ovlivňuje produkci skatolu a indolu.

Jelikož indol má menší podíl na vzniku kančího pachu, většina studií se zaměřila na obsah skatolu (Chen et al. 2007).

3.1.2.1 Genetika

Mezi jednotlivými plemeny či liniemi byla prokázána výrazná variabilita v obsahu androstenonu a skatolu. V případě šlechtěných plemen byla pozorována nižší produkce těchto pachových látek (Dostálová et al. 2008). Několik studií zaznamenalo rozdíly mezi plemeny v prevalenci kančího pachu, přičemž tyto rozdíly jsou především důsledkem rozdílů v dosažení puberty a v koncentracích androstenonu. Byly také zjištěny rozdíly v obsahu skatolu mezi jednotlivými plemeny (Zamaratskaia & Squires 2009). Nízké hladiny skatolu v tuku byly zjištěny u plemene Duroc ve srovnání s plemenem Hampshire (Xue et al. 1996) nebo plemenem Landrace (Chen et al. 2007).

Genetická selekce může mít pozitivní dopad na redukci kančího pachu v mase. Během selekce se snižuje i obsah androstenonu a skatolu, což může vést k poklesu hladiny anabolických hormonů, jako je testosteron. Takový vývoj může negativně ovlivnit růst a časně dosažení puberty u kanců. Proto je vhodné upřednostňovat jedince s nižším potenciálem produkce androstenonu při dosažení pohlavní dospělosti. Zásadní je výzkum zaměřený na identifikaci genetických markerů spojených s kančím pachem a věkem sexuální zralosti, aby se předešlo nežádoucím důsledkům spojeným se selekcí (Zamaratskaia et al. 2004).

3.1.2.2 Hmotnost a stáří zvířete

Stáří a hmotnost prasat rovněž ovlivňují hladinu pachových látek (Bilić-Šobot et al. 2014) a lze konstatovat, že se zvyšující se hmotností zvířete jejich obsah ve svalových a tukových tkáních stoupá (Dostálová et al. 2008). V období odstavu je koncentrace androstenonu nízká, ale v průběhu puberty se neustále zvyšuje současně se zvýšením produkce ostatních testikulárních hormonů (Claus et al. 1997). 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).

Výskyt kančího pachu je podlimitní do hmotnosti 80 kg (Dostálová et al. 2008). Kromě věku by bylo možné využít porážky samců prasat při hmotnosti nižší než 100 kg, aby se zabránilo vysokým koncentracím skatolu a androstenonu v tukových tkáních (Bilić-Šobot et al. 2014). Dostálová et al. (2008) uvádí, že kanečky je možné vykrmovat do hmotnosti 100–110 kg živé váhy s nízkým rizikem, že bude obsahovat kančí pach. Ve studii Zamaratskaia et al. (2005) se hladiny androstenonu nelišily mezi prasaty poraženými při 90 a 115 kg živé hmotnosti, zatímco ve výzkumu Chen et al. (2007) byly hladiny androstenonu vyšší u těžších prasat. Dle Jedličky (2012) výkrm kaneček do nižší porážkové hmotnosti (≤ 90 kg) a stáří nepřesahující 180 dní představuje jednu z možností pro zvýšení efektivity produkce vepřového masa. Kanečky vykazují v porovnání s kastráty prokazatelně výhodnější ukazatele užitkovosti a jatečné hodnoty, což za určitých podmínek v chovu může v novém legislativním prostředí přinést významné ekonomické výhody.

3.1.2.3 Složení krmné dávky

Jeden ze základních nástrojů pro manipulaci s produkcí skatolu je složení stravy. Některé složky krmné dávky mohou přímo ovlivnit tvorbu skatolu, která je závislá na aktivitě střevní mikroflóry a na dostupnosti tryptofanu v tlustém střevě (Dostálová et al. 2008). Krmivo může ovlivnit množství skatolu v tukové tkáni prostřednictvím regulace doby průchodu střevem, absorpce ve střevech nebo metabolismu v játrech (Zamaratskaia & Squires 2009). Bylo zjištěno, že několik druhů sacharidů jako je surový bramborový škrob, lupina, čekanka a inulin má vliv na produkci skatolu změnou mikroflóry v trávicím traktu (Chen et al. 2007; Nielsen et al. 2007). Nestrávené sacharidy mohou též omezit absorpci skatolu tím, že zkracují dobu průchodu ve střevě. Obsah vody rovněž může ovlivnit absorpci skatolu (Zamaratskaia & Squires 2009).

Kořeny čekanky jsou zvláště bohaté na inulin, který není štěpen v tenkém střevě a je schopen změnit mikrobiální fermentaci v tlustém střevě s následným snížením tvorby skatolu (Zammerini et al. 2012). Čekanka může mít pozitivní vliv na snížení koncentrace skatolu v krvi a hřbetním tuku kanců (Hansen et al. 2008). Několik studií ukázalo, že při zařazení kořenů čekanky do krmiva v množství 5 % (Rideout et al. 2004) nebo 10 % (Nielsen et al. 2007) vedlo k účinnému snížení hladiny skatolu.

Dále byl prokázán vliv syrového bramborového škrobu na redukci tvorby skatolu při použití v krmivu v různých koncentracích po dobu 2-3 týdnů před porážkou (Zamaratskaia et al. 2005).

3.1.2.4 Prostředí

Na vyšší hladiny skatolu má kromě dalších faktorů vliv i prostředí ve kterém jsou kanečci chováni. Čistota podestýlky v kotcích, typ podlahy, dostatečná ventilace a hustota osazení ovlivňuje výskyt skatolu v těle zvířete rovněž jako vyšší teplota prostředí, ve kterém jsou zvířata chována (Dostálová et al. 2008; Bilić-Šobot et al. 2014). Hansen et al. (1994) zjistili, že kanečci chovaní ve špinavých kotcích měli vyšší hladinu skatolu v tukové tkáni ve srovnání s těmi, kteří byli chováni v čistých kotcích. Skatol může být zpětně absorbován do těla přes kůži prasat a hromadit se v tuku. Nejvyšší množství skatolu se dostává do těla přes oblast břicha (Friis 1993). Tento problém se vyskytuje hlavně v teplých letních obdobích, zejména když prasata leží ve výkalech. Předpokládalo se také, že typ ventilace může hrát roli při akumulaci skatolu, protože ho odstraňuje ze vzduchu, snižuje vnitřní teplotu a relativní vlhkost (Hansen et al. 1994). Heyrman et al. (2021) však nezjistili žádné významné rozdíly mezi jednotlivými druhy větrání kotců v souvislosti s rizikem kančího pachu.

S nástupem puberty se zvyšuje produkce steroidních hormonů, což vede k vyšší tvorbě a ukládání pachových látek, jako je androstenon a skatol. Ačkoliv je tento proces ovlivněn genetikou plemene, je možné ho ovlivnit i dalším způsobem, a to oddělením sameců od samic. Přítomnost prasnic totiž urychluje nástup puberty u kanců (Dostálová et al. 2008).

3.2 Detekce kančího pachu

V současné době se k hodnocení kančího pachu používají různé metody detekce (Aluwé et al. 2012). Detekce pachů a vůní v mase se provádí objektivně pomocí laboratorních metod

(nejčastěji plynovou chromatografií s hmotnostní spektrometrií) nebo s pomocí vyškolených hodnotitelů, tedy senzoričky (Claus et al. 1997; Vestergaard et al. 2006). Avšak pro rutinní použití na jatkách k identifikaci a třídění jatečně upravených těl s nepříjemným obsahem kančího pachu je zapotřebí rychlých detekčních metod (Bekaert et al. 2013).

Za nevyhovující se považuje maso, ve kterém hladina skatolu přesáhne hodnotu 0,25 µg/g a hladina androstenonu hodnotu 1,0 µg/g (Xue & Dial 1997).

3.2.1 Objektivní metody

K objektivnímu stanovení látek odpovědných za kančí pach se používají laboratorní metody založené na chromatografii, hmotnostní spektrometrii, chemiluminiscenci a kolorimetrické (pro ekvivalenty skatolu) a imunologické metody (Dostálová et al. 2008; Lundström et al. 2009). Nicméně, tyto metody jsou však pro širší praktické využití nevhodné vzhledem ke své finanční nákladnosti (Dostálová et al. 2008) nebo vyžadují dlouhé přípravy vzorků před použitím samotné metody. Navíc výsledky získané různými metodami nejsou v literatuře vždy konzistentní a je obtížné jejich porovnání kvůli rozdílné metodice, skladování a místu odběru vzorků (Haugen et al. 2012; Zamaratskaia et al. 2005; Chen et al. 2007). V současné době tedy není k dispozici žádná rychlá detekční metoda kančího pachu pro běžné použití na jatkách nebo při porážce (Haugen et al. 2012).

Přestože metody měření androstenonu v tuku, i když mohou být rychlé (Claus et al. 1997), nejsou vhodné pro běžné použití na jatkách a prahové hodnoty se mezi studii značně liší (Malmfors & Lundström 1983; Xue & Dial 1997). Měření androstenonu ve slinné žláze se jeví jako praktičtější vzhledem k vysoké kumulaci a jednoduchému odběru vzorků, a proto by mohlo být použito na jatkách. I když se tento způsob měření může zdát jako nejvhodnější jednotnou analytickou metodu k detekci množství kančího pachu, pro zpřesnění tohoto odhadu je vhodné měřit jak androstenon ve slinné žláze, tak koncentraci skatolu v tuku (Babol et al. 1996).

V současné době dochází k rychlému rozvoji technologie chemických senzorů pro analýzu těkavých látek. Vestergaard et al. (2006) naznačují, že využitelnou technologií pro efektivní třídění jatečně upravených těl na porážkové lince by mohl být tzv. elektronický nos. Tato detekční metoda funguje na principu senzorů, které dokáží zachycené sloučeniny porovnat se standardem. Studie Annor-Frempong et al. (1998) ukázala, že existuje významná korelace mezi výsledky z elektronického nosu a senzoričkového panelu. Elektronický nos může tedy úspěšně vytřídit nevhodné vzorky s vysokým obsahem kančího pachu. Výhodou použití elektronického nosu je, že vzorky tuku není třeba pro detekci nijak upravovat a tím se výrazně zkrátí potřebný čas a sníží náklady vynaložené na analýzy. Ačkoliv je schopen vyhodnotit odchylná aroma (Dostálová et al. 2008), není specifický pro androstenon nebo skatol (Vestergaard et al. 2006; Chen et al. 2007).

3.2.2 Senzorické metody

Senzoričková analýza je klíčová pro přijetí výrobku spotřebiteli a pro pochopení jejich vnímání. Svůj význam má ve všech fázích výroby a vývoje v potravinářském průmyslu (Ruiz-Capillas et al. 2021). Pach je základní smyslová vlastnost, která určuje, zda spotřebitelé přijmou produkt (Zamaratskaia & Squires 2009). Jak již bylo zmíněno několika autory (Whittington et

al. 2011; Bekaert et al. 2013; Mathur et al. 2012; Haugen et al. 2012) není k dispozici žádný validovaný detekční systém pro zjišťování kančího pachu, a proto musí většina jatek k posuzování na jateční lince používat pouze sensorické hodnocení vyškolenými hodnotiteli.

Tito vybraní hodnotitelé očichávají vzorky vepřových jatečně upravených těl a přiřazují jim skóre. Autoři se o tomto principu zmiňují ve studiích jako o metodě „Human nose scoring“. Při sensorické kontrole kvality se používá jednoduchý bodovací systém přidělením bodů od 0 (=žádný zápach) do 4 (=silný zápach) podle intenzity zápachu (Mathur et al. 2012).

Vzhledem k tomu, že androstenon a skatol se uvolňují převážně při zahřívání tuku (de Kock et al. 2001; Mathur et al. 2012), provádí se sensorické hodnocení pomocí metod zahřívání (Trautmann et al. 2016). K uvolnění zásadních těkavých látek se provádí zahřátím podkožní tukové tkáně např. pomocí horkého železa, pájky, pyropenem nebo mikrovlnné trouby (Bekaert et al. 2013; Mathur et al. 2012; Whittington et al. 2011). Následně je vzorek (obvykle tuku) hodnocen jedním nebo více vyškolenými hodnotiteli. Na hodnocení mohou mít vliv také faktory jako neočištění pájecího zařízení po použití, opakované tavení sádla na stejném místě nebo příliš velká teplota při zahřívání, která může způsobit překrytí kančího pachu zápachem spáleného masa (Bekaert et al. 2013).

Metoda horkého železa, při níž je zahříván tuk na krku a uvolněný zápach je poté vyhodnocen vyškolenou osobou, je široce používanou metodou detekce. Jednou z hlavních výhod je její možné využití na jatkách. Úskalí této spočívá v přidělování bodů pouze jedním zkušeným hodnotitelem. To může vést k možným problémům se spolehlivostí (Bekaert et al. 2011; Jarmoluk et al. 1970)

Bekaert et al. (2013) ve své studii porovnávají tři různé metody ohřevu (mikrovlnná trouba, pájka a pyropen) a hodnotí vliv návyku, čistotu páječky a opékání sádla na sensorické hodnocení kančího pachu. Výsledky naznačují, že nejvhodnější metodou je pyropen, jelikož při jeho použití nepřichází do žádného kontaktu s tukem a snadno se s ním manipuluje. Jedním z důvodů, proč pyropen získal nižší skóre v porovnání s ostatními může být mimo jiné to, že plyn uvolňovaný při použití částečně maskuje kančí zápach.

Metody ohřevu vzorků porovnávali i Whittington et al. (2011), konkrétně metodu mikrovlnného ohřevu při 60 °C, tavení s povrchovou teplotou 185 °C, pájení při 180 °C a metodu varu s následným ochlazením na osmibodové stupnici. Z jejich výsledků je patrné, že nejvýhodnější metodou vzhledem k jednoduchosti a rychlosti je ohřátí mikrovlnným ohřevem.

S tím jsou v rozporu výsledky (Bekaert et al. 2013), které ukazují na nižší korelaci metody mikrovlnného ohřevu s hladinou skatolu a indolu ve srovnání s výsledky pájky a pyropenu. Korelace mezi androstenonem a zkoumanými metodami ohřevu jsou u všech podobné, takže se zdá, že tato sloučenina je méně ovlivněna metodou ohřevu použitou k hodnocení intenzity kančího pachu. Autoři se shodují, že všechny zkoumané postupy mohou být shledávány za vhodné k účelům detekce kančího pachu, ale volba metody vždy záleží na konkrétních podmínkách, kde budou použity a na návyku hodnotitele (Trautmann et al. 2016; Whittington et al. 2011; Bekaert et al. 2013).

V Nizozemsku a Belgii je v praxi na jatkách nejčastěji používanou metodou pájka (Jarmoluk et al. 1970). Naproti tomu v České republice je pro potřeby veterinárního dozoru používána zkouška varem (Dostálová et al. 2008).

Opakovatelnost metody bodování lidským nosem je poměrně nízká, jelikož je známo, že mezi lidmi existují velké rozdíly ve vnímání kančího zápachu. Citlivost na kančí pach se

liší v závislosti na zemi hodnocení, pohlaví a věku hodnotitelů. Proto se v případě potřeby vyšší přesnosti doporučuje použití více panelů (Mathur et al. 2012). Při senzoričném hodnocení masa kanečků je zapotřebí vzít v úvahu etnické i individuální rozdíly ve vnímavosti hodnotitele vůči výskytu kančího pachu. Bylo prokázáno, že spotřebitelé patřící k různým etnikám hodnotili maso s kančím pachem rozdílným způsobem (Dostálová et al. 2008). Hlavní výhodou metody bodování lidským nosem je, že jej lze provést levněji a rychleji ve srovnání s laboratorní analýzou androstenonu a skatolu (Mathur et al. 2012).

3.3 Faktory ovlivňující vnímání kančího pachu spotřebiteli

Ze strany spotřebitelů je přijatelnost a detekce kančího pachu velice individuální. Dle Font-i-Furnols (2012) je 99 % spotřebitelů citlivých na skatol. Oproti tomu vnímání androstenonu je u spotřebitelů zhruba poloviční, schopnost jeho detekce má 30-45 % populace (Keller et al. 2007; Bekaert et al. 2011; Lunde et al. 2012). Zatímco na zmiňovaný skatol je citlivý téměř každý testovaný, u citlivosti na androstenon se ukázaly rozdíly mezi nejen mezi pohlavím, ale i věkem a národností (Weiler et al. 2000). Z těchto důvodů je proto vhodnější se při testování citlivosti na kančí pach zaměřit spíše na androstenon (Bekaert et al. 2011).

U žen byla zjištěna vyšší citlivost než u mužů, což může být dáno rozdílnou citlivostí konzumentů na androstenon (Font-i-Furnols et al. 2003). Navíc je vnímání androstenonu ovlivněno genetickým faktorem, takže může být odlišné u různých populací spotřebitelů (Bonneau et al. 1992). Rowe et al. (2014) uvádí, že se přijatelné množství obou látek u jednotlivých spotřebitelů liší a pohybují se mezi 0,5 – 1 µg/g pro androstenon a u skatolu mezi 0,2–0,25 µg/g tuku. Během tepelné úpravy se prahové hodnoty pro androstenon i skatol zvyšují, konkrétně na hodnotu 1,5 µg/g pro androstenon a 0,5 µg/g pro skatol. (Bonneau 1998; Bilić-Šobot et al. 2014). Nad touto hladinou již spotřebitelé vnímají obě látky negativně a ti, kteří jsou na výskyt kančího pachu citliví, takové maso odmítají (Jensen et al. 2014).

3.3.1 Pohlaví a věk spotřebitele

Pohlaví

Poměrně znatelný rozdíl v citlivosti na složky kančího pachu existuje mezi pohlavími (Dostálová et al. 2008). Ve většině provedených studiích jsou ženy klasifikovány jako citlivější k výskytu kančího pachu oproti mužům (Font-i-Furnols et al. 2003). To potvrzuje i studie provedená na spotřebitelích v Belgii, kde Bekaert et al. (2011) vyhodnotili 38 % mužů a 51 % žen jako citlivých na androstenon. Font-i-Furnols (2012) ve své studii poukazuje na to, že citliví spotřebitelé obecně o něco méně akceptují vepřové maso s obsahem androstenonu a riziko vnímání kančího pachu se u nich zvyšuje. Jak již bylo zmíněno, citlivost na androstenon je geneticky podmíněna (Keller et al. 2007; Wysocki & Beauchamp 1984) a několika studiemi bylo prokázáno, že část spotřebitelů je na androstenon anosmická, což znamená částečné nebo úplné snížení schopnosti vnímat pach určité látky, i když jejich čich je pro jiné látky normální (Font-i-Furnols 2012; Mörlein et al. 2013; Meier-Dinkel et al. 2013). Tato specifická anosmie může být důsledkem chybějících receptorů. Někteří anosmičtí jedinci mají potřebné receptory, ale v podprahové hustotě (Bekaert et al. 2011).

Věk

Citlivost na androstenon je také ovlivněna věkem. Matthews et al. (2000) na základě mezinárodní studie uvádí, že existuje velmi výrazný rozdíl ve vnímání kančího pachu v průběhu života. Hodnocení spotřebitelů v nejstarší věkové skupině této studie vykazovalo nejnižší procento nelibosti. Zatímco většina dětí je schopna cítit androstenon, u dospělých to dokáže přibližně 50-60 % (Dorries et al. 1989). Bremner (2003) odhadla míru anosmie androstenonem na pouhých 1,8 až 6,0 % u zdravé populace mladých dospělých. Breipohl (1982) uvádí, že příčinou těchto změn ve vnímání může být funkce hormonální soustavy, kterou mají děti zvýšenou. Citlivost na androstenon roste úměrně s věkem až do 60 let, a poté se začíná snižovat (viz. Tab. 1). Toto zjištění může být vysvětleno tím, že s přibývajícím věkem se může citlivost na androstenon vyvinout i u osob, které ho dříve necítily (Wysocki et al. 1989).

Tab. 1: Citlivost na androstenon v závislosti na věku spotřebitelů (Font-i-Furnols et al. 2003)

Věk (v letech)	Citlivost (%)	Mírná citlivost (%)	Necitlivost (%)
18-25	21.4	10.5	68.1
26-40	30.0	17.1	53.0
41-60	40.0	17.5	42.4
61-75	23.9	13.4	62.7

3.3.2 Národnost

Citlivost je rozdílná i napříč státy. Nejvyšší míra necitlivých spotřebitelů byla zaznamenána v Německu, kde až 70 % mužů a 66 % žen necítí androstenon (Weiler et al. 2000). Font-i-Furnols (2012) srovnává několik provedených studií napříč státy v souvislosti s citlivostí na androstenon. V Tab. 2 lze pozorovat rozdíly v jednotlivých státech, kde nejvyšší citlivost vůči androstenonu byla zjištěna u žen i mužů z Francie a Německa. Nicméně, mezi odhady jednotlivých studií jsou zřetelné procentuální rozdíly, které mohly vzniknout v důsledku rozdílných metodik stanovení a velkému časovému odstavu (Havlíček et al. 2010).

Tab. 2: Podíl citlivých spotřebitelů na androstenon dle státu (Font-i-Furnols 2012)

Země	Celkem (%)	Ženy (%)	Muži (%)
Belgie	45.3	51.1	34.5
Německo	17.6-73.0	19.3-77.0	15.5-69.0
Španělsko	30.9-47.5	37.3-53.6	23.7-45.5
Francie	44-57	59.2	55.6
Norsko	39-45.5	46.4	26.3
Velké Británie	47.6	58.9	36.5

Mezi dříve provedené studie, které posuzují citlivost konzumentů na androstenon a skatol, je i mezinárodní výzkum autorů Matthews et al. (2000). Tato studie zahrnovala celkem sedm zemí (Německo, Dánsko, Nizozemsko, Francii, Španělsko, Švédsko a Velká Británie), ve kterých bylo konzumentům ve věkovém rozpětí 26–60 let předloženo několik vzorků s rozdílnou hladinou složek kančího pachu. Zjistilo se, že u konzumentů z Dánska a Švédska měl androstenon znatelný vliv na chuť, zatímco v Nizozemí se projevil pouze v pachu. Dále je z výsledků patrné, že nejcitlivější na chuť masa s kančím pachem jsou obyvatelé Francie a Švédska. Těmito výsledky se potvrzuje, že není možné jednoznačně stanovit univerzální hranici přijatelnosti pro výskyt kančího pachu, protože citlivost na něj je silně individuální (Dostálová et al. 2008).

3.3.3 Způsob tepelné úpravy

Spotřebitelé vnímají kančí pach odlišně v závislosti na typu vepřového výrobku. Obecně platí, že u čerstvého masa, jako jsou hřbety, plec a kotlety, je vnímání kančího pachu vyšší, a to zejména při tepelné úpravě. V případě zpracovaných masných výrobků (např. slanina, suché salámy a klobásy), u kterých se díky vaření, fermentaci a použití maskovacích strategií (např. uzení a koření) kančí pach minimalizuje, je jeho vnímání nižší (Font-i-Furnols 2012; Peñaranda et al. 2024; Škrlep et al. 2020).

Vařením během zpracování výrobku se snižuje riziko vnímání sloučenin kančího pachu (Lundström et al. 2009), přestože se jednotlivé studie zcela neshodují v tom, zda mají různé podmínky vaření (např. vyšší teplota) specifický účinek (Škrlep et al. 2020). Některé studie založené na senzoričtém hodnocení vyškoleným panelem zjistily, že použitý způsob tepelné úpravy a výše teploty ovlivňují vnímání celkového zápachu, kančího pachu (Whittington et al. 2011) a vepřové nebo abnormální chuti (Font-i-Furnols 2012).

Tepelná úprava masa může probíhat vařením ve vodě, v páře, smažením v tuku nebo pečením v troubě či grilováním na kontaktním grilu. Využitelná je i úprava sous-vide neboli vaření suroviny ve vakuově uzavřeném sáčku. Pokud jde o vliv způsobů tepelné úpravy na vnímání kančího pachu, bylo smažení shledáno za účinnější než pečení horkým vzduchem v troubě, grilování nebo sous-vide, přičemž se ukázalo být účinnější i ve srovnání s klasickým vařením ve vodě. Při smažení v olivovém oleji byl kančí pach ve vzorcích se střední koncentrací androstenonu (tj. 0,5–0,7 mg/kg) v podstatě nezatelný (Peñaranda et al. 2017). Některé těkavé sloučeniny z oleje (estery, aldehydy, ketony) mohou po spojení s čichovými receptory vyvolat pachový vjem (Kalua et al. 2007), a tím maskovat vnímání androstenonu (Peñaranda et al. 2017). Tuky mohou oxidací měnit složení mastných kyselin v mase a je tedy možné, že výše uvedené výsledky pozorování souvisely s použitím olivového oleje při smažení (Broncano et al. 2009). Ačkoliv maso připravované metodou sous-vide bude mít intenzivnější chuť, vyšší křehkost a šťavnatost (Armstrong & McIlveen 2000), tak se tato metoda nedoporučuje k použití v případě masa z nekastrovaných kanečků. Během vakuového tepelného opracování zůstává pára uvnitř sáčku a nedojde tak k odpaření nežádoucích látek kančího pachu (Taylor 1998; Peñaranda et al. 2017).

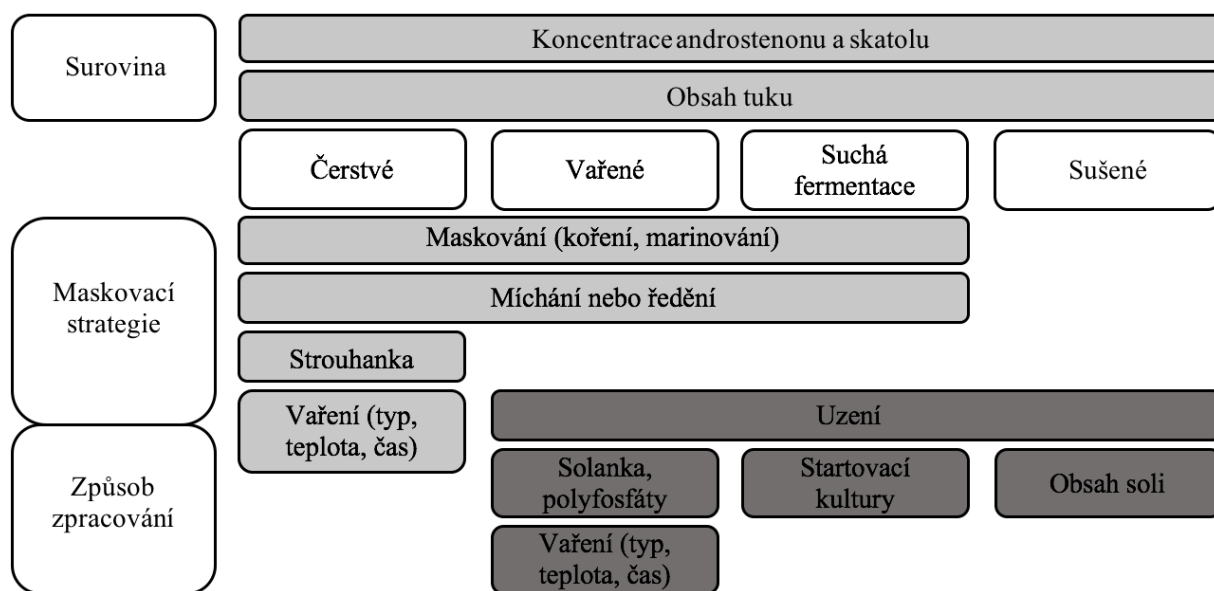
Účinnost metod může záviset na faktorech, jako je teplota ohřevu, bod tání tuku, vlhkost na povrchu vzorku (de Kock et al. 2001), které určují rychlost, s jakou pachové látky přechází v kapalnou a plynnou fázi, a stávají se tak těkavými, což ovlivňuje míru vnímání (Peñaranda et

al. 2017). Bylo zjištěno, že vaření při nižších teplotách není účinné z hlediska redukce kančího pachu, a to ani v případě, že bylo maso vařeno po dlouhou dobu (Aaslyng & Koch 2018). Ve studii Meinert et al. (2008) zjistili, že teplota má největší vliv na tvorbu chuti a obecně na kvalitu pokrmu. Vysoké teploty při tepelné úpravě jsou ve výsledku efektivnější, protože sloučeniny kančího pachu, androstenon a skatol, které jsou těkavé, by mohly být během tepelného procesu částečně odbourávány (Peñaranda et al. 2017).

3.3.4 Maskování

Pokud jde o zmírnění kančího pachu v masných výrobcích, existuje několik různých strategií (viz. Obr. 1), které závisí na faktorech souvisejících se složením masa (tj. hladina skatolu a androstenonu, obsah tuku), zpracovatelském postupu a použitými maskovacími strategiemi (Škrlep et al. 2020). Tyto faktory se mohou odvíjet od typu masného výrobku a také způsobu konzumace (tj. teplý nebo studený), který též silně ovlivňuje vnímání kančího zápachu spotřebiteli (Meier-Dinkel et al. 2016). Autoři se shodují, že čerstvé masné výrobky, jako jsou hřebety a kotlety, jsou spojeny s vyšším rizikem odmítnutí ze strany spotřebitelů, a to zejména při tepelné úpravě, ve srovnání se zpracovanými masnými výrobky, jako jsou suché fermentované salámy, vařená a sušená šunka (Babol & Squires 1995; Bañón et al. 2003; Bonneau & Chevillon 2012; Meier-Dinkel et al. 2013; Verplanken et al. 2017).

Několik studií zkoumalo různé strategie k maskování kančího zápachu ve zpracovaných výrobcích. Jako nejvhodnější se k maskování kančího pachu jeví kombinace několika technik maskování (Lunde et al. 2008; Kallas et al. 2013; Mörlein et al. 2015). Dále bylo studováno také přírodní uzení a různé směsi koření ve vařených klobásách (Martínez et al. 2016).



Obr. 1 Faktory ovlivňující vnímání kančího pachu v masných výrobcích (Škrlep et al. 2020)

3.3.4.1 Uzení

Použití kouře bylo často zmiňováno několika autory jako jedna z maskovacích strategií kančího zápachu (Lunde et al. 2008; Lunde et al. 2013; Martínez et al. 2016; Stolzenbach et al. 2009), protože se účinně používá již v několika výrobcích, jako je slanina a klobásy. Kouř lze do výrobku přidávat buď tradičním způsobem uzení v udírně (přírodní kouř), nebo pomocí tekutého kouře. Podle teploty kouře v udírně rozeznáváme uzení studeným kouřem (teplota pod 25 °C), uzení teplým kouřem (25 °C-45 °C) a horkým kouřem (40 °C-60 °C) (Sikorski & Sinkiewicz 2014). Uzení se běžně používá ke konzervaci masa a zlepšení jeho chuti. Při tomto procesu se utvářejí látky, které obohacují chuťový profil masa a zároveň vytváří příjemné aroma (Stolzenbach et al. 2009). Aaslyng & Koch (2018) ve své studii porovnávali různé parametry uzení masných výrobků s průměrnou koncentrací skatolu do 0,6 µg/g a koncentrací androstenonu do 3,6 µg/g a potvrdili, že čím delší byla doba uzení, tím lepší byl maskovací účinek. Naproti tomu použití tekutého kouře (0,1 %) přimíchaného do klobás nebylo v koncentracích použitých v této studii účinné. Stolzenbach et al. (2009) naznačili, že je nutné zvážit různé faktory, jako je typ a intenzita kouře, délka udících cyklů a použití střívek, která usnadňují pronikání kouře. Ke stejnému závěru se přiklání i dvě nedávno provedené studie na uzeninách, které nepotvrdily potenciál tekutého kouře (Aaslyng & Koch 2018; Mörlein et al. 2019) jako zcela spolehlivé strategie maskování kančího pachu. Příčinou těchto rozporů mezi studii může být kromě koncentrace tekutého kouře, také koncentrace kančího pachu.

Tekutý kouř vzniká z kouře z různých druhů dřeva a od toho se odvíjí i jeho vlastnosti. (Tarté 2009; Aaslyng & Koch 2018). V předchozím výzkumu vnímání kančího zápachu bylo naznačeno, že uzení snižuje nebo omezuje vnímání kančího zápachu: tekutý kouř v marinovaných kotletách (Lunde et al. 2008), fermentovaných klobásách (Stolzenbach et al. 2009) a u fermentovaných slanin (Meier-Dinkel et al. 2016). Přestože existuje několik druhů tekutého kouře, dosud nebyly porovnávány maskovací účinky různých druhů tekutého kouře s různými sensorickými vlastnostmi na kančím pachu (Aaslyng & Koch 2018)

3.3.4.2 Koření

Při vaření je používání bylin a aromatických rostlin běžnou záležitostí, a proto by jejich použití mohlo být zvažováno i pro maskování kančího pachu v čerstvém vepřovém mase (Bianchi 2015). Aaslyng et al. (2015) hodnocením slaniny a vepřového bůčku zjistili, že směs koření (sůl, pepř, cukr, hřebíček, majoránka, tymián, hořčice, nové koření a bujonový prášek) v kombinaci s kouřem mají schopnost maskovat kančí pach. Další studie využívaly k maskování česnek a petržel u čerstvého vepřového masa (Borrissier-Pairó et al. 2017), přidání oregana do marinovaných kotlet (Lunde et al. 2008) a použití přírodní směsi koření (bílý pepř, paprika, hořčičné semínko, muškátový oříšek, koriandr, sladká majoránka a malý zelený kardamom) do Frankfurtských párků (Martínez et al. 2016). Tyto kořeněné Frankfurtské párky z kastrovaného a kančího masa měly vyšší skóre přijatelnosti než ostatní druhy párků. Co se týká vůně, maskovací strategie ukázala, že rozdíl mezi klobásami z kančího a kastrovaného masa nebyl významný. To potvrzuje pozitivní vliv navrhovaných přídatných látek na přijatelnost masa (Martínez et al. 2016). Obalováním v chlebové strouhance lze také zvýšit nejen přijatelnost ale i šřavnatost uvnitř výrobku (Antonova et al. 2003). Borrissier-Pairó et al.

(2017) uvádějí, že u vzorků se směsí koření se dokonce zlepšila přijatelnost i u vysoce citlivých spotřebitelů.

Kombinaci více maskovacích strategií zkoumali ve své studii i Peñaranda et al. (2017) na chorizu zpracovaném při třech různých hladinách androstenonu (kastrát 0-0,3 mg/kg, střední 0,4-0,9 mg/kg a vysoká 1-2,75 mg/kg) a dvou maskovacích strategiích (rozmarýn, rozmarýn v kombinaci s uzením). Výsledky ukázaly, že druhá zmíněná maskovací strategie byla nejúčinnější pro snížení kančího zápachu u choriza s vysokou hladinou androstenonu, ale za nejpřijatelnější výrobek bylo dle spotřebitelských výsledků bylo vyhodnoceno chorizo s vysokým obsahem androstenonu a rozmarýnem.

Obecně lze tedy konstatovat, že procesy jako je kořenění, fermentace, sušení či uzení, může zásadně ovlivnit vnímání kančího pachu a zlepšit přijetí masa spotřebiteli ve srovnání s čerstvým masem. Nedokáží však zaručit jeho úplné zamezení (Lundström et al. 2009; Font-i-Furnols 2012; Martínez et al. 2016; Meier-Dinkel et al. 2016).

3.3.4.3 Ředění masa

Pokud jde o vyšší obsah kančího pachu, jedinou technikou, která má prokazatelně pozitivní vliv na snížení kančího pachu ve vařených uzeninách, je ředění. Tato technika má však své limity. Bylo zjištěno, že použití 50 % zkaženého masa pro výrobu vařených klobás je nepřijatelné, protože maskování kančího zápachu při tomto množství nebylo úspěšné (Martínez et al. 2016). V případě uzenin typu frankfurtských klobás by mohlo být použito 50 % masa s kančím pachem, aniž by byla ohrožena kvalita konečného výrobku (Babol & Squires 1995). Autoři Martínez et al. (2016), Walstra et al. (1999), Mörlein et al. (2019) se shodují, že pokud jde o použití techniky ředění k zamaskování zkaženého masa ve vařených klobásách, lze použít až třetinu zkažené suroviny v konečném výrobku. V případě, pokud se vařená uzenina konzumuje teplá, lze použít maximálně 12 % zkaženého masa (Lundström et al. 2009).

3.3.4.4 Marinování

Marinování je osvědčenou kulinářskou strategií pro dosažení křehkosti a šťavnatosti masa. Maso je při marinování naloženo po delší dobu v aromatické směsi, aby se chuťové a vonné složky dostatečně vstřebaly (Lunde et al. 2008). Běžně se používá směs oleje, octa, vody nebo vína spolu s různými druhy koření (Peñaranda et al. 2024). Víno obsahuje proteolytické enzymy, které štěpí bílkovinné řetězce, čímž zvyšuje křehkost masa (Istrati et al. 2015). Textura a chuť jsou klíčovými faktory, které ovlivňují preference masných výrobků (Felderhoff et al. 2020; Udomkun et al. 2018).

Vstříkování koření marinovací injekcí zajišťuje homogennější rozložení (Istrati et al., 2015) a intenzivnější vůni a chuť koření ve vepřovém mase, která zamaskovala nepříjemné vjemy při konzumaci (Vaquero 2013). (Aaslyng et al. 2015; Chatterjee et al. 2015) uvádějí použití výrazného koření v marinádách, jako je muškátový oříšek a zázvor, které také pomáhá zlepšit senzoryckou kvalitu vepřového masa maskováním.

Egea et al. (2018) ve své studii prokázali, že marinování pomocí oregana, papriky, oleje, octa a vody snížilo vnímání kančího pachu ve vepřové panence. Stejní autoři dříve použili marinádu octu s kořením, která nedokázala zvýšit křehkost vepřového vzorku s vysokou hladinou androstenonu.

Lunde et al. (2008) hodnotí vliv marinování ponořením do oregana, česneku a tekutého kouře na snížení kančího pachu u vepřových kotlet s různými koncentracemi androstenonu a skatolu. Tyto výsledky ukázaly, že použitá marinovací směs má schopnost snížit vnímání kančího pachu.

Peñaranda et al. (2024) marinovali svíčkovou ve směsi soli, koření, aromat a bílého vína vstříkáním injekcí a následným masírováním vepřového masa. Masírování masa během marinování mohlo pomoci k dosažení obdobného skóre v hodnocení textury masa jako vzorky z kastrovaných kanců. Vliv na texturu vzorků by mohly mít i použité fosfáty v marinovací směsi, protože zvyšují schopnost zadržovat vodu a snižují ztráty při vaření, což vede právě k dobré textuře masa (Warner 2023).

4 Metodika

4.1 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení vzorků sekaných bylo provedeno metodou sensorického profilu s využitím lineární grafické nestrukturované stupnice. Hodnoceno bylo sedm parametrů, konkrétně intenzita vůně masa, intenzita vůně koření, intenzita abnormální vůně, intenzita chuti masa, intenzita chuti koření, intenzita abnormální chuti a celková přijatelnost.

Samotné hodnocení probíhalo v sensorické laboratoři v prostorách České zemědělské univerzity v Praze. Sensorická laboratoř je vybavena deseti degustačními boxy (Obr. 4) a přípravnou vzorků oddělenou od těchto boxů. Každý degustační box má počítač pro záznam hodnocení a přívod vody. Celkem proběhly dvě sezení ve dvou dnech po sobě, první sezení pro hodnocení dvanácti studených vzorků a druhé pro hodnocení stejného počtu teplých vzorků sekané. Před hodnocením obdrželi hodnotitelé pokyny, jak vzorky posuzovat a zaznamenat.

4.1.1 Výběr hodnotitelů

Hodnotitelé byli vybíráni na základě jejich schopnosti detekovat zápach androstenonu. Tento výběr byl uskutečněn na základě trojúhelníkové zkoušky s použitím standardů androstenonu a skatolu rozpuštěných v metanolu. Jednotlivé testovací sady byly připraveny s různými koncentracemi. Na základě schopnosti rozpoznání vzorků androstenonu a skatolu byl vybrán panel sedmi hodnotitelů.

4.1.2 Příprava vzorků

K přípravě vzorků sekaných pečení pro tuto práci byli vybráni kanečci s různými hladinami androstenonu a skatolu v tukové tkáni (viz Tab. 3).

Tab. 3 Koncentrace AND a SKA ve vybraných vzorcích masa

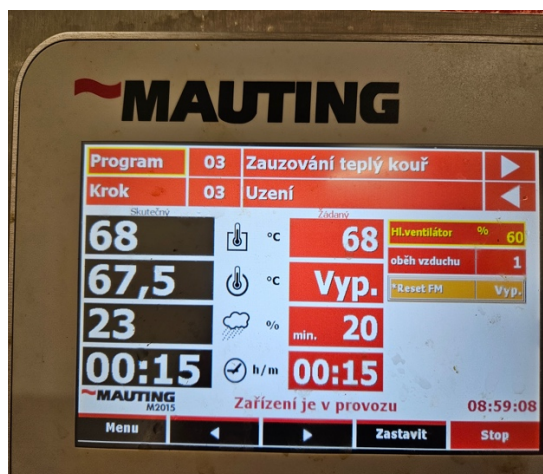
	Koncentrace AND [$\mu\text{g/g}$]	Koncentrace SKA [$\mu\text{g/g}$]
nízká	0,120	0,002
střední	0,388	0,032
vysoká	1,494	0,139

Vzorky sekané pečeně byly vyrobeny z 5,7 kg masa (každé koncentrace) s přidáním 10 g/kg strouhanky, 0,3 kg vody a 2 % soli (0,6% Pragma).

Do maskovaných výrobků kořením byl navíc přidán 1 g/kg oregana (Nature line) a 4 g/kg česnekového granulátu (Nature line). V uzeném vzorku a ve výrobku ke kontrole bylo použito pouze 6 g/kg koření sekaná pečeně combi (Classic line) běžně používané pro výrobu sekané pečeně.

Sekané pečeně byly následně tepelně opracované pečením a maskované výrobky navíc ještě zauzované teplým kouřem při 68 °C po dobu 20 min (viz Obr. 2). Hotové masné výrobky

(viz Obr. 3) byly vychlazeny, zavakuovány a příslušně označeny. Po zabalení byly vzorky sekané pečeně zmrazeny.



Obr. 2 Zauzování teplým kouřem



Obr. 3 Vzorky sekaných pečení

Celkem bylo vyrobeno 12 vzorků sekané pečeně, které byly rozděleny podle hladin AND a maskovacích parametrů do třech setů po čtyřech vzorcích (viz. Tab. 4).

Tab. 4 Přehled vyrobených vzorků včetně způsobu maskování AND

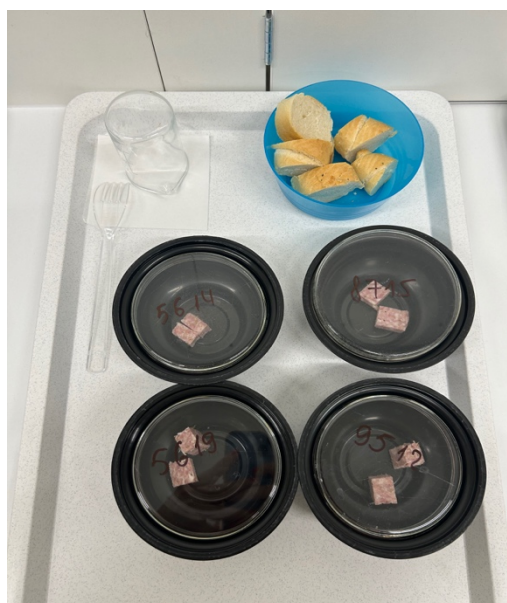
Koncentrace AND	Způsob maskování
nízká	kontrola
	uzení
	česnek + oregano
	česnek + oregano + uzení
střední	kontrola
	uzení
	česnek + oregano
	česnek + oregano + uzení
vysoká	kontrola
	uzení
	česnek + oregano
	česnek + oregano + uzení

Vzorky byly přibližně 24 hodin před samotným hodnocením rozmrazeny v lednici při teplotě 5°C. Příprava vzorků probíhala v oddělené části senzorické laboratoře. Každý vzorek byl nakrájen na 10 g ± 0,5 g kousky a vložen do zakryté plastové misky (Obr. 5). Takto připravené vzorky byly popsány čtyřmístným kódem dle klíče v Tab. 5 a Tab. 6. K neutralizaci

chuti a vůně mezi vzorky byla použita čistá voda z vodovodu a bílé pečivo. Při prvním sezení byly hodnotitelům podávány vzorky sekané pečeně za studena a při druhém byly stejné typy vzorků před podáváním ohřáty na teplotu 70° C.



Obr. 4 Degustační box



Obr. 5 Podávané vzorky

Tab. 5 Klíč ke studeným vzorkům sekané pečeně

Koncentrace AND	kód vzorku – studená	Způsob maskování
nízká	8715	kontrola
	5614	uzení
	9512	česnek+oregano
	5619	česnek+oregano + uzení
střední	2327	kontrola
	3923	uzení
	1927	česnek+oregano
	6529	česnek+oregano + uzení
vysoká	1937	kontrola
	6132	uzení
	8731	česnek+oregano
	5635	česnek+oregano + uzení

Tab. 6 Klíč k vzorkům podávaných za tepla

Koncentrace AND	kód vzorku – tepla	Způsob maskování
nízká	9415	kontrola
	7816	uzení
	9413	česnek+oregano
	5619	česnek+oregano + uzení
střední	9425	kontrola
	9423	uzení
	6425	česnek+oregano
	3125	česnek+oregano + uzení
vysoká	6435	kontrola
	9436	uzení
	4634	česnek+oregano
	6731	česnek+oregano + uzení

4.1.3 Statistické vyhodnocení

Naměřená data byla nejprve zpracována do tabulek v MS Excel a následně vyhodnocena ve statistickém programu SAS smíšeným lineárním modelem (procedura MIXED) s metodou REML (restringovaná metoda maximální věrohodnosti). V modelu byl zahrnut fixní efekt hladiny androstenonu, teploty podávání, maskování a náhodný efekt hodnotitele. Pro analýzu rozdílů mezi zkoumanými faktory byla použita metoda LS MEANS. Rozdíly byly považovány za statisticky významné, pokud překročily hladinu pravděpodobnosti 95 % ($P < 0,05$).

5 Výsledky

Tab. 7 Výsledky senzoričké analýzy celého souboru

	počet pozorování	průměr	StD
Intenzita vůně masa	168	5,28	2,07
Intenzita vůně koření	168	5,72	2,77
Intenzita abnormální vůně	168	2,99	2,71
Intenzita chuti masa	168	5,67	1,96
Intenzita chuti koření	168	5,95	2,87
Intenzita abnormální chuti	168	3,55	3,10
Celková přijatelnost	168	5,07	2,28

Ve výše uvedené Tab. 7 jsou prezentovány základní výsledky senzoričkého hodnocení pro celý soubor.

5.1 Výsledky senzoričkého hodnocení sekaných pečení

5.1.1 Sekané pečeně s nízkou hladinou androstenon

Tab. 8 Výsledky senzoričké analýzy vzorku s nízkou hladinou androstenonu – studené podávání

	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	5,84	1,61	4,83	2,60	4,19	1,71	5,93	1,93
Intenzita vůně koření	4,11	1,97	4,64	3,00	8,36	1,24	4,84	2,38
Intenzita abnormální vůně	1,80	1,49	1,11	0,95	4,06	2,94	1,79	1,25
Intenzita chuti masa	7,11	1,53	5,39	2,43	4,89	1,92	5,67	2,06
Intenzita chuti koření	4,60	2,55	5,31	3,19	9,03	0,45	5,77	3,09
Intenzita abnormální chuti	1,34	0,92	2,67	3,42	5,40	3,77	4,56	3,50
Celková přijatelnost	7,31	1,60	6,16	1,96	3,36	1,93	5,43	2,32

Výsledky hodnocení v Tab. 8 udávají, že nejvyšší průměrná intenzita vůně masa byla zaznamenána u maskovaného vzorku česnek+oregano+uzení následovaná kontrolním vzorkem bez maskování. Nejnižší průměrná intenzita vůně masa byla u česneku s oreganem.

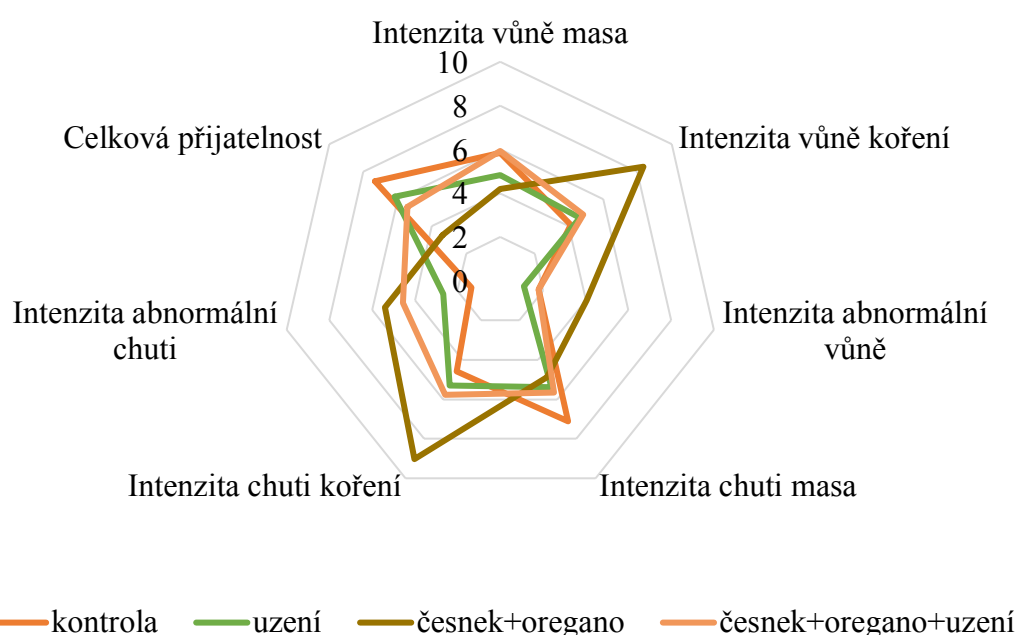
Nejvyšší průměrná intenzita vůně koření byla zaznamenána u česneku s oreganem, druhá nejvyšší intenzita byla vyhodnocena ve vzorku kombinace maskování kořením a uzéním.

Nejméně intenzivní vůně koření byla předpokládaně u kontrolního vzorku. Výsledky se neliší ani v případě chuti koření.

Kančí pach byl nejvíce cítit v případě česneku s oreganem a skoro nevnímatelný byl u uzení. Shodné výsledky pro česnek+oregano+uzení jsou zřetelné i v případě abnormální chuti, ale nejnižší hodnoty se v případě chuti vyskytují u vzorku kontroly.

Kontrolní vzorek chutnal silně po mase a vyšší hodnoty byly sledovány i u maskovaného vzorku česnek+oregano+uzení.

Chuť masa byla nejvíce zamaskována u česneku s oreganem. Celková přijatelnost byla nejvyšší u kontrolního vzorku, a naopak nejméně přijatelným vzorkem nízké hladiny byl pro hodnotitele česnek s oreganem.



Graf 1 Výsledky senzoričké analýzy vzorku s nízkou hladinou androstenonu – studené podávání

Z těchto výsledků Grafu 1 je zřejmé, že česnek s oreganem má tendenci mít nejvyšší intenzitu chuti a vůně koření, ale nižší celkovou přijatelnost ve srovnání s ostatními variantami. Uzení má často vyšší přijatelnost, ale nižší intenzitu chuti a vůně koření než česnek s oreganem. Kontrolní vzorek má obvykle průměrné hodnoty mezi různými variantami kromě parametru chuti masa a celkové přijatelnosti, kde hodnoty výrazně převyšují maskované vzorky.

Tab. 9 Výsledky senzoričké analýzy vzorku s nízkou hladinou androstenonu – teplé podávání

	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	6,19	2,14	6,37	2,00	4,50	2,14	5,23	2,09
Intenzita vůně koření	3,44	2,33	4,99	2,08	8,70	1,42	5,30	2,22
Intenzita abnormální vůně	2,83	3,39	1,73	1,38	3,13	2,09	2,41	2,63
Intenzita chuti masa	6,86	1,66	6,13	1,46	4,34	2,12	5,43	1,89
Intenzita chuti koření	5,03	2,50	5,09	2,76	8,61	1,85	5,80	2,23
Intenzita abnormální chuti	1,97	2,26	2,10	2,32	5,06	2,52	3,49	3,18
Celková přijatelnost	6,33	1,71	6,30	1,91	3,87	1,23	4,43	1,71

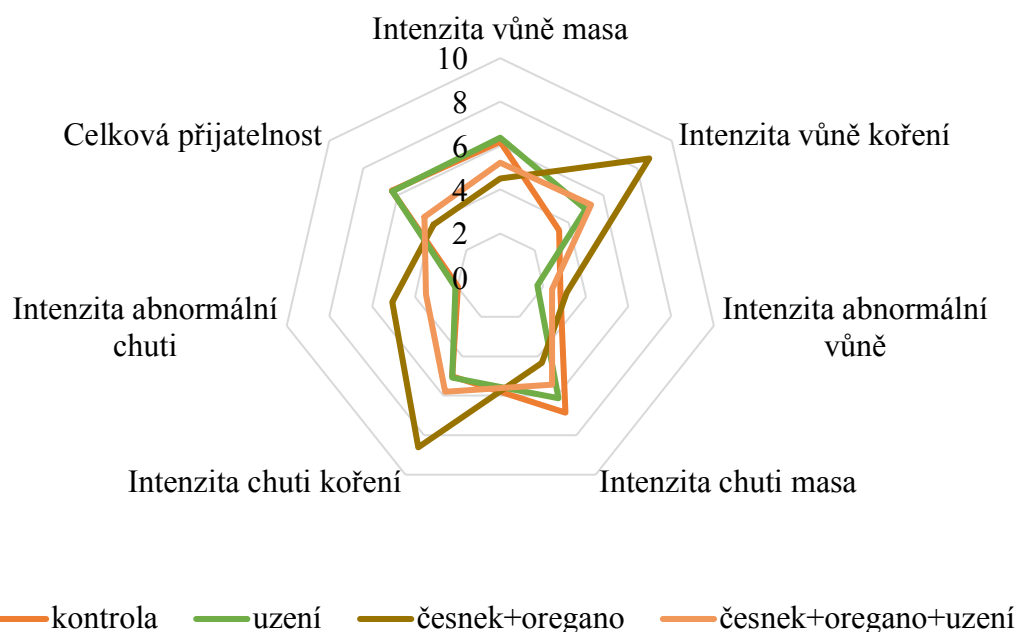
V případě stejného vzorku podávaného za tepla, se intenzita vůně masa zvedla u kontrolního vzorku. Nejnižší průměrná intenzita vůně masa byla u česneku s oreganem.

Nejvyšší průměrná intenzita vůně koření byla shodně jako u studené varianty zaznamenána u česneku s oreganem, a klesla v případě kontrolního vzorku. Výsledky se neliší ani v případě chuti koření.

Intenzita abnormální vůně překvapivě klesla u ohřátého vzorku česneku s oreganem, ale stále zůstává nejvyšší. Uzený vzorek vykazuje nejnižší abnormální vůni, přestože se v ohřáté verzi jeho hodnocení zvýšilo. Výsledky shodné se studeným podáváním vzorku jsou zřetelné v případě abnormální chuti.

Silná chuť po mase byla vyhodnocena u kontrolního vzorku a zamaskována byla nejvíce u česneku s oreganem.

Celková přijatelnost byla nejvyšší u kontrolního vzorku, a naopak nejméně přijatelným vzorkem nízké hladiny byl pro hodnotitele česneku s oreganem, kde byla zároveň nejvyšší abnormální vůně i chuť.



Graf 2 Výsledky senzoričké analýzy vzorku s nízkou hladinou androstenonu – teplé podávání

Z výsledků zanesených do grafu 2 je vidět, že opakovaně česnek s oreganem má tendenci mít vysokou intenzitu vůně a chuti koření, ale nižší celkovou přijatelnost ve srovnání s ostatními variantami. Uzení má stále vyšší přijatelnost než kořeněné výrobky, ale nižší intenzitu vůně a chuti koření než česnek s oreganem. Překvapivě se u nejintenzivnějších vzorků (česnek s oreganem) hodnoty abnormální chuti a vůně snížily.

5.1.2 Sekané pečeně se střední hladinou androstenonu

Tab. 10 Výsledky senzoričké analýzy vzorku se střední hladinou androstenonu – studené podávání

	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	5,07	2,04	5,49	2,18	4,27	2,55	5,00	2,79
Intenzita vůně koření	3,19	2,06	5,70	2,29	8,73	0,95	5,60	2,99
Intenzita abnormální vůně	3,39	2,43	3,29	2,63	1,81	1,35	2,97	3,01
Intenzita chuti masa	5,97	1,57	5,37	2,39	5,44	2,48	6,60	1,95
Intenzita chuti koření	2,74	1,80	5,59	1,51	8,29	1,76	6,10	2,68
Intenzita abnormální chuti	5,56	3,10	3,24	3,09	2,43	2,52	2,01	2,31
Celková přijatelnost	3,66	2,23	5,53	2,33	4,81	2,07	6,96	1,95

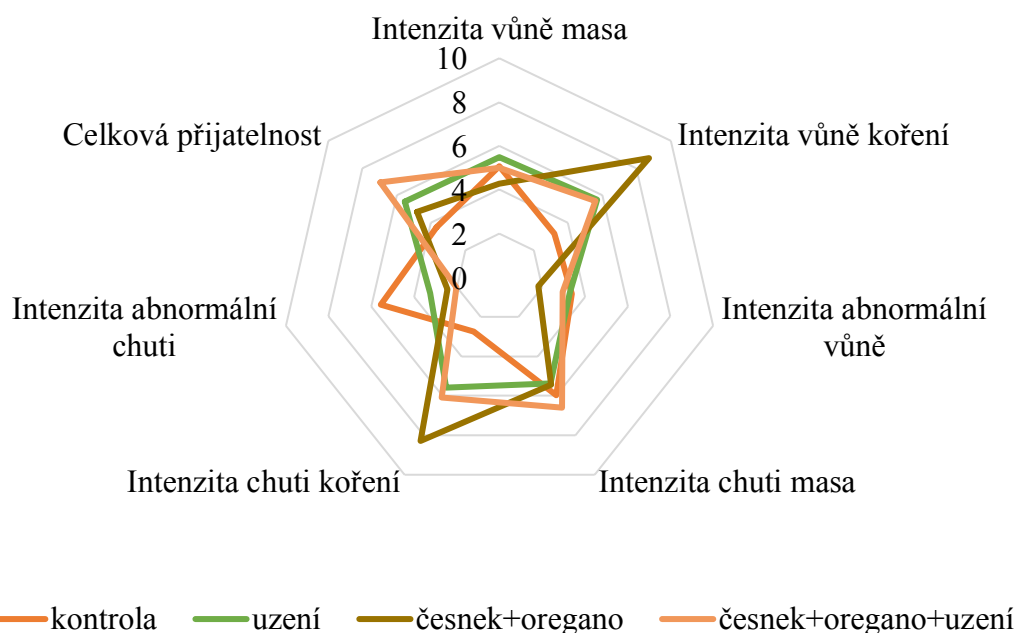
U vzorků střední hladiny androstenonu byla nejsilnější vůně masa zaznamenána u vzorku maskovaném uzením (Tab. 10). Nejnižší intenzita vůně masa byla u vzorku s česnekem a oreganem.

Co se týče koření, nejvýraznější aroma bylo u vzorku s česnekem a oreganem, druhé nejvyšší hodnoty byly zjištěny u uzeného vzorku. Nejmírnější vůně koření byla ve vzorku kontroly. S vůní koření korelují výsledky chuti koření, kde se pořadí vzorků nezměnilo.

Abnormální vůně byla nejsilnější u vzorku kontroly, zatímco u česneku s oreganem byla velmi nízká. V tomto případě maskování uzením, kořením či kombinací těchto dvou strategií pomohlo snížit abnormální vůni. S tímto se shodují i výsledky abnormální chuti, kde také došlo k výraznému snížení.

Chuť masa byla nejvíce zamaskovaná u uzeného vzorku, zatímco nejvýraznější byla u vzorku maskovaném kombinací koření a uzení.

Nejpříjemnějším vzorkem z předkládaného setu byl česnek+oregano+uzení i přes nejvyšší hodnocení v intenzitě chuti masa. Nejméně přijatelným hodnotitelé zvolili nemaskovaný vzorek kontroly.



Graf 3 Výsledky senzoričké analýzy vzorku se střední hladinou androstenonu – studené podávání

Z prezentovaných výsledků v grafu 3 lze pozorovat, že kombinace česneku, oregana a uzení vykazuje obvykle vyšší intenzitu chuti a vůně, ale nejvyšší průměrnou celkovou přijatelnost ve srovnání s ostatními variantami. Maskování v tomto případě snížilo abnormální vůni, chuť a zvýšilo celkovou přijatelnost oproti kontrolnímu vzorku.

Tab. 11 Výsledky senzoričké analýzy vzorku se střední hladinou androstenonu – teplé podávání

	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	5,81	2,10	5,99	2,36	4,83	1,72	4,71	2,09
Intenzita vůně koření	2,73	1,47	5,50	3,11	8,46	1,34	5,97	2,63
Intenzita abnormální vůně	5,51	3,95	2,93	3,35	4,14	2,38	4,06	3,52
Intenzita chuti masa	5,33	2,19	5,94	1,90	5,59	1,28	5,67	1,01
Intenzita chuti koření	3,79	2,75	5,50	3,30	8,33	1,21	6,50	2,44
Intenzita abnormální chuti	6,50	3,91	3,30	4,28	4,17	2,79	4,47	3,13
Celková přijatelnost	2,91	2,97	5,44	2,58	3,99	1,46	4,11	2,01

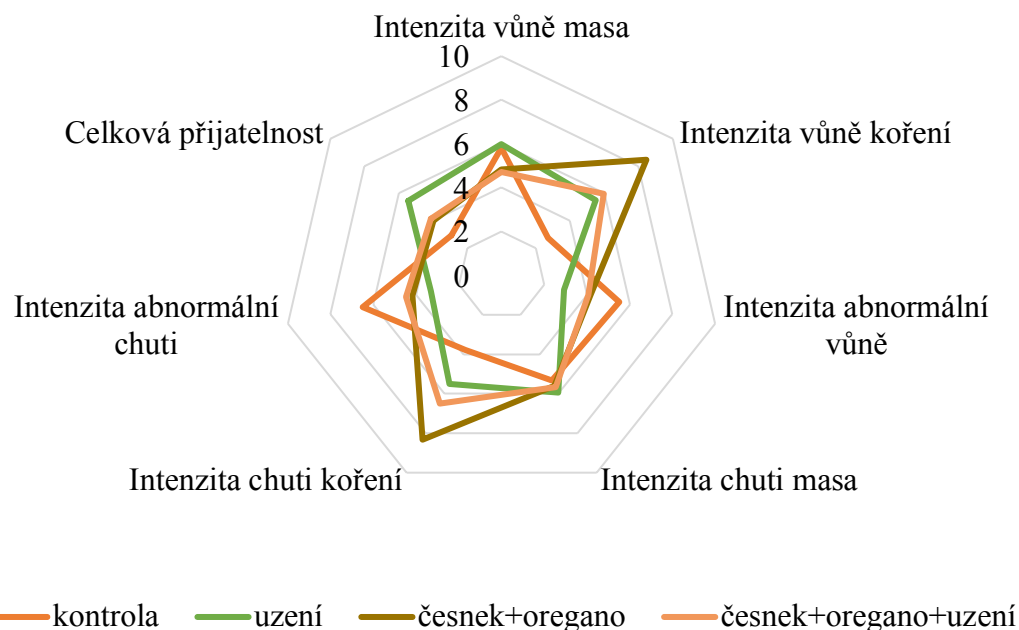
Z výsledků ohřátých vzorků střední hladiny androstenonu v tab.11 lze vidět, že byla nejvýraznější vůně masa zaznamenána u vzorku, který byl maskován uzením. Naopak nejnižší intenzita vůně masa byla u vzorku česnek+oregano+uzení. V porovnání se studenou variantou se hodnoty v parametru vůně masa lehce zvedly, kromě varianty česnek+oregano+uzení. Pořadí vzorků se ale nezměnilo.

Pokud jde o koření, nejsilnější vůně byla u vzorku s česnekem a oreganem, přičemž druhé nejvyšší hodnoty byly zaznamenány u vzorku kombinující koření a uzení. Neslabší vůně koření byla i v tomto případě u kontrolního vzorku. Toto pořadí se promítlo i do výsledků chuti koření.

Abnormální vůně byla nejvíce výrazná u kontrolního vzorku, zatímco u uzeného vzorku s byla nízká. Maskování uzením, kořením nebo kombinací obou těchto prvků pomohlo i v ohřáté verzi významně snížit abnormální vůni. Tento trend se odráží i ve výsledcích ohledně abnormální chuti, kde bylo také pozorováno výrazné snížení. Hodnoty abnormální chuti i vůně jsou u teplých vzorků vyšší v případě všech variant.

Chuť masa byla nejvíce intenzivní u vzorku uzení, ale v tomto případě byly všechny hodnoty podobné s malými rozdíly.

Nejvíce přijatelným vzorkem z této sady podávané za tepla byl uzený vzorek. Naopak hodnotitelé označili, stejně jako u studené verze, za nejméně přijatelný nemaskovaný kontrolní vzorek.



Graf 4 Výsledky senzoričké analýzy vzorku se střední hladinou androstenonu – teplé podávání

Z výsledků ohřátých vzorků střední hladiny androstenonu (Graf 4) plyne, že ačkoliv byl vzorek uzení považován za nejvýraznější ve vůni masa byl shledán za celkově nepřijatelnější. Vůně masa se při ohřevu obecně zvýšila, s výjimkou zmíněné varianty, přičemž pořadí hodnocení vzorků zůstalo stejné. V oblasti koření se nejsilnější aroma projevilo znovu u varianty česneku s výrazným oreganem. Maskování uzením, kořením nebo oběma pomohlo významně snížit abnormální vůni a chuť.

5.1.3 Sekané pečeně s vysokou hladinou androstenonu

Tab.12 Výsledky senzoričké analýzy vzorku s vysokou hladinou androstenonu – studené podávání

	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	4,23	2,18	5,70	1,91	4,69	1,98	6,41	2,53
Intenzita vůně koření	2,50	2,40	5,71	2,49	7,80	1,55	6,96	0,71
Intenzita abnormální vůně	4,01	3,29	1,50	1,13	4,20	3,77	2,19	1,53
Intenzita chuti masa	5,80	2,19	5,64	2,28	5,06	2,70	6,80	1,88
Intenzita chuti koření	3,59	3,31	4,87	2,40	8,46	1,77	6,33	2,86
Intenzita abnormální chuti	3,99	3,52	2,71	2,67	3,40	3,31	2,44	1,71
Celková přijatelnost	5,19	2,60	5,89	2,49	4,56	2,31	6,16	2,15

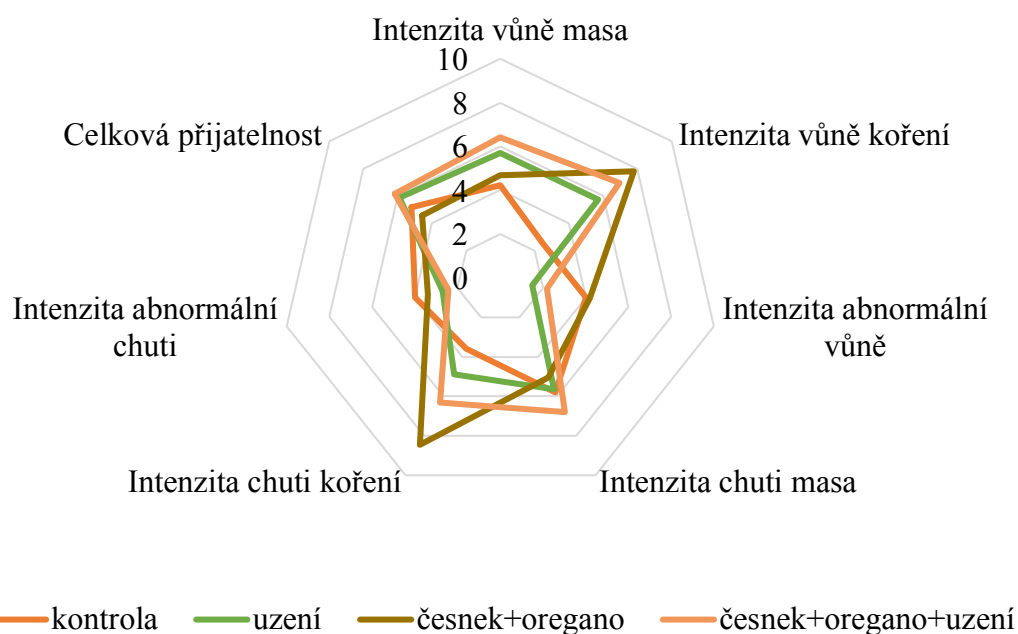
Výsledky sekané pečeně nejvyšší hladiny androstenonu ukazují na nejvyšší intenzitu ve vůni a chuti masa v porovnání s ostatními hladinami (Tab. 12). Nejvyšší hodnota byla přiřazena vzorku česnek+oregano+uzení a nejnižší vzorku kontroly.

Intenzita vůně koření v tomto případě klesla, ale stále je vzorek s česnekem a oreganem nejvíce cítit po koření. Chuť koření je taktéž stále nejvyšší u vzorku česneku s oreganem. Nejméně kořeněný byl z výsledků opět vzorek kontroly.

Abnormální vůně byla tentokrát nejsilnější u vzorku česneku s oreganem, zatímco u ostatních maskovaných vzorků byla nižší v porovnání s kontrolním. Abnormální vůně byla nejvýraznější u vzorku kontroly, tudíž maskování u ostatních vzorků sekané se zdá být v tomto případě účinné.

Intenzita chuti masa se u vzorku česnek+oregano+uzení zvedla v porovnání se střední hladinou. V této skupině byl zmiňovaný vzorek považován za vysoce intenzivní v hodnoceném parametru. Nejnižší hodnoty chuti masa byly pozorovány u vzorku česneku s oreganem.

Nejpříjemnějším vzorkem z předkládaného setu byl česnek+oregano+uzení i přes nejvyšší hodnocení v intenzitě chuti masa. Nejméně přijatelným hodnotitelé zvolili maskovaný vzorek česnekem s oreganem, který měl zároveň nejintenzivnější abnormální vůni.



Graf 5 Výsledky sensorické analýzy vzorku s vysokou hladinou androstenonu – studené podávání

Ze zobrazení Grafu 5 lze říci, že maskovaný vzorek s česnekem, oreganem a uzením vykazuje nejvyšší intenzitu vůně a chuti masa, ale zároveň nízkou intenzitu abnormální chuti i vůně. Tyto výsledky naznačují účinnost kombinace těchto ingrediencí při potlačení nežádoucích vlivů androstenonu. Navzdory vyšší intenzitě chuti masa, je tento vzorek nejpříjemnější mezi hodnotiteli. Nízké intenzity abnormálních vlastností lze vidět i u vzorku maskovaném uzením, který byl zvolen jako druhý nejpříjemnější.

Tab. 13 Výsledky senzoričké analýzy vzorku s vysokou hladinou androstenonu – teplé podávání

	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	5,31	0,95	5,71	2,22	4,93	1,38	5,54	2,54
Intenzita vůně koření	4,00	1,61	5,63	3,01	8,53	1,76	5,83	2,82
Intenzita abnormální vůně	2,84	2,87	2,34	3,42	4,04	2,61	3,76	3,32
Intenzita chuti masa	5,04	2,14	5,46	1,96	4,89	1,86	5,71	2,01
Intenzita chuti koření	3,07	2,05	4,76	2,98	8,46	1,96	7,21	1,94
Intenzita abnormální chuti	4,21	3,78	2,34	2,66	3,97	3,01	3,93	3,09
Celková přijatelnost	3,97	2,21	6,37	2,36	4,01	2,04	4,86	1,33

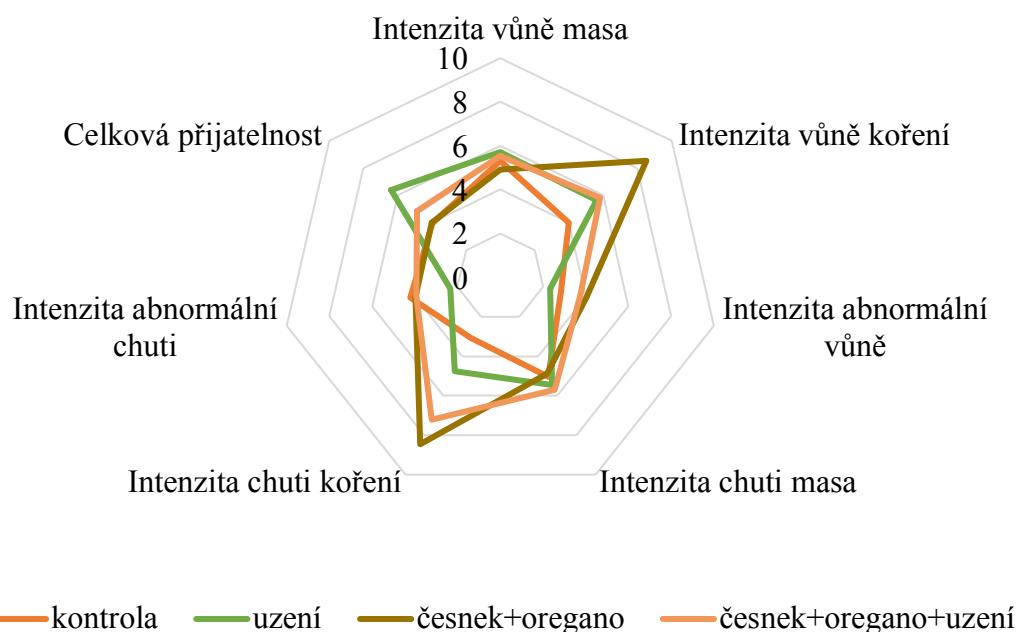
Z výsledků v Tab. 13 lze pozorovat průměrné výsledky hodnocení vzorků sekaných pečení připravených z masa s vysokou hladinou androstenonu ohřátých před podáváním. Teplotou při podávání vzrostly hodnoty intenzity vůně masa u všech vzorků kromě česnek+oregano+uzení, který byl za studena považován za nejintenzivnější. V teplé verzi má nejvyšší intenzitu vůně masa vzorek uzení, nejnižší česnek s oreganem.

V případě vůně a chuti koření je stále nejvýraznější vzorek česneku s oreganem, kde teplota podávání pravděpodobně podpořila vůni koření. Nejmenší hodnota zůstává u vzorku kontroly.

Intenzita abnormální vůně zůstává nejvyšší u vzorku česneku s oreganem, ale překvapivě lehce klesla u kontrolního vzorku v porovnání se studenou variantou. Uzený vzorek vykazuje nejnižší abnormální vůni, přestože se v ohřáté verzi jeho hodnocení zvýšilo. Intenzita abnormální chuti se zvýšila u kontrolního vzorku, kde je abnormální chuť nejvyšší. Nejnižší hodnoty abnormální chuti byly v případě uzeneho vzorku. Celkové pořadí intenzity abnormální chuti se od studené verze nezměnilo.

Chuť masa byla tentokrát nejvýraznější v uzeneho vzorku a zamaskována byla nejvíce u česneku s oreganem.

Hodnotitelé vyhodnotili jako celkově nepřijatelnější vzorek uzení a jako druhý v pořadí vzorek česnek+oregano+uzení. Naopak nejméně přijatelným teplým vzorkem vysoké hladiny androstenonu byl zvolen vzorek kontroly.



Graf 6 Výsledky senzoričké analýzy vzorku s vysokou hladinou androstenonu – teplé podávání

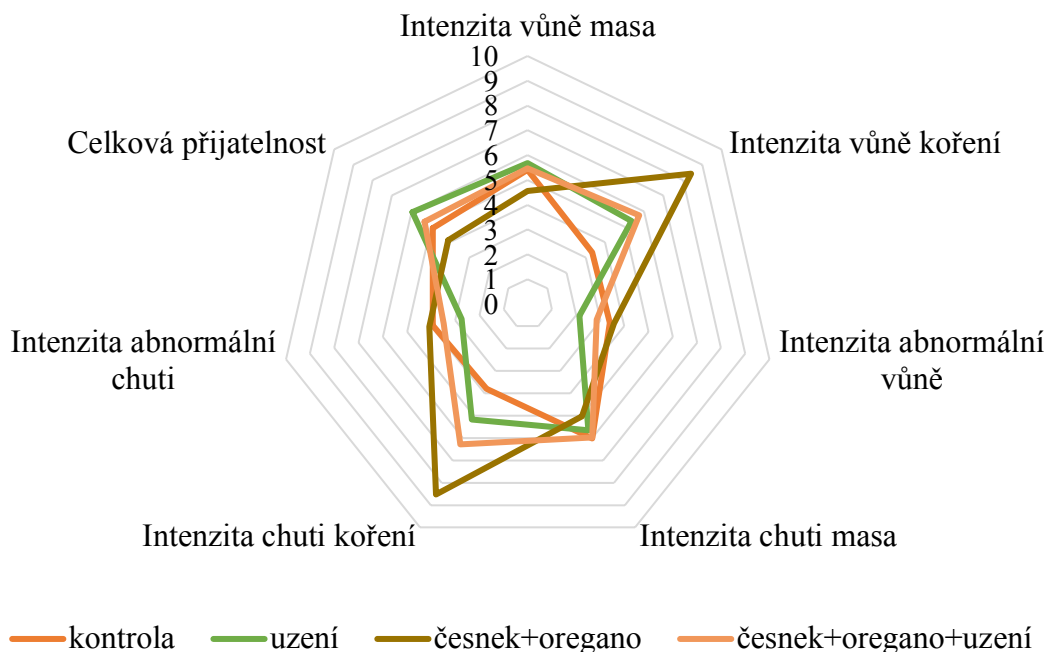
Z grafu 6 lze vyvodit, že při hodnocení ohřátých vzorků sekané pečeně z masa s vysokou hladinou androstenonu došlo k určitým změnám ve vnímaných vlastnostech. Změna teploty při podávání ovlivnila intenzitu vůně masa, kde vzorek uzení dosáhl nejvyšší hodnoty, zatímco vzorek česnek+oregano+uzení byl nejnižší. Abnormální vůně byla nejvyšší u vzorku česneku s oreganem, což naznačuje, že maskování androstenonu tímto způsobem nemusí být úplně efektivní. Celkově bylo nejpříjemnější uzení, což může být způsobeno tím, že hodnotitelé preferovali vzorky s výraznějším masovým aroma. Vliv maskování na senzoričké vlastnosti sekané pečeně.

5.2 Vliv maskování na senzoričké vlastnosti sekaných pečení

Tab. 14 Vliv maskování na senzoričké vlastnosti sekané pečeně

	kontrola		uzení		česnek+oregan o		česnek+oregano+ uzení	
	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	5,41	1,89	5,68	2,14	4,57	1,85	5,47	2,28
Intenzita vůně koření	3,33	1,97	5,36	2,56	8,43	1,35	5,75	2,36
Intenzita abnormální vůně	3,40	3,05	2,15	2,36	3,56	2,61	2,86	2,65
Intenzita chuti masa	6,02	1,94	5,65	1,99	5,03	2,02	5,98	1,80
Intenzita chuti koření	3,80	2,51	5,19	2,60	8,53	1,51	6,29	2,46
Intenzita abnormální chuti	3,93	3,44	2,73	2,97	4,07	3,00	3,48	2,87
Celková přijatelnost	4,90	2,64	5,95	2,17	4,10	1,82	5,32	2,07

Vyhodnocení výsledků vlivu maskování na senzoričké vlastnosti sekaných pečeni znázorňuje tab. 14 a graf 7. Z výše prezentovaných výsledků lze konstatovat, že byly nalezeny statisticky významné rozdíly pro šest ze sedmi hodnocených parametrů. Jedná se o intenzitu vůně masa, intenzitu vůně koření, intenzitu abnormální vůně, intenzitu chuti masa, intenzitu abnormální chuti i celkovou přijatelnost (viz Tab. 15).



Graf 7 Vliv maskování na hodnocené atributy

Nejvyšší intenzita vůně masa byla zjištěna u vzorků maskovaných uzením a nejnižší u maskování česnekem s oreganem. Zároveň mezi těmito vzorky existuje statisticky významný rozdíl. Dále existují statisticky významné rozdíly mezi maskováním česnekem s oreganem a vzorky nejvyššího stupně maskování (česnek+oregano+uzení).

Vysoká intenzita chuti masa byla identifikována v kontrolních vzorcích sekané. Pakliže vzorek sekané pečene nebyl nijak maskován, byla intenzita chuti masa vysoká. Po zamaskování chuť masa v hodnocených vzorcích lehce klesla. Existuje zde statisticky průkazný rozdíl mezi dvěma páry vzorků, a to maskováním česnekem s oreganem, kontrolním vzorkem a česnekem+oreganem+uzením.

Významná diference byla nalezena v intenzitě vůně koření, kde lze ze senzoričkého profilu v grafu 7 vypočítat, že u vzorku s maskováním česneku s oreganem byla vůně koření nejintenzivnější. Dále vyšší intenzitu vůně koření vykazují vzorky česnek+oregano+uzení, a i samotné uzení. Statisticky významné rozdíly byly nalezeny mezi všemi způsoby maskování, kromě maskování česnekem s oreganem ve srovnání s pouhým uzením, kde je vliv maskování na intenzitu vůně koření statisticky nevýznamný.

Ke shodným výsledkům se dospělo i při hodnocení intenzity chuti koření, která je nejvíce cítit ve vzorku česneku s oreganem. Nejnižší hodnota patří kontrolnímu vzorku, což odpovídá žádnému maskování. Statisticky významné rozdíly byly shledány mezi všemi způsoby maskování.

Abnormální vůně měla nejvyšší intenzitu u vzorků maskovaných česnekem s oreganem, a naopak nejnižší hodnoty byly přiděleny uzenému vzorku. V případě abnormální vůně byly se statistickou významností prokázány rozdíly mezi dvěma páry vzorků. Jako rozdílné byly vyhodnoceny vzorky kontroly a uzení a dále vzorky maskované česnekem s oreganem v porovnání s uzením.

Silně netypická chuť byla vyhodnocena ve vzorku česneku s oreganem. Velmi nízká intenzita abnormální chuti byla rozpoznána ve vzorku maskovaném uzením. Zároveň kombinace česnek+oregano a uzení byla jediná, u které byl prokázán statisticky významný rozdíl.

Vliv maskování byl vyhodnocen jako statisticky významný i v případě parametru celkové přijatelnosti. Nejvyšší hodnota, a tedy nejvyšší přijatelnost byla přiřazena vzorku maskovaným pouhým uzením. Naopak nejméně sensoricky přijatelný vzorek byl pro hodnotitele vzorek maskovaný česnekem s oreganem. Statisticky významné rozdíly v přijatelnosti vzorků byly shledány u kontrolního vzorku bez maskování v porovnání s uzeným vzorkem a dále u dvojice vzorků česnek+oregano a česnek+oregano+uzení. Maskování česnekem s oreganem v kombinaci s uzením bylo zároveň hodnoceno jako druhé nepříjemnější.

Tab. 15 Statisticky významné rozdíly ve vlivu maskování (p-hodnota)

Intenzita vůně masa	kontrola	uzení	česnek+oregano	česnek+oregano+uzení
kontrola	x	0,5367	0,0564	0,8879
uzení		x	0,012	0,6334
česnek+oregano			x	0,0407
česnek+oregano+uzení				x
Intenzita vůně koření	kontrola	uzení	česnek+oregano	česnek+oregano+uzení
kontrola	x	<.0001	<.0001	<.0001
uzení		x	<.0001	0,3915
česnek+oregano			x	<.0001
česnek+oregano+uzení				x
Intenzita abnormální vůně	kontrola	uzení	česnek+oregano	česnek+oregano+uzení
kontrola	x	0,0262	0,7647	0,3367
uzení		x	0,0119	0,2023
česnek+oregano			x	0,2083
česnek+oregano+uzení				x
Intenzita chuti masa	kontrola	uzení	česnek+oregano	česnek+oregano+uzení
kontrola	x	0,3874	0,0203	0,9279
uzení		x	0,1413	0,4388
česnek+oregano			x	0,0255
česnek+oregano+uzení				x
Intenzita chuti koření	kontrola	uzení	česnek+oregano	česnek+oregano+uzení
kontrola	x	0,007	<.0001	<.0001
uzení		x	<.0001	0,0312
česnek+oregano			x	<.0001
česnek+oregano+uzení				x
Intenzita abnormální chuti	kontrola	uzení	česnek+oregano	česnek+oregano+uzení
kontrola	x	0,0658	0,8257	0,4928
uzení		x	0,0398	0,2456
česnek+oregano			x	0,3652
česnek+oregano+uzení				x
Celková přijatelnost	kontrola	uzení	česnek+oregano	česnek+oregano+uzení
kontrola	x	0,026	0,0924	0,3629
uzení		x	0,0001	0,186
česnek+oregano			x	0,0101
česnek+oregano+uzení				x

Označené rozdíly jsou statisticky významné rozdíly na hladině $p < 0,05$.

5.3 Vliv hladiny androstenonu na senzorycké vlastnosti sekané pečeně

Ze sedmi hodnocených parametrů byly nalezeny statisticky významné rozdíly pouze v intenzitě abnormální vůně. U ostatních parametrů byl vliv hladiny androstenonu na senzorycké vlastnosti vzorků nevýznamný.

Statisticky významný rozdíl existuje pouze mezi vzorky s nízkou (0,120 $\mu\text{g/g}$) a střední (0,388 $\mu\text{g/g}$) hladinou androstenonu ($P = 0,0176$).

Vliv hladiny androstenonu na klíčové parametry byl dále podrobněji vyhodnocen v kapitole 5.6.

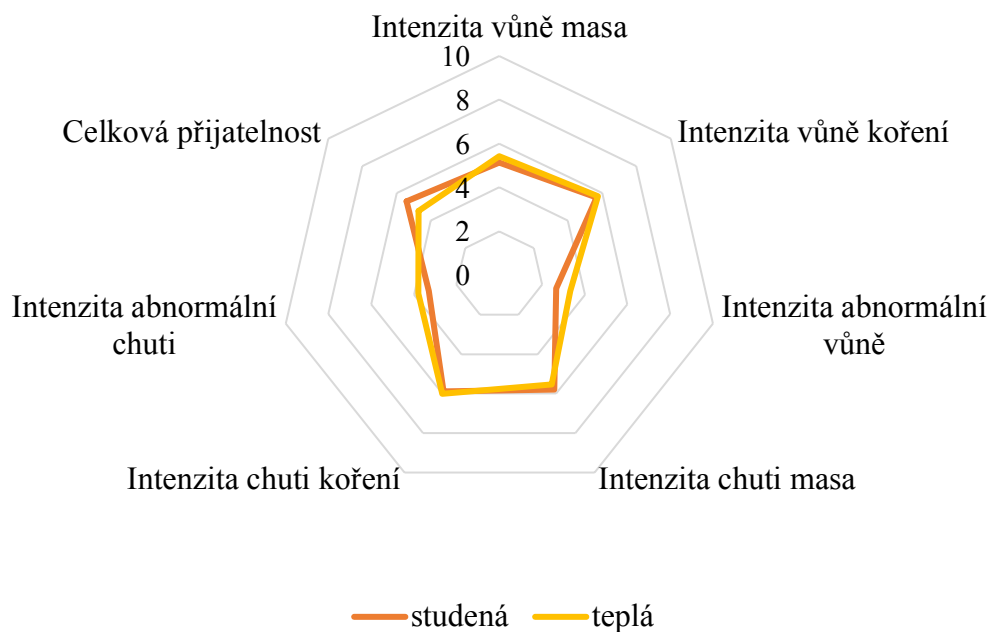
5.4 Vliv teploty podávání na sensorické vlastnosti sekané pečeně

Tab. 16 Vliv teploty podávání na sensorické vlastnosti sekané pečeně

	studená		teplá	
	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	5,14	2,17	5,43	1,97
Intenzita vůně koření	5,68	2,75	5,76	2,81
Intenzita abnormální vůně	2,68	2,42	3,31	2,96
Intenzita chuti masa	5,81	2,11	5,53	1,81
Intenzita chuti koření	5,89	2,92	6,01	2,85
Intenzita abnormální chuti	3,31	3,01	3,79	3,17
Celková přijatelnost	5,42	2,33	4,72	2,18

V tab. 16 a grafu 8 byl pozorován vliv samotné teploty podávání vzorků sekaných pečeně na jednotlivé sensorické atributy.

Ze sedmi sensorických vlastností byl zjištěn statisticky významný rozdíl pouze v jediném z hodnocených parametrů. Jedná se o atribut celkové přijatelnosti, kde vzorky podávané za studena dosáhly vyššího hodnocení, tzn. jsou tedy považovány za přijatelnější, v porovnání s ohřátou variantou ($P = 0,036$).



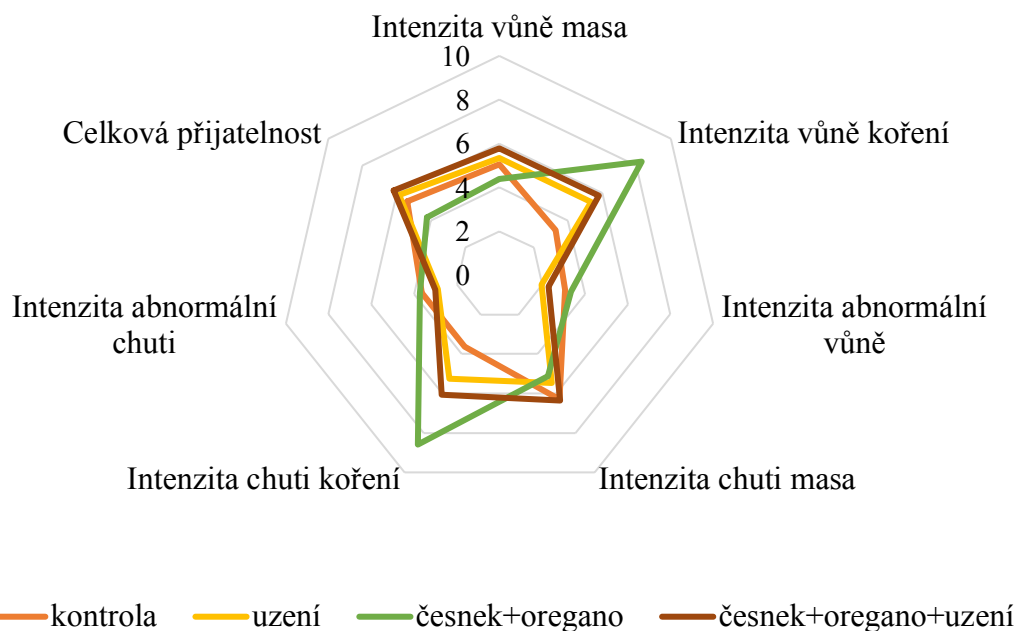
Graf 8 Vliv podávání vzorků na sensorické atributy

5.5 Vliv maskování a podávání na sensorické vlastnosti sekané pečeně

Tab. 17 Výsledky hodnocení vzorků podávaných za studena

studená	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	5,05	1,98	5,34	2,17	4,38	2,02	5,78	2,39
Intenzita vůně koření	3,27	2,15	5,35	2,53	8,30	1,27	5,80	2,31
Intenzita abnormální vůně	3,07	2,57	1,97	1,92	3,36	2,94	2,31	2,04
Intenzita chuti masa	6,30	1,80	5,47	2,25	5,13	2,28	6,36	1,93
Intenzita chuti koření	3,64	2,61	5,26	2,35	8,59	1,43	6,07	2,74
Intenzita abnormální chuti	3,63	3,17	2,88	2,93	3,74	3,33	3,00	2,73
Celková přijatelnost	5,39	2,58	5,86	2,17	4,24	2,10	6,18	2,13

Zobrazení vlivu maskování a teploty podávání (studená) na sensorické charakteristiky sekaných pečení je zaneseno v tab. 17 a grafu 9.

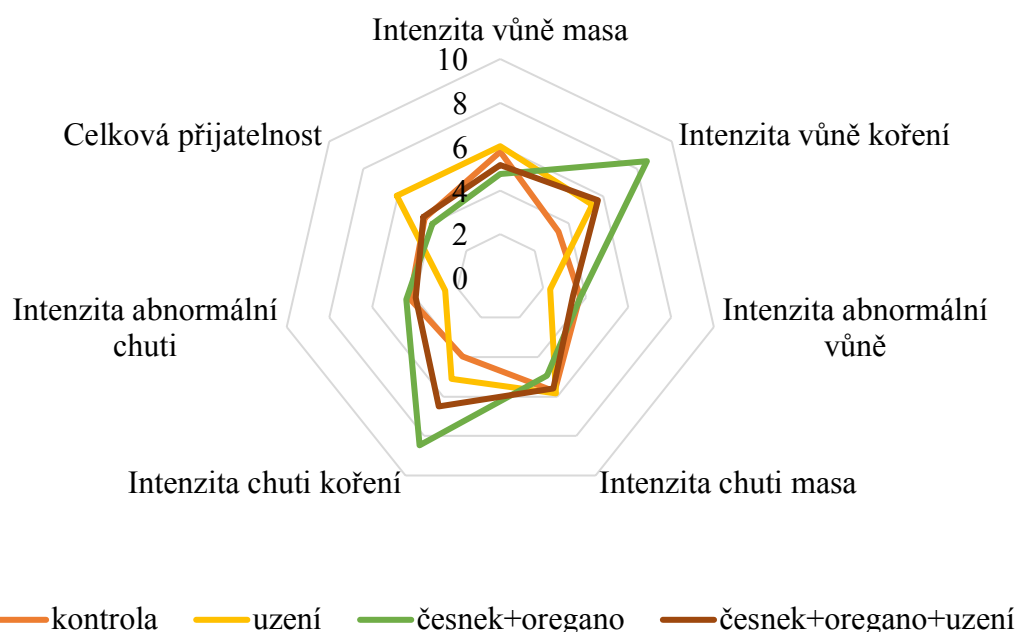


Graf 9 Sensorické hodnocení vzorků podávaných za studena

Tab.18 Výsledky hodnocení ohřátých vzorků

teplá	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD	průměr	StD
Intenzita vůně masa	5,77	1,76	6,02	2,10	4,75	1,70	5,16	2,16
Intenzita vůně koření	3,39	1,83	5,37	2,65	8,56	1,44	5,70	2,46
Intenzita abnormální vůně	3,73	3,50	2,33	2,78	3,77	2,29	3,41	3,10
Intenzita chuti masa	5,74	2,07	5,84	1,72	4,94	1,78	5,60	1,62
Intenzita chuti koření	3,96	2,47	5,11	2,89	8,47	1,62	6,50	2,18
Intenzita abnormální chuti	4,23	3,74	2,58	3,08	4,40	2,68	3,96	3,00
Celková přijatelnost	4,40	2,67	6,04	2,23	3,96	1,53	4,47	1,65

Zobrazení vlivu maskování a teploty podávání (teplá) na sensorické charakteristiky sekaných pečení je zaneseno v tab. 18 a grafu 10.



Graf 10 Sensorické hodnocení ohřátých vzorků

U vzorků podávaných za studena byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve vůni masa, v intenzitě vůně koření, intenzitě abnormální vůně, chuti masa a koření a celkové přijatelnosti. Významné rozdíly nebyly prokázány v parametru abnormální chuti.

Z hodnocených parametrů pro teplé vzorky byly nalezeny statisticky významné rozdíly shodně ve vůni masa, v intenzitě vůně koření, chuti koření a celkové přijatelnosti. Navíc zde existují statisticky významné rozdíly v intenzitě abnormální chuti (Tab. 20).

Hodnocení intenzity vůně koření jsou v obou variantách téměř shodné. V obou variantách podávání byla vůně koření nejvíce intenzivní ve vzorku maskovaném česnekem s oreganem. Statistickou významnost potvrzují rozdíly mezi vzorky kontroly a uzením, česnekem s oreganem ($P < .0001$), česnekem+oreganem+uzením ($P = 0,0002$) a dále mezi česnekem s oreganem a uzením ($P < .0001$) nebo česnek+oregano+uzení ($P = 0,0003$).

Další senzoričnou vlastností, u které byly se statistickou významností prokázány rozdíly je vůně masa. Nejvyšší intenzita vůně masa byla zjištěna u uzeného vzorku při ohřátí. U studené varianty hodnota u uzeného vzorku klesla. V obou případech je tento parametr nejnižší u maskování česnekem s oreganem. U studeného podávání byl prokázán rozdíl mezi česnekem s oreganem a česnekem+oreganem+uzením. V případě ohřátých vzorků existuje významný rozdíl mezi česnekem s oreganem a uzením.

Jako nepřijatelnější vzorek byl hodnotiteli určen česnek+oregano+uzení při podávání za studena. Při ohřátí zmiňovaného vzorku se pro hodnotitele snížila jeho přijatelnost. Při podávání ohřátých vzorků byla nejvíce přijatelná varianta uzení. Byly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi uzením a všemi ostatními variantami.

Chuť koření byla nejvýraznější ve vzorku maskovaným česnekem s oreganem u obou způsobů podávání. Nejméně ji hodnotitelé vnímali v kontrolním vzorku, který byl při přípravě okořeněn pouze kořením pro sekanou pečení. Jako druhý nejintenzivnější byl vyhodnocen vzorek česnek+oregano+uzení v obou případech podávání. Statisticky významné rozdíly v podávání za studena byly nalezeny mezi všemi způsoby maskování, kromě maskování česnek+oregano+uzení ve srovnání s pouhým uzením, kde je vliv maskování na intezitu vůně koření statisticky nevýznamný ($P = 0,2535$). V případě ohřáté sekané pečeně existují statisticky významné rozdíly mezi kontrolním vzorkem a česnekem s oreganem, kontrolním vzorkem a česneke+oregano+uzení, uzením a česnekem s oreganem a v neposlední řadě v česneku s oreganem v porovnání s nejvyšší úrovní maskování (česnek+oregano+uzení).

Pro senzoričnou parametr chuť masa nebyla statistická významnost potvrzena u žádného z vzorků. Na chuť masa nemá tedy statisticky průkazný vliv žádný z uvedených faktorů.

Nejvíce byla abnormální chuť cítit ve vzorku česneku s oreganem, zatímco uzení ji dokázalo nejlépe zamaskovat v obou případech podávání. Statisticky významný rozdíl existuje pouze pro teplou variantu uzení v porovnání s česnekem s oreganem.

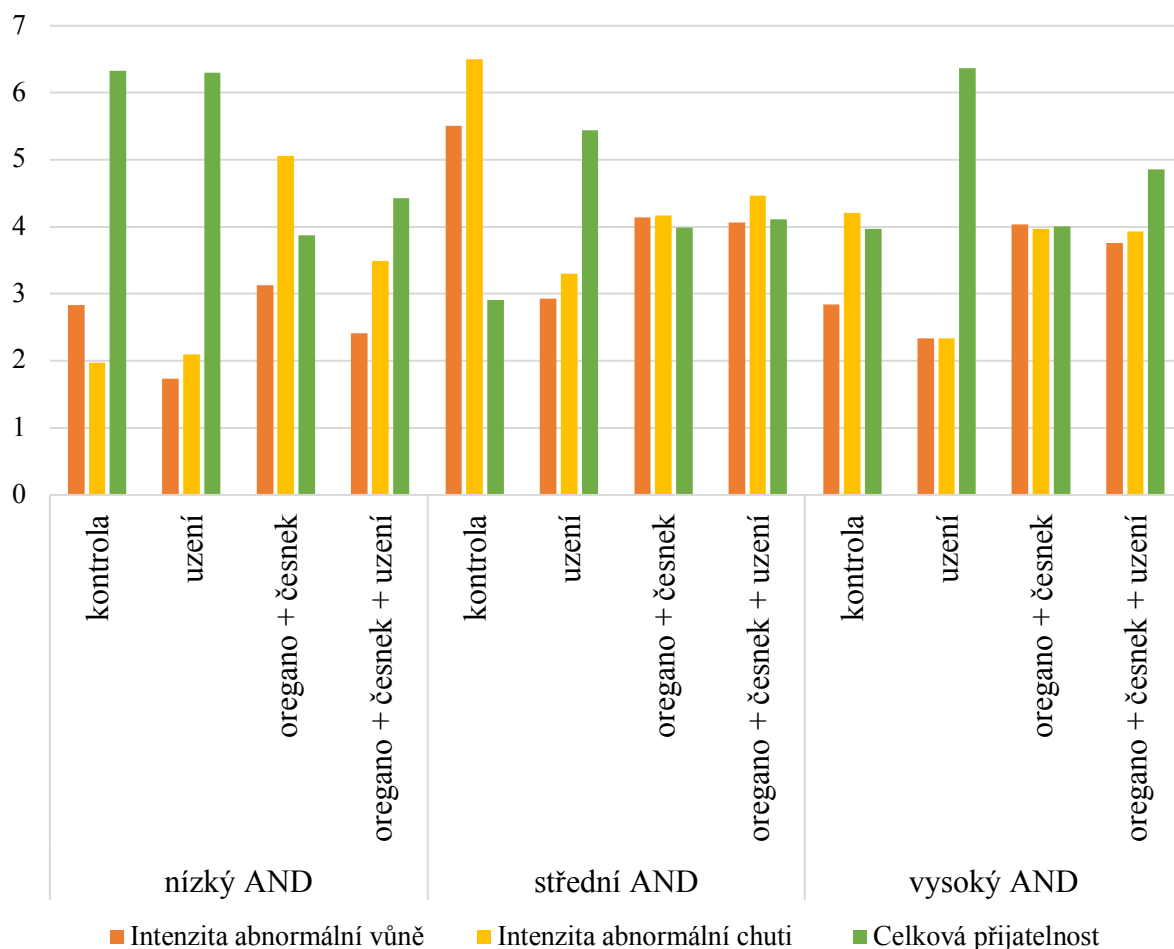
V případě abnormální vůně nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi studenými a teplými variantami vzorků různého maskování.

Tab. 9 Statisticky významné rozdíly ve vlivu maskování a teploty podávání (p-hodnota)

Intenzita vůně masa	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá
kontrola	x	x	0,6375	0,6594	0,2811	0,0781	0,2362	0,2886
uzení			x	x	0,1234	0,0289	0,473	0,135
česnek+oregano					x	x	0,0255	0,4749
česnek+oregano+uzení							x	x
Intenzita vůně koření	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá
kontrola	x	x	0,0019	0,0025	<.0001	<.0001	0,0002	0,0005
uzení			x	x	<.0001	<.0001	0,4917	<.0001
česnek+oregano					x	x	0,0003	<.0001
česnek+oregano+uzení							x	x
Intenzita abnormální vůně	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá
kontrola	x	x	0,1326	0,1066	0,6891	0,9601	0,3016	0,7098
uzení			x	x	0,0584	0,0965	0,6321	0,2116
česnek+oregano					x	x	0,1535	0,6729
česnek+oregano+uzení							x	x
Intenzita chuti masa	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá
kontrola	x	x	0,187	0,8489	0,0647	0,1282	0,921	0,7924
uzení			x	x	0,5884	0,0878	0,1565	0,6502
česnek+oregano					x	x	0,052	0,2064
česnek+oregano+uzení							x	x
Intenzita chuti koření	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá
kontrola	x	x	0,0246	0,1061	<.0001	<.0001	0,001	0,0006
uzení			x	x	<.0001	<.0001	0,2535	0,0521
česnek+oregano					x	x	0,0006	0,0068
česnek+oregano+uzení							x	x
Intenzita abnormální chuti	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá
kontrola	x	x	0,4286	0,0695	0,9041	0,8485	0,5113	0,7664
uzení			x	x	0,3622	0,0456	0,8922	0,1268
česnek+oregano					x	x	0,4373	0,6256
česnek+oregano+uzení							x	x
Celková přijatelnost	kontrola		uzení		česnek+oregano		česnek+oregano+uzení	
	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá	studená	teplá
kontrola	x	x	0,5048	0,0116	0,1085	0,4799	0,2619	0,922
uzení			x	x	0,0246	0,0015	0,6466	0,015
česnek+oregano					x	x	0,0074	0,4215
česnek+oregano+uzení							x	x

Označené rozdíly jsou statisticky významné rozdíly na hladině $p < 0,05$.

5.6 Vliv maskování a hladiny androstenonu na klíčové parametry



Graf 11 Vliv maskování, hladiny androstenonu na klíčové parametry

Jak je zobrazeno v Grafu 3, intenzita abnormální vůně vlivem maskování klesla u vzorků nízké a střední hladiny androstenonu, kde zejména u druhé jmenované klesla výrazně. V případě vysoké hladiny androstenonu je tomu naopak. Z výše prezentovaných pozorování se strategie maskování uzením jeví jako nejvhodnější k zakrytí abnormální vůně.

Intenzitu abnormální chuti pozitivně ovlivnilo maskování u střední i vysoké hladiny androstenonu, kde hodnoty mají klesající tendenci. K výraznému poklesu došlo mezi kontrolním a uzeným vzorkem u střední hladiny androstenonu. Pokud se jedná o nízkou hladinu androstenonu, tak se abnormální chuť u vzorku oregana s česnekem téměř ztrojnásobila. Nejvýraznější v případě intenzity abnormální chuti byl kontrolní vzorek bez maskování se střední hladinou androstenonu v masu. Stejný vzorek vykazuje i nejvyšší intenzitu abnormální vůně.

Celková přijatelnost vzorků s maskováním roste při střední a vysoké koncentraci androstenonu, ovšem není tomu tak při koncentraci nízké. Přijatelnost při nízké koncentraci androstenonu naopak s maskováním klesá s výjimkou uzeného vzorku, u kterého se přijatelnost v porovnání s kontrolním vzorkem neliší. Vysoká míra přijatelnosti byla pozorována u všech vzorků maskovaných pouze uzením. V případě maskování česnekem s oreganem a česnekem

s oreganem a uzením se hodnoty příliš neliší. Naopak nejméně přijatelný byl pro hodnotitele vzorek kontroly se střední hladinou androstenonu.

Výsledky naznačují, že maskování má pozitivní vliv spíše na vyšší hodnoty androstenonu.

6 Diskuze

V rámci této práce bylo provedeno komplexní hodnocení 12 vzorků sekané pečeně, ve kterých byla naměřena různá koncentracemi androstenonu. Předkládané vzorky se lišily mimo rozdílné hladiny androstenonu také v použitých maskovacích strategiích, zaměřených na eliminaci vnímání kančího pachu. Cílem bylo zkoumat, jak tyto faktory ovlivňují celkovou přijatelnost vzorků a další senzorní parametry, jako je vůně, chuť a abnormální vlastnosti

Na základě statistických výsledků pozorování vlivu maskování na senzorní vlastnosti sekaných pečení lze konstatovat, že maskování má významný efekt na intenzitu vůně masa, intenzitu vůně koření, intenzitu abnormální vůně, intenzitu chuti masa, intenzitu abnormální chuti i celkovou přijatelnost.

Existuje výrazný rozdíl v intenzitě abnormální chuti mezi vzorky, které jsou maskované uzením a bez maskování. Tento rozdíl je viditelný u vzorků středních a vyšších hladin. Vliv maskování na intenzitu abnormální chuti byl vyhodnocen jako statisticky významný a to naznačuje, že kančí pach může být částečně neutralizován tepelným opracováním a látkami obsaženými v kouři. Aaslyng & Koch (2018) ve své studii maskovací účinek uzení rovněž potvrdili, a to při vyšší hladině AND (3,6 $\mu\text{g/g}$) než je použita v tomto pozorování.

Podle Martínez et al. (2016), samotný proces uzení není dostačující a k zamaskování kančího pachu je nutná kombinace maskování uzením a kořením. Ačkoliv dle výsledků kombinace uzení a koření snižuje abnormální chuť ve vzorcích se střední i vysokou hladinou androstenonu, v tomto případě nebyla kombinace česneku, oregana a uzení považován za vzorek s nejnižší abnormální chutí. Ke shodným výsledkům došli i Peñaranda et al. (2017), kde kombinace rozmarýnu s uzením u vysoké koncentrace androstenonu také nebyla považována za nejnižší.

Maskovací strategie česnekem s oreganem nebyla účinná v maskování abnormální chuti ve vzorcích nízké koncentrace androstenonu, a naopak ji v tomto případě zvýraznila. Je pravděpodobné, že její hodnotitelé nebyli schopni správně rozpoznat a oregano s česnekem tak falešně přisuzovali abnormální chuti.

Sloučeniny kančího pachu mohou být kvůli své těkavé povaze během tepelného zpracování částečně redukovány a být lépe rozpoznatelné (Font-i-Furnols et al. 2003). Nejvíce byla abnormální chuť cítit ve vzorku česneku s oreganem při podávání za studena i za tepla, což naznačuje, že maskování androstenonu tímto způsobem nemusí být úplně efektivní. Naopak uzení ji dokázalo nejlépe zamaskovat v obou případech podávání. Statisticky významný rozdíl pro abnormální chuť existuje pro ohřáté vzorky uzení v porovnání s česnekem s oreganem. Z výsledků je patrné, že vyšší intenzita abnormální chuti byla zaznamenána u všech vzorků ohřátých před konzumací. Kančí pach se tedy snáze odhalí, když se výrobky podávají teplé (Claus et al. 1994). Souvislost teploty podávání a abnormální chuti, podložená statisticky významnými rozdíly v této práci, se shoduje s několika předchozími pozorováními (de Kock et al. 2001; Lunde et al. 2008) jež naznačují, že intenzita abnormální chuti je intenzivnější u teplých než u studených výrobků. V případě abnormální vůně nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi studenými a teplými variantami vzorků.

Intenzita abnormální vůně vlivem maskování klesá u vzorků nízké a střední hladiny, kde zejména u druhé jmenované klesla výrazně. V případě vysoké hladiny je tomu naopak. Z prezentovaných dat se uzení jeví jako nejvhodnější k maskování abnormální vůně.

Většina sledovaných parametrů nevykazuje statisticky významné rozdíly v závislosti na hladině androstenonu. Jedinou výjimkou je intenzita abnormální vůně, kde byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi vzorky s nízkou a střední hladinou androstenonu. Rowe et al. (2014) uvádí, že přijatelné množství androstenonu se u jednotlivých spotřebitelů liší a pohybují se mezi 0,5 – 1 µg/g. V případě této práce se koncentrace androstenonu pohybovala v rozmezí 0,120 µg/g pro nízkou hladinu, 0,388 µg/g pro střední a 1,49 µg/g pro vysokou. Možným vysvětlením, proč nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi vysokou hladinou androstenonu může být příliš vysoká koncentrace poslední skupiny. Tato skutečnost naznačuje, že hladina androstenonu může mít omezený vliv pouze na specifické sensorické vlastnosti vzorků. Ostatní parametry jako intenzita vůně a chuti masa, vůně a chuti koření, či celková přijatelnost se v tomto kontextu jeví jako nezávislé na hladině androstenonu. Tuto oblast je potřeba více prozkoumat v rámci dalších pozorování.

Vliv maskování byl vyhodnocen jako statisticky významný i v případě parametru celkové přijatelnosti.

Celková přijatelnost vzorků s maskováním roste při střední a vysoké koncentraci androstenonu, ovšem není tomu tak při koncentraci nízké. Přijatelnost při nízké koncentraci naopak s maskováním klesá. Celkově bylo nejpřijatelnější uzení, což může indikovat, že konzumenti preferují vzorky s výraznějším masovým aroma.

Za nejméně přijatelné byly považovány vzorky s maskováním pouze pomocí koření. Maskování kořením v kombinaci s uzením bylo zároveň hodnoceno jako druhé nejpřijatelnější.

Borrisser-Pairó et al. (2017), kteří využívali k maskování česnek a petržel u čerstvého vepřového masa došli k rozdílným výsledkům co se týče přijatelnosti vzorků. Vzorky metodou restování masa s česnekem a petrželkou, skupina vysoce citlivých spotřebitelů na androstenon hodnotila jako více přijatelné (64,3 %). Nesoulad výsledků mohl být způsoben tím, že autoři při tepelné úpravě kotlet používali olivový olej a tím maskovali vnímání androstenonu, jelikož tuky mohou oxidací měnit složení mastných kyselin v mase a je tedy možné, že výše uvedené výsledky pozorování souvisely s použitím olivového oleje při tepelné úpravě (Broncano et al. 2009). V neposlední řadě rozdíly mohly být způsobeny rozličným typem výrobku. Tyto zjištění naznačují, že volba konkrétních ingrediencí pro maskování má významný dopad na sensorické vlastnosti sekaných pečení a může ovlivnit jejich celkovou přijatelnost.

7 Závěr

Předložená práce se zabývala problematikou vnímání kančího pachu spotřebiteli a možnými způsoby maskování této sensorické vady. Cílem této práce bylo zpracovat literární rešerši a vyhodnotit vliv maskování kančího pachu na vnímání spotřebitele.

Na základě uvedených výsledků sensorického hodnocení lze potvrdit, že maskování kančího pachu uzením, kořením či kombinací těchto způsobů má významný vliv na některé sensorické vlastnosti sekaných pečení se střední a vysokou hladinou androstenonu. Konkrétně byl statisticky prokázán vliv na intenzitu vůně masa, intenzitu vůně koření, intenzitu abnormální vůně, intenzitu chuti masa, intenzitu abnormální chuti i celkovou přijatelnost.

Uzení se ukázalo jako neúčinnější metoda maskování pro zvýšení celkové přijatelnosti, což naznačuje, že tepelné zpracování a látky obsažené v kouři mohou částečně neutralizovat kančí pach. Maskování česnekem s oreganem v kombinaci s uzením bylo zároveň hodnoceno jako druhé nejpříjemnější. Naopak maskování pouze česnekem s oreganem nebylo tak účinné, jak se předpokládalo a je pravděpodobné, že tato výrazná kombinace koření falešně zvýraznila abnormální chuť ve vzorcích. Hypotéza, zda maskování kančího pachu pozitivně ovlivní výsledný sensorický vjem spotřebitele, byla potvrzena.

Vliv androstenonu na sensorické vlastnosti sekaných pečení ve většině sledovaných parametrů nevykazuje statisticky významné rozdíly. Hladina androstenonu v této práci ovlivnila pouze parametr abnormální chuti. Statisticky významný rozdíl byl nalezen mezi vzorky s nízkou a střední hladinou androstenonu.

Tyto poznatky mohou být cenné pro další vývoj masných výrobků s cílem minimalizovat nežádoucí vlivy androstenonu a zlepšit celkovou přijatelnost pro konzumenty.

8 Literatura

- Aaslyng MD, De Lichtenberg Broge EH, Brockhoff PB, Christensen RH. 2015. The effect of skatole and androstenone on consumer response towards streaky bacon and pork belly roll. *Meat Science* **110**:52-61.
- Aaslyng MD, Koch AG. 2018. The use of smoke as a strategy for masking boar taint in sausages and bacon. *Food Research International* **108**:387-395.
- Agerhem H, Tornberg E. 1995. A comparison of the off-flavour of meat from entire male pigs cooked to two different internal end-point temperatures. *Proceedings European Association for Animal Production Working Group*.
- Aluwé M, Millet S, Nijs G, Tuyttens FAM, Verheyden K, De Brabander HF, De Brabander DL, Van Oeckel MJ. 2009. Absence of an effect of dietary fibre or clinoptilolite on boar taint in entire male pigs fed practical diets. *Meat Science* **82**:346-352.
- Aluwé M, Tuyttens FAM, Bekaert KM, De Smet S, De Brabander DL, Millet S. 2012. Evaluation of various boar taint detection methods. *Animal* **6**:1868-1877.
- Annor-Frempong IE, Nute GR, Wood JD, Whittington FW, West A. 1998. The measurement of the responses to different odour intensities of boar taint using a sensory panel and an electronic nose. *Meat Science* **50**:139-151.
- Antonova I, Mallikarjunan P, Duncan SE. 2003. Correlating Objective Measurements of Crispness in Breaded Fried Chicken Nuggets with Sensory Crispness. *Journal of Food Science* **68**:1308-1315.
- Armstrong GA, McIlveen H. 2000. Effects of prolonged storage on the sensory quality and consumer acceptance of sous vide meat-based recipe dishes. *Food Quality and Preference* **11**:377-385.
- Babol J, Squires EJ. 1995. Quality of meat from entire male pigs. *Food Research International* **28**:201-212.
- Babol J, Squires EJ, Gullett EA. 1996. Investigation of factors responsible for the development of boar taint. *Food Research International* **28**:573-581.
- Babol J, Squires EJ, Gullett EA. 2002. Factors affecting the level of boar taint in entire male pigs as assessed by consumer sensory panel. *Meat Science* **61**:33-40.
- Babol J, Zamaratskaia G, Juneja RK, Lundström K. 2004. The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. *Meat Science* **67**:351-358.
- Bañón S, Gil MD, Garrido MD. 2003. The effects of castration on the eating quality of dry-cured ham. *Meat Science* **65**:1031-1037.
- Bekaert KM, Tuyttens FAM, Duchateau L, De Brabander HF, Aluwé M, Millet S, Vandendriessche F, Vanhaecke L. 2011. The sensitivity of Flemish citizens to androstenone: Influence of gender, age, location and smoking habits. *Meat Science* **88**:548-552.

- Bekaert KM et al. 2012. Predicting the likelihood of developing boar taint: Early physical indicators in entire male pigs. *Meat Science* **92**:382-385.
- Bekaert KM, Aluwé M, Vanhaecke L, Heres L, Duchateau L, Vandendriessche F, Tuytens FAM. 2013. Evaluation of different heating methods for the detection of boar taint by means of the human nose. *Meat Science* **94**:125-132.
- Bernardy J. 2010. Kastrace prasat jako evropské dilema. *Veterinářství*:372-374.
- Bianchi A. 2015. The Mediterranean aromatic plants and their culinary use. *Natural Product Research* **29**:201-206.
- Bilić-Šobot D, Čandek-Potokar M, Kubale V, Škorjanc D. 2014. Boar taint: interfering factors and possible ways to reduce it. *Agricultura*:35-48.
- Bonneau M. 1982. Compounds responsible for boar taint, with special emphasis on androstenone: A review. *Livestock Production Science* **9**:687-705.
- Bonneau M, Le Denmat M, Vaudelet JC, Veloso Nunes JR, Mortensen AB, Mortensen HP. 1992. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: I. Sensory attributes of fat and pork meat. *Livestock Production Science* **32**:63-80.
- Bonneau M. 1998. Use of entire males for pig meat in the European Union. *Meat Science* **49**:257-272.
- Bonneau M, Walstra P, Claudi-Magnussen C, Kempster AJ, Tornberg E, Fischer K, Diestre A, Siret F, Chevillon P, Claus R, Dijksterhuis G, Punter P, Matthews KR, Agerhem H, Béague MP, Oliver MA, Gispert M, Weiler U, von Seth G, Leask H, Font-i-Furnols M, Homer DB, Cook GL. 2000. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV. Simulation studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations. *Meat Science* **54**:285-295.
- 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.
- Borrisser-Pairó F, Panella-Riera N, Gil M, Kallas Z, Linares MB, Egea M, Garrido MD, Oliver MA. 2017. Consumers' sensitivity to androstenone and the evaluation of different cooking methods to mask boar taint. *Meat Science* **123**:198-204.
- Breipohl W. 1982. *Olfaction and Endocrine Regulation*. London: IRL Press Ltd.
- Bremner EA. 2003. The Prevalence of Androstenone Anosmia. *Chemical Senses* **28**:423-432.
- Brennan J.J., Shand P.J., Fenton M, Nicholls L.L., Aherne F.X. 1986. Androstenone, androstenol and odour intensity in backfat of 100- and 130-kg boars and gilts. *Canadian Journal of Animal Science* **66**:615-624.
- Broncano JM, Petrón MJ, Parra V, Timón ML. 2009. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in Latissimus dorsi muscle of Iberian pigs. *Meat Science* **83**:431-437.

- Claus, R, Herbert, E, Dehnhard, M. 1997. Comparative determination of the boar taint steroid androstenone in pig adipose tissue by a rapid enzyme immunoassay and an HPLC-method. *Archiv für Lebensmittelhygiene* **48**:25-48.
- Claus R, Weiler U, Herzog A. 1994. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar—A review with experimental data. *Meat Science* **38**:289-305.
- de Kock HL, Heinze PH, Potgieter CM, Dijksterhuis GB, Minnaar A. 2001. Temporal aspects related to the perception of skatole and androstenone, the major boar odour compounds. *Meat Science* **57**:61-70.
- Dijksterhuis GB et al. 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.
- 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, Průšová V. 2008. Výkrm kanečků v podmínkách ekologického zemědělství: metodika. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha.
- Duijvesteijn N, Knol EF, Merks JWM, Crooijmans RPMA, Groenen MAM, 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**.
- Egea M, Linares MB, Gil M, López MB, Garrido MD. 2018. Reduction of androstenone perception in pan-fried boar meat by different masking strategies. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **98**:2251-2257.
- Felderhoff C, Lyford C, Malaga J, Polkinghorne R, Brooks C, Garmyn A, Miller M. 2020. Beef Quality Preferences: Factors Driving Consumer Satisfaction. *Foods* **9**.
- Fredriksen B, Font-i-Furnols M, Lundström K, Migdal W, Prunier A, Tuyttens FA, Bonneau M. 2009. Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* **3**:1480–1487.
- Friis C. 1993. Distribution, metabolic fate and elimination of skatole in the pig. Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs 113-115.
- Font-i-Furnols M, Gispert M, Diestre A, Oliver MA. 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.
- Font-i-Furnols M. 2012. Consumer studies on sensory acceptability of boar taint: A review. *Meat Science* **92**:319-329.
- Giersing M, Lundström K, Andersson A. 2000. Social effects and boar taint: significance for production of slaughter boars (*Sus scrofa*). *Journal of Animal Science* **78**.
- 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 Science* **59**:99-110.

- Hansen LL, Stolzenbach S, Jensen JA, Henckel P, Hansen-Møller J, Syriopoulos K, Byrne DV. 2008. Effect of feeding fermentable fibre-rich feedstuffs on meat quality with emphasis on chemical and sensory boar taint in entire male and female pigs. *Meat Science* **80**:1165-1173.
- Haugen J-E, Brunius C, Zamaratskaia G. 2012. Review of analytical methods to measure boar taint compounds in porcine adipose tissue: The need for harmonised methods. *Meat Science* **90**:9-19.
- Havlíček J, Murray AK, Saxton TK, Roberts SC. 2010. Current Issues in the Study of Androstenes in Human Chemosignaling. *Vitamins and hormones: pheromones* **83**: 47–81.
- Heyrman E, Millet S, Tuytens FAM, Ampe B, Janssens S, Buys N, Wauters J, Vanhaecke L, Aluwé M. 2021. On-farm prevalence of and potential risk factors for boar taint. *Animal* **15**.
- Chatterjee S, Gupta S, Variyar PS. 2015. Comparison of Essential Oils Obtained from Different Extraction Techniques as an Aid in Identifying Aroma Significant Compounds of Nutmeg (*Myristica Fragrans*). *Natural Product Communications* **10**.
- Chen G, Zamaratskaia G, Andersson HK, Lundström K. 2007. Effects of raw potato starch and live weight on fat and plasma skatole, indole and androstenone levels measured by different methods in entire male pigs. *Food Chemistry* **101**:439-448.
- Istrati D, Simion Ciuciu A-M, Vizireanu C, Ionescu A, Carballo J. 2015. Impact of Spices and Wine-Based Marinades on Tenderness, Fragmentation of Myofibrillar Proteins and Color Stability in Bovine *Biceps Femoris* Muscle. *Journal of Texture Studies* **46**:455-466.
- Jarmoluk L, Martin AH, Fredeen HT. 1970. DETECTION OF TAIN (SEX ODOR) IN PORK. *Canadian Journal of Animal Science* **50**:750-752.
- Jedlička, M. 2012. Výkrm kanců pro lepší ziskovost v sektoru. *Náš chov* **72**:38–39.
- Jensen BB, Kudahl AB, Thomsen R, Rasmussen MK, Kongsted AG, Gregersen VR, Callesen H, Bendixen C, Ekstrand B, Jensen KH. 2014. Alternatives to surgical castration in danish pig production: a position review. Aarhus University. DCA report no. 042
- Jensen MT, Cox RP, Jensen BB. 1995. Microbial production of skatole in the hind gut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat. *Animal Science* **61**:293-304.
- Kallas Z, Gil JM, Panella-Riera N, Blanch M, Font-i-Furnols M, Chevillon P, De Roest K, Tacken G, Oliver MA. 2013. Effect of tasting and information on consumer opinion about pig castration. *Meat Science* **95**:242-249.
- Kallas Z, Martínez B, Panella-Riera N, Gil JM. 2016. The effect of sensory experience on expected preferences toward a masking strategy for boar-tainted frankfurter sausages. *Food Quality and Preference* **54**:1-12.
- Kalua CM, Allen MS, Bedgood DR, Bishop AG, Prenzler PD, Robards K. 2007. Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. *Food Chemistry* **100**:273-286.

- Kathrine L, Ellen S, Gunilla L, Margrethe H, Bjørg E. 2013. Consumer acceptability of differently processed bacons using raw materials from entire males. *LWT - Food Science and Technology* **51**:205-210.
- 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
- 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* **80**:1264-1272.
- Lundström K, Malmfors B, Malmfors G, Stern S, Petersson H, Mortensen AB, Sørensen SE. 1988. Skatole, androstenone and taint in boars fed two different diets. *Livestock Production Science* **18**:55-67.
- Lundström K, Malmfors B, Stern S, Rydhmer L, Eliasson-Selling L, Mortensen AB, Mortensen HP. 1994. Skatole levels in pigs selected for high lean tissue growth rate on different dietary protein levels. *Livestock Production Science* **38**:125-132.
- Lundström K, Matthews KR, Haugen J-E. 2009. Pig meat quality from entire males. *Animal* **3**:1497-1507.
- Malmfors B, Lundström 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.
- Mathur PK, ten Napel J, Bloemhof S, Heres L, Knol EF, Mulder HA. 2012. A human nose scoring system for boar taint and its relationship with androstenone and skatole. *Meat Science* **91**:414-422.
- Matthews KR et al. 2000. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: III. Consumer survey in seven European countries. *Meat Science* **54**:271-283.
- Meier-Dinkel L, Trautmann J, Frieden L, Tholen E, Knorr C, 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.
- Meier-Dinkel L, Sharifi AR, Frieden L, Tholen E, Fischer J, Wicke M, Mörlein D. 2013. Consumer acceptance of fermented sausages made from boars is not distracted by respective information. *Meat Science* **94**:468-473.
- Meier-Dinkel L, Gertheiss J, Schnäkel W, Mörlein D. 2016. Consumers' perception and acceptance of boiled and fermented sausages from strongly boar tainted meat. *Meat Science* **118**:34-42

- Meinert L, Tikk K, Tikk M, Brockhoff PB, Bejerholm C, Aaslyng MD. 2008. Flavour formation in pork semimembranosus: Combination of pan-temperature and raw meat quality. *Meat Science* **80**:249-258.
- Mörlein D, Meier-Dinkel L, Moritz J, Sharifi AR, Knorr C. 2013. Learning to smell: Repeated exposure increases sensitivity to androstenone, a major component of boar taint. *Meat Science* **94**:425-431.
- Mörlein D, Schiermann C, Meier-Dinkel L, Trautmann J, Wigger R, Buttinger G, Wicke M. 2015. Effects of context and repeated exposure on food liking: The case of boar taint. *Food Research International* **67**:390-399.
- Mörlein J, Meier-Dinkel L, Gertheiss J, Schnäkel W, Mörlein D. 2019. Sustainable use of tainted boar meat: Blending is a strategy for processed products. *Meat Science* **152**:65-72.
- Nielsen SS, Hansen LL, Byrne DV. 2007. Sensory emphasis on pork quality related to the diet content of fermentable fibre-rich feedstuffs (chicory and lupine) with special emphasis on the effect on boar taint. University of Copenhagen.
- 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.
- Peñaranda I, Egea M, Linares MB, López MB, Garrido MD. 2024. Marinade injection of pork as a possible technological strategy to reduce boar taint: Response and attitude of the consumer. *Meat Science* **212**.
- Rideout TC, Fan MZ, Cant JP, Wagner-Riddle C, Stonehouse P. 2004. Excretion of major odor-causing and acidifying compounds in response to dietary supplementation of chicory inulin in growing pigs1. *Journal of Animal Science* **82**:1678-1684.
- Rius Solé MA, García Regueiro JA. 2001. Role of 4-Phenyl-3-buten-2-one in Boar Taint: Identification of New Compounds Related to Sensorial Descriptors in Pig Fat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49**:5303-5309.
- Robic A, Larzul C, Bonneau M. 2008. Genetic and metabolic aspects of androstenone and skatole deposition in pig adipose tissue: A review (Open Access publication). *Genetics Selection Evolution* **40**.
- Rowe SJ, Karacaören B, de Koning D-J, Lukic B, Hastings-Clark N, Velandar I, Haley CS, Archibald AL. 2014. Analysis of the genetics of boar taint reveals both single SNPs and regional effects. *BMC Genomics* **15**.
- Ruiz-Capillas C, Herrero AM, Pintado T, Delgado-Pando G. 2021. Sensory Analysis and Consumer Research in New Meat Products Development. *Foods* **10**.
- Sikorski ZE, Sinkiewicz I. 2014. Smoking: Traditional. In: *Encyclopedia of Meat Sciences* 2nd Edition 321-327.
- Stolzenbach S, Lindahl G, Lundström K, Chen G, Byrne DV. 2009. Perceptual masking of boar taint in Swedish fermented sausages. *Meat Science* **81**:580-588.

- Škrlep M, Tomašević I, Mörlein D, Novaković S, Egea M, Garrido MD, Linares MB, Peñaranda I, Aluwé M, Font-i-Furnols M. 2020. The Use of Pork from Entire Male and Immunocastrated Pigs for Meat Products—An Overview with Recommendations. *Animals* **10**.
- Tarté R. 2009. *Ingredients in Meat Products*. Springer New York.
- Taylor AJ. 1998. Physical chemistry of flavour. *International Journal of Food Science & Technology* **33**:53-62.
- Trautmann J, Meier-Dinkel L, Gertheiss J, Mörlein D. 2016. Boar taint detection: A comparison of three sensory protocols. *Meat Science* **111**:92-100
- Udomkun P, Ilukor J, Mockshell J, Mujawamariya G, Okafor C, Bullock R, Nabahungu NL, Vanlauwe B. 2018. What are the key factors influencing consumers' preference and willingness to pay for meat products in Eastern DRC? *Food Science & Nutrition* **6**:2321-2336.
- Vaquero, M. 2013. Study of the preparation and preservation of organic Saxony pork loin through the incorporation of natural products. University of Salamanca. Doctoral thesis.
- Verplanken K, Wauters J, Vercruyse V, Aluwé M, Vanhaecke L. 2017. Sensory evaluation of boar-taint-containing minced meat, dry-cured ham and dry fermented sausage by a trained expert panel and consumers. *Food Chemistry* **233**:247-255.
- Vestergaard JS, Haugen J-E, Byrne DV. 2006. Application of an electronic nose for measurements of boar taint in entire male pigs. *Meat Science* **74**:564-577.
- Walstra P, Claudi-Magnussen C, Chevillon P, von Seth G, Diestre A, Matthews KR, Homer DB, Bonneau M. 1999. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone and skatole by country and season. *Livestock Production Science* **62**:15-28.
- Warner RD. 2023. The eating quality of meat: IV—Water holding capacity and juiciness. In: *Lawrie's Meat Science* 457-508.
- 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
- 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.
- 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 National Academy of Sciences* **86**:7976–7978.

- Xue JL, Dial GD, Morrison RB. 1996. Comparison of the accuracies of chemical and sensory tests for detecting taint in pork. *Livestock Production Science* **46**:203-211.
- Xue JL, Dial GD. 1997. Raising intact male pigs for meat: Detecting and preventing boar taint. *Swine Health and Production* **5**:151–158.
- 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, Babol J, Andersson H, Lundström K. 2004. Plasma skatole and androstenone levels in entire male pigs and relationship between boar taint compounds, sex steroids and thyroxine at various ages. *Livestock Production Science* **87**:91-98.
- Zamaratskaia G, Babol J, Andersson HK, Andersson K, Lundström K. 2005. Effect of live weight and dietary supplement of raw potato starch on the levels of skatole, androstenone, testosterone and oestrone sulphate in entire male pigs. *Livestock Production Science* **93**:235-243.
- Zamaratskaia G, Squires EJ. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* **3**:1508-1521.
- Zammerini D, Wood JD, Whittington FM, Nute GR, Hughes SI, Hazzledine M, Matthews K. 2012. Effect of dietary chicory on boar taint. *Meat Science* **91**:396-40.