

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Smyslové vnímání složek kančího pachu u spotřebitelů
v České republice**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Hana Průchová

Obor studia: Chov hospodářských zvířat

Vedoucí práce: Ing. Kateřina Zadinová, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Smyslové vnímání složek kančího pachu u spotřebitelů v České republice" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 4. 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Kateřině Zadinové, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při tvorbě, sestavování a kontrole této diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala celé své rodině za podporu a pomoc.

Smyslové vnímání složek kančího pachu u spotřebitelů v České republice

Souhrn

Chov prasat je jedním z nejvýznamnějších chovů hospodářských zvířat v České republice. To je dáno vysokou spotřebou vepřového masa, která činí 43 kg/obyvatele/rok. Celková spotřeba masa činí 82,4 kg/obyvatele/rok, z čehož je patrné, že se v ČR vepřové maso podílí více než polovinou na celkové spotřebě masa, konkrétně zaujímá 51,7% podíl.

Zásadním problémem týkajícím se zákazu chirurgické kastrace je nežádoucí kančí pach. Kančí pach se vyznačuje nepříjemným zápachem, případně chutí masa, které se uvolňují během vaření, což je pro spotřebitele nepříjemné. Kančí pach je způsoben především sloučeninami androstenonem a skatolem, které se hromadí zejména ve hřbetním tuku kanečků. Faktory, kterými lze eliminovat kančí pach jsou snížení porážkového věku a hmotnosti, použití krmných doplňků, genetika a prostředí. Existují i možné alternativy, jak snížit kančí pach bez chirurgické kastrace, jako je úprava chovatelských podmínek, genetická selekce, imunokastrace, chemická kastrace, modifikace výživy a krmná aditiva nebo sexace spermii. Abychom zamezili nepříjemnému pachu, může nám pomoci přesná detekce na jatkách, případně využití kančího masa do masných výrobků nebo využití maskovacích strategií. Maskování kančího pachu je možné provést kulinární úpravou nebo zpracováním kančího masa do masných výrobků, zejména fermentovaných uzenin.

Cílem práce bylo vyhodnotit smyslové vnímání složek kančího pachu mezi spotřebiteli a ověřit stanovené hypotézy: 1. Citlivost k androstenonu bude významně nižší u mužů v porovnání s ženami, 2. Citlivost ke skatolu bude významně nižší u mužů v porovnání s ženami, 3. Obyvatelé venkova budou k androstenonu a skatolu méně vnímaví než obyvatelé měst. V první části byli osloveni respondenti pomocí dotazníku, při kterém docházelo zároveň k testování citlivosti vůči androstenonu a skatolu. Tento test byl prováděn pomocí trojúhelníkové zkoušky. Respondenti byli požádáni, aby do protokolu napsali číslo vzorku, u kterého se domnívali, že je odlišný. Účelem tohoto testu bylo zjistit, zda jsou spotřebitelé ke složkám kančího pachu vnímaví. Celkový počet oslovených respondentů byl 137. Z celkového počtu respondentů poznalo oba vzorky androstenonu 48,33 % mužů a 67,53 % žen. Ze statistické analýzy vyplývá, že pohlaví ($p = 0,033$) a věk ($p = 0,017$) mají významný vliv na vnímavost spotřebitelů k androstenonu. Spotřebitelé mladší 25 let jsou k androstenonu více vnímaví než spotřebitelé starší. Vnímavost k androstenonu podle věku byla statisticky průkazná pouze u žen ($p = 0,011$). Vůči skatolu byla většina hodnotitelů vnímavá. Pouze 3,33 % mužů nepoznali žádný ze dvou vzorků. Ze statistické analýzy vyplývá, že pohlaví, bydliště ani věk nemají významný vliv na vnímavost spotřebitelů ke skatolu. U efektu pohlaví se však objevil trend toho, že ženy jsou ke skatolu vnímavější než muži. Pokud se zaměříme na věk, byli vůči androstenonu nejcitlivější hodnotitelé mladší 25 let. Naopak nejméně vnímaví jsou k androstenonu hodnotitelé starší 56 let. Citlivost vůči skatolu byla také nejvyšší u skupiny hodnotitelů mladších 25 let. Zároveň všechny ženy starší 56 let poznaly oba vzorky. U ostatních věkových skupin nebyly rozdíly mezi hodnotiteli příliš výrazné.

Druhá část metodiky byla zaměřena na individuální citlivost spotřebitelů k androstenonu a skatolu. Panelisté hodnotili vzorky na devítibodové stupnici, pomocí které uvedli, zda jim byl pach vzorku příjemný nebo nepříjemný. Stupnice obsahovala čísla od 1 do 9, kdy: 1 – mimořádně nepříjemný, 9 – mimořádně příjemný. Výsledky této studie ukazují, že pohlaví, bydliště ani věk nemá statisticky významný vliv na individuální citlivost spotřebitelů k androstenonu a skatolu. Z výsledků této studie vyplývá, že vnímání kančího pachu je velmi individuální, proto by budoucí zakázání chirurgické kastrace mohl být problém, při jehož řešení je důležité se zaměřit na detekci kančího pachu, jeho eliminaci, a najít způsob, který bude nejefektivnější.

První hypotéza byla potvrzena. Oba vzorky androstenonu poznalo 48,33 % mužů a 67,53 % žen. Druhá hypotéza byla vyvrácena. Neexistuje statisticky významný rozdíl ve vnímavosti spotřebitelů (mužů a žen) ke skatolu. Třetí hypotéza byla také vyvrácena. Neexistuje statisticky významný rozdíl ve vnímavosti k androstenonu a skatolu u spotřebitelů pocházejících z města nebo z venkova.

Klíčová slova: kančí pach; senzorické hodnocení; androstenon; skatol

Sensory perception of boar taint of consumers in the Czech Republic

Summary

Pig breeding is one of the most important livestock breeds in the Czech Republic. This is due to the high consumption of pork, which is 43 kg/capita/year. The total meat consumption is 82.4 kg/capita/year, which shows that pork accounts for more than half of the total meat consumption in the Czech Republic, namely 51.7 %.

A major problem regarding of prohibition of surgical castration is the unwanted boar taint. Boar taint is characterised by an unpleasant smell or taste of meat released during cooking, which is unpleasant for the consumer. Boar taint is mainly caused by the compounds androstenone and skatole, which accumulate mainly in the back fat of boars. Factors that can be used to eliminate boar taint are reduction in slaughter age and weight, use of feed supplements, genetics and environment. There are also possible alternatives to reduce boar taint without surgical castration, such as modification of breeding conditions, genetic selection, immunocastration, chemical castration, diet modification and feed additives or sperm sexing. To avoid unpleasant taint, accurate detection at the slaughterhouse or the use of boar meat the use of camouflage strategies can help. The masking of boar taint can be done by culinary modification or by processing boar meat into meat products, especially fermented sausages.

The aim of the study was to evaluate the sensory perception of boar taint components among consumers and to test the following hypotheses: 1. Sensitivity to androstenone will be significantly lower in men compared to women, 2. Sensitivity to skatole will be significantly lower in men compared to women, 3. Rural residents will be less sensitive to androstenone and skatole than urban residents. In the first part, respondents were approached using a questionnaire, during which sensitivity to androstenone and skatole was tested simultaneously. This test was performed using the triangle test. Respondents were asked to write in the protocol the sample number they thought was different. The purpose of this test was to determine whether consumers are receptive to the components of boar taint. The total number of respondents was 137. Of the total number of respondents, 48.33 % of men and 67.53 % of women recognized both androstenone samples. Statistical analysis shows that gender ($p = 0.033$) and age ($p = 0.017$) have a significant effect on consumer susceptibility to androstenone. Consumers under the age of 25 are more susceptible to androstenone than older consumers. Susceptibility to androstenone by age was statistically significant only in women ($p = 0.011$). Most of the evaluators were receptive to the skatole. Only 3.33 % of men did not recognize either of the two samples. Statistical analysis shows that gender, residence and age do not have a significant effect on consumer susceptibility to skatole. For the gender effect, however, there was a trend for women to be more receptive to skatole than men. Focusing on age, raters under 25 years of age were the most sensitive to androstenone. Conversely, the least receptive to androstenone are raters over the age of 56. Sensitivity to skatole was also highest in the group of raters under 25 years of age. At the same time, all women over 56 years of age recognized

both samples. For the other age groups, the differences between raters were not very pronounced.

The second part of the methodology focused on individual consumer sensitivity to androstenone and skatole. Panelists rated the samples on a nine-point scale to indicate whether they found the odour of the sample pleasant or unpleasant. The scale contained numbers from 1 to 9, where: 1 – extremely unpleasant, 9 – extremely pleasant. The results of this study show that gender, residence and age do not have a statistically significant effect on individual consumer sensitivity to androstenone and skatole. The results of this study suggest that the perception of boar scent is highly individual, so the future prohibition of surgical castration could be a problem where it is important to focus on detection of boar taint, its elimination and finding the most effective method.

The first hypothesis was confirmed. Both androstenone samples were recognized by 48.33 % of men and 67.53 % of women. The second hypothesis was disproved. There is no statistically significant difference in consumer (male and female) receptivity to skatole. The third hypothesis was also disproved. There is no statistically significant difference in the susceptibility to androstenone and skatole between urban and rural consumers.

Keywords: boar taint; sensory evaluation; androstenone; skatole

Obsah

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 1 | Úvod | 11 |
| 2 | Vědecká hypotéza a cíle práce | 12 |
| 3 | Literární rešerše | 13 |
| 3.1 | Chov prasat | 13 |
| 3.2 | Chov kanečků | 14 |
| 3.3 | Kančí pach | 16 |
| 3.3.1 | Skatol | 17 |
| 3.3.2 | Androstenon | 18 |
| 3.4 | Kančí pach vs. welfare | 19 |
| 3.5 | Legislativa | 20 |
| 3.6 | Faktory ovlivňující jednotlivé složky kančího pachu ve vepřovém mase | 20 |
| 3.6.1 | Genetika | 21 |
| 3.6.2 | Plemeno | 23 |
| 3.6.3 | Pohlaví | 23 |
| 3.6.4 | Věk (dosažení pohlavní dospělosti) a hmotnost | 24 |
| 3.6.5 | Krmná dávka | 25 |
| 3.6.6 | Prostředí | 26 |
| 3.6.7 | Management chovu | 27 |
| 3.7 | Eliminace kančího pachu | 27 |
| 3.7.1 | Chirurgická kastrace | 28 |
| 3.7.2 | Úprava chovatelských podmínek | 29 |
| 3.7.3 | Genetická selekce | 30 |
| 3.7.4 | Imunokastrace | 32 |
| 3.7.5 | Chemická kastrace | 33 |
| 3.7.6 | Modifikace výživy a krmná aditiva | 33 |
| 3.7.7 | Sexace spermií | 34 |
| 3.8 | Detekce kančího pachu | 34 |
| 3.8.1 | Detekce laboratorní | 34 |
| 3.8.2 | Detekce na jatkách v provozních podmínkách | 35 |
| 3.9 | Faktory ovlivňující vnímání kančího pachu mezi spotřebiteli | 36 |
| 3.9.1 | Muži vs. ženy | 37 |
| 3.9.2 | Regiony, státy | 38 |
| 3.9.3 | Věk | 40 |
| 3.10 | Senzorické vnímání chuti mezi spotřebiteli | 40 |
| 4 | Metodika | 43 |
| 4.1 | Hodnotitelé | 43 |
| 4.2 | Trojúhelníkový test | 43 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 4.3 | Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu | 44 |
| 4.4 | Test individuální citlivosti spotřebitelů k androstenonu a skatolu | 44 |
| 4.5 | Statistická analýza | 44 |
| 5 | Výsledky..... | 45 |
| 5.1 | Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu | 45 |
| 5.1.1 | Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu podle místa bydliště... | 48 |
| 5.1.2 | Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu podle věku..... | 49 |
| 5.2 | Test individuální citlivosti spotřebitelů k androstenonu a skatolu | 51 |
| 6 | Diskuze..... | 53 |
| 6.1 | Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu | 53 |
| 6.1.1 | Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu podle místa bydliště... | 53 |
| 6.1.2 | Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu podle věku..... | 54 |
| 6.2 | Test individuální citlivosti spotřebitelů k androstenonu a skatolu | 55 |
| 7 | Závěr | 56 |
| 8 | Literatura..... | 57 |
| 9 | Samostatné přílohy | I |

1 Úvod

Vepřové maso je důležitou složkou českého jídelníčku. Pro člověka je cenným zdrojem živin, zvláště bílkovin, vitamínů a minerálních látek.

Spotřeba na osobu v České republice je v průměru 82,4 kilogramů masa na kosti za rok. Z toho je několik let na prvním místě vepřové maso s průměrnou spotřebou 43,2 kilogramů na osobu a rok. Tato čísla svědčí o důležitosti chovu prasat v České republice.

Pokud zhodnotíme změnu za posledních deset let, kdy v roce 2010 v České republice bylo chováno 1 909 000 prasat, z toho 133 000 prasnic, se celkový počet snížil na 1 499 000 kusů prasat, z toho 88 000 prasnic. Celkový počet prasat se tedy snížil o 410 000 kusů a prasnic o 45 000 kusů.

Soběstačnost v produkci vepřového masa má bohužel díky snižování počtu prasat klesající tendenci. V roce 2010 byla Česká republika na 63,8 %. V dnešní době se pohybujeme okolo 50 % soběstačnosti v produkci vepřového masa. Tedy za posledních 10 let se snížila téměř o 14 %.

Aktuální ekonomická situace dává chovatelům prasat na starém kontinentu jen velmi málo důvodů k optimismu. Ceny jsou na historických minimech a Čína, kam směřovala drtivá většina evropské nadprodukce vepřového masa, snižuje dovozy a zvyšuje dovozní cla na ochranu tamních producentů prasat. Kvůli omezení exportních možností Evropské unie, ale i poklesu poptávky související s covidovou pandemií došlo k výraznému propadu cen i na českém trhu. Do situace v chovu prasat zasahují i různá opatření na zvýšení welfare zvířat. Jedná se například o odchov selat bez oxidu zinečnatého, ukončení krácení ocásků, zákaz fixačních porodních klecí, omezení medikovaných krmných směsí nebo rekonstrukce a modernizace provozu.

Přestože je chirurgická kastrace kanečků nejrozšířenější metodou potlačující kančí pach ve vepřovém mase a dosud ji v České republice nezakazuje žádný předpis, Evropská komise podporuje pod tlakem organizací zabývajících se ochranou zvířat její ukončení. Ač je volba jiných alternativ postavena na dobrovolnosti, již před lety se k ní přihlásila řada evropských zemí, zejména v severských státech, ale i ve Švýcarsku, kde je chirurgická kastrace bez anestezie zakázaná.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je pomocí literární rešerše popsat situaci v chovu kanečků, možnou detekci kančího pachu v kančím mase, a především faktory působící na vnímavost kančího pachu konzumenty.

Dále je cílem této diplomové práce experimentálně otestovat a následně vyhodnotit vnímavost spotřebitelů v České republice ke dvěma hlavním složkám kančího pachu – androstenonu a skatolu a ověřit platnost stanovených hypotéz.

Hypotéza:

1. Citlivost k androstenonu bude významně nižší u mužů v porovnání s ženami.
2. Citlivost ke skatolu bude významně nižší u mužů v porovnání s ženami.
3. Obyvatelé venkova budou k androstenonu a skatolu méně vnímaví než obyvatelé měst.

3 Literární rešerše

3.1 Chov prasat

Maso a masné výrobky jsou důležitým zdrojem bílkovin v lidské stravě a jejich konzumace závisí na sociálně-ekonomických faktorech, etice nebo náboženské víře a tradici (Font-i-Furnols & Guerrero 2014). Celosvětově se nejvíce konzumuje drůbeží maso (14,9 kg/obyv./rok), následuje vepřové (10,8 kg/obyv./rok), hovězí maso (6,4 kg/obyv./rok) a nakonec ovčí maso (1,8 kg/obyv. rok) (OECD, 2021). Spotřeba se v jednotlivých zemích liší. Například v muslimských zemích je spotřeba vepřového masa extrémně nízká nebo žádná, v zemích jako je Rakousko, Polsko, Německo a Litva může překročit 50 kg na obyvatele/rok (Font-i-Furnols & Guerrero 2014). V České republice se nejvíce konzumuje vepřové maso (43 kg/obyv./rok), následuje drůbeží (29 kg/obyv./rok), hovězí maso (9,1 kg/obyv./rok) a nejméně maso skopové, kozí a koňské (0,4 kg/obyv./rok) (ČSÚ 2019).

Hlavním zemědělským využitím prasete je poskytovat lidem vepřové maso (čerstvé, konzervované nebo zpracované), takže produkce prasat je nutně zaměřena na kvalitu vepřového masa a efektivitu jeho výroby. Prase má relativně dobrou růstovou schopnost, krátký generační interval a četné potomstvo ve vrhu. V minulosti a v malochovech bylo nenáročné na potravu. Historicky bylo prase často považováno za mrchožrouta. Tato role zajistila, že se prase využívalo jako domestikované zemědělské zvíře po celém světě, ale obvykle v malých populacích, které usnadnily využití vedlejších produktů a podpořily jednoduché postupy chovu (Kyriazakis & Whittemore 2006).

Nedávná historie ukázala, že po celém světě roste poptávka po vysoce kvalitních výrobcích z vepřového masa kvůli rostoucí světové populaci a zlepšování lidských nutričních potřeb. To zaměřilo šlechtění na rychlejší růst a vyšší reprodukční užitkovost. Výrazné změny nastaly hlavně na úrovni organizace a rozsahu chovu. Vyrovnání se s těmito změnami vyžaduje zapojení vědy – a věda poskytla – nové chovatelské postupy, nové chápání růstu, reprodukce a zdraví, nové ocenění welfare a životního prostředí, nové výživové přístupy a moderní techniky genetického zlepšování. Především však šlo o zásadní umístění aplikace vědy v kontextu dnešní produkce a marketingu. Biologická odezva je vykládána nejen z hlediska fyzických výsledků, ale také finančních důsledků (Kyriazakis & Whittemore 2006). Moderní schémata chovu prasat hodnotí velké množství znaků na specializovaných čistokrevných chovných liniích s cílem zlepšit genetickou výbavu kříženců používaných pro produkci vepřového masa, ale také pro další generaci čistokrevných plemenných zvířat. Velkého pokroku bylo dosaženo v oblasti pro produkční a reprodukční znaky pomocí genomických informací. Čisté liniové šlechtění se však provádí za přísných zdravotních podmínek z hygienických a obchodních důvodů a genetické variace ve skupině vlastností kolem odolnosti nejsou plně využity (Harlizius et al. 2020).

Četná malá stáda (<100) plemenných prasnic se rozmohla teprve před dvěma desetiletími, ale hlavní činnosti v produkci vepřového masa nyní leží na velkých sloučených farmách, často podpořených podnikovými penězi, kde spolu úzce souvisí chov, produkce, marketing, zpracování a prodej spotřebitelům. Je obtížné dosáhnout efektivity moderní intenzivní produkce prasat v chovech, které mají méně než 250 plemenných prasnic, zatímco v případě chovů nad 500 prasnic je to běžné. Některé z větších provozů budou mít řadu standardně postavených jednotek rozmístěných po určité lokalitě, které budou řízeny z ústředí společnosti. Severní

Amerika, ve které byly původně rodinné farmy, jsou nyní velcí provozovatelé, přičemž mnoho společností má více než 10 000 plemenných prasnic (Kyriazakis & Whittemore 2006).

Podniky specializované na chov prasat jsou v ČR charakteristické relativně nízkou rentabilitou v porovnání s podniky s odlišným výrobním zaměřením. Z výsledků komoditní analýzy vepřového masa po vstupu ČR do EU vyplývá, že nízká konkurenceschopnost výroby vepřového masa v ČR se projevila dynamickým prohloubením záporného salda zahraničního obchodu s vepřovým masem a postupným snižováním stavů prasat a produkce vepřového masa. Zároveň jsou podniky zaměřené na chov prasat opatřeními Společné zemědělské politiky nejméně podporovány a vliv provozních dotací nezvyšuje příjmovou úroveň podniků do takové míry, jako je tomu u jiných specializací. Příčinu nízké rentability chovu prasat lze spatřovat především v nízké užitkovosti prasnic, vysoké spotřebě krmiv na jatečné prase a nižší produktivitě práce, což se výrazně projevuje v nákladech na produkci. V případě růstu cen krmiv lze v České republice očekávat výraznější dopad na rentabilitu a konkurenceschopnost vzhledem k rozhodujícímu podílu na nákladech v produkci prasat (Boudný & Špička 2012).

3.2 Chov kanečků

Domácí producenti vepřového masa budou muset, stejně jako jejich kolegové z ostatních členských zemí EU, čelit tlaku evropské legislativy, jejímž cílem je zajistit chovaným zvířatům co nejlepší životní podmínky. V rámci zajištění welfare se stále diskutuje otázka chirurgické kastrace kanečků, která se v drtivé většině evropských chovů dosud praktikuje bez anestezie (Jedlička 2020). V současné době existují tři možné alternativy s praktickým významem: chirurgická kastrace s anestézií nebo analgezií, chov kanečků a imunokastrace. Kastrace pomocí injikovaných chemikálií do varlat (chemická kastrace) je příliš bolestivá na to, aby se s tím počítalo, a třídění spermií (sexované inseminační dávky) pro produkci samic není ve velkém měřítku u prasat prakticky proveditelné. V posledních letech se v západní Evropě kvůli společenskému a tržnímu tlaku stále častěji používá nějaký druh úlevy od bolesti během anebo po chirurgickém zákroku (Weiler & Bonneau 2019). Lokální anestezie se používá v Norsku, zmírňuje většinu bolesti během operace, ale nezmiňuje pooperační bolesti v následujících hodinách a dnech, pokud není podána dostatečná analgezie. Prospěšnost této praxe pro welfare je rovněž zpochybňována, protože se zvířaty je třeba manipulovat dvakrát, a tudíž musí být vystaveny stresu. Celková anestezie může mít potenciál pro použití při kastraci, ale anestezie pomocí CO₂ je drahá a není vhodná pro malá stáda. Navíc lokální anestezie a anestezie pomocí CO₂ představují dodatečné náklady, zejména pokud je musí provádět veterinární lékař (Fredriksen et al. 2011). V Irsku, Portugalsku, Španělsku, Nizozemsku a Spojeném království je kastrováno méně než 20 % kanečků. Při pohledu na velikost celkové populace prasat to odpovídá 61 % vepřůků v Evropě. V Belgii, Německu a Švýcarsku počet kanečků narůstá, v Nizozemsku je nárůst silný. Norsko, Švýcarsko a Švédsko uvedly 99, 97, 30 a 24 % chirurgicky kastrováných zvířat s anestézií a analgezií, v tomto pořadí. V ostatních zemích bylo méně než 6 % selat kastrováno pomocí anestezie a analgezie. Podle průzkumu v sedmi zemích se chirurgicky kastruje více než 70 % kanečků pomocí analgezie (samotné). Pomocí analgezie bylo chirurgicky vykastrováno 50 % selat ve Francii a 31 % selat v České republice. Ostatní země uvedly podání analgezie u 10 % nebo méně kastrováných kanečků. V Rakousku, Dánsku, Finsku, Francii, Německu, Islandu a Lucembursku stoupá počet selat kastrováných v narkóze

nebo analgezií (De Briyne et al. 2016). Imunokastrace je alternativou k chirurgické kastraci, která se v řadě studií prokázala jako účinná v prevenci kančího pachu. Dvojitým vstříknutím syntetického analogu GnRH (Gonadotropin Releasing Hormone) samcům se vytvoří protilátky proti vlastnímu GnRH zvířete, což vede kablokování produkce FSH a LH z hypofýzy a ke snížení vývoje a funkce varlat, včetně produkce steroidů (Fredriksen et al. 2011). Průměrné procento imunokastrovaných prasat ve zkoumaných zemích bylo 2,7 % (medián 0,2 %, rozmezí = 0-18 %), přičemž nejvyšší odhadované procento imunokastrovaných prasat měla Belgie (De Briyne et al. 2016). Chov kanečků je obecně vnímán jako nejlepší dlouhodobé řešení (Fredriksen et al. 2011). Od šedesátých let chovali farmáři kanečky ve Velké Británii a Irsku. Od kastrace bylo také upuštěno ve Španělsku a Portugalsku kvůli běžné standardní produkci prasat, zatímco se stále provádí ve vysoce kvalitních produkčních systémech. Kanečci nyní představují značnou část produkce prasat v Nizozemsku, Belgii, Německu a Francii (Weiler & Bonneau 2019). Vzhledem k tomu, že v současnosti narůstá celková produkce samců prasat, je stále více vyžadován vývoj metod pro třídění jatečně upravených těl na lince podle kančího pachu. Klasifikace podle kančího pachu jako parametru kvality masa by mohla být smysluplným nástrojem pro zlepšení současných systémů klasifikace jatečně upravených těl a další podpůrné strategie pro snížení a maskování kančího pachu (Font-i-Furnols et al. 2020).

Kanečci určení k produkci masa byli tradičně kastrováni, aby se zvýšil podíl tuku v jatečně upravených tělech, snížilo se agresivní a sexuální chování a snížilo se riziko kančího pachu, nepříjemného zápachu z tepelně upravených vepřových výrobků. Jelikož se dnes preference spotřebitelů drasticky změnil tak, že vyžadují hlavně libové maso, zůstávají pouze dva poslední důvody kastrace. Dalším důvodem kastrace bylo společné ustájení obou pohlaví. Dnes se již tento typ ustájení nepraktikuje kvůli různým nárokům prasniček a vepřůků na výživu. Výhody kastrace jsou však sporné, protože při produkci vepřového masa je hlavním hlediskem péče o dobré životní podmínky zvířat (Zamaratskaia & Squires 2008). Kanečci dosahují vyšší zmasilosti a tím i lepšího ohodnocení v klasifikaci SEUROP. Jejich produkční užitkovost je charakterizována vyššími přírůstky i jatečnou hodnotu ve srovnání s prasničkami i kastráty (Dostálová & Koucký 2008). Chov kanečků je navíc výnosnější z důvodu lepší konverze krmiva a štíhlejších těl ve srovnání s kastráty. Vyšší hladiny polynenasycených mastných kyselin (PUFA) v tucích a svalech, a vyšší obsah bílkovin v jatečně upravených tělech kanečků, naznačují nutriční výhody tohoto masa ve srovnání s vepřůky (Zamaratskaia & Squires 2008).

Výkrm kanečků do nižší jatečné hmotnosti a max. věku 180 dní je jednou z možností, jak využitím biologických rezerv zvýšit efektivitu produkce vepřového masa. Kanečci dosahují v porovnání s kastráty prokazatelně lepší ukazatele užitkovosti a jatečné hodnoty, což při dodržení některých důležitých zásad v chovu může v nových legislativních podmínkách EU znamenat výrazný ekonomický efekt. Charakteristický výskyt kančího pachu, který je pro většinu konzumentů nepřijatelný, se projevuje až po dosažení pohlavní dospělosti a ve vyšších hmotnostních kategoriích a jeho výskyt v mase a sádle je závislý na několika proměnlivých vnitřních a vnějších faktorech (Dostálová & Koucký 2008).

Mezi výhody chovu kanečků patří vyvarování se pracnosti a bolesti související s chirurgickou kastrací, snížení nákladů na krmivo a dopad na životní prostředí, zvýšení obsahu svalů a nárůst nenasycených tuků, které jsou zdravější. Nevýhody chovu kanečků zahrnují potíže, s nimiž se někteří zemědělci potýkají při zvládání neklidnějších kanců, zhoršené welfare

pro zvířata obtěžována dominantními jedinci ve skupině, kteří projevují vzrůstající a agresivní chování, poranění penisu, nižší kvalita masa ve vztahu ke sníženému obsahu intramuskulárního tuku a častější výskyt masa DFD. V masě kanečků je zvýšené množství nenasycených tuků, což je nevhodné pro zpracování sušených produktů a v neposlední řadě kančí pach, který představuje vážné riziko pro spokojenost spotřebitelů. Detekce kančího pachu na porážce a zahrnutí masa s kančím pachem do zpracovaných produktů nižší hodnoty představují pro řetězec dodatečné náklady (Bonneau & Weiler 2019). Kožní léze, často způsobené agresivitou kanečků a hodnocené po porážce, byly častěji nalezené právě u kanečků než u vepříků a prasniček. Rozdíl v kožních lézích mezi pohlavími byl významný ve 3. a 6. týdnu, nikoli však v 9. a 11. týdnu (Quiniou et al. 2010).

V roce 2008 byla v celé Evropě kastrována většina samců selat určených k produkci vepřového masa, aby se předešlo potenciální nespokojenosti spotřebitelů kvůli zápachu z kančího masa. V té době byla kastrace prováděna ve většině zemí EU u 80-100 % samců prasat v konvenční produkci a chirurgická kastrace bez anestezie byla nejběžnější technikou. Výjimkou bylo Spojené království a Irsko, kde byla kastrace prováděna jen málo (Panella-Riera et al. 2016).

3.3 Kančí pach

Kančí pach se vyznačuje nepříjemným zápachem, případně chutí masa, které se uvolňují během vaření, což je pro spotřebitele nepříjemné. Je to způsobeno především sloučeninami androstenonem a skatolem, které se hromadí zejména ve hřbetním tuku nekastrovaných samců. Kastrace snižuje koncentrace skatolu a androstenonu v tuku pod prahové hodnoty, které jsou 0,2 až 0,25 µg/g pro skatol a 0,5 až 1 µg/g pro androstenon (Strathe et al. 2013). Mezi další sloučeniny přispívající ke kančímu pachu patří aldehydy a mastné kyseliny s krátkým řetězcem, fenoly a 4-fenyl-3-buten-2-on (Squires et al. 2020). Některé další sloučeniny mohou také přispívat ke kančímu pachu, zejména indol, p-kresol a 4-ethylfenol. Pokud jde o hladiny androstenonu, byly stanoveny hodnoty dědivosti od 0,25 do 0,88, s průměrem 0,56. Hodnoty dědivosti skatolu jsou nižší, pohybují se od 0,19 do 0,54 (Aluwé et al. 2011).

Akumulace těchto sloučenin kančího pachu v tukových tkáních je regulována rovnováhou mezi syntézou a degradací těchto sloučenin. Ta může být ovlivněna různými faktory, včetně prostředí a organizací chovu, pohlavní dospělosti, výživou a genetikou (Squires et al. 2020).

Zatímco drtivá většina lidí je citlivá na zápach skatolu, značná část spotřebitelů zápach androstenonu necítí. Dříve byla provedena řada spotřebitelských studií, které zkoumaly přijatelnost vepřového masa z kanečků a jak souvisí s hladinami androstenonu a skatolu. Příslušný podíl těchto dvou sloučenin se značně liší podle řady faktorů, včetně charakteristik hodnoceného vepřového masa, postupů přípravy masa a schopnosti spotřebitelů vnímat androstenon. Je také dobře prokázáno, že kančí pach je během vaření snáze vnímán než při jídle, a že podíl obou sloučenin není v těchto dvou situacích stejný (Bonneau & Chevillon 2012).

Aby byla zajištěna spokojenost spotřebitelů, musí být jatečně upravená těla se zvýšenými hladinami androstenonu a skatolu odlišována od jatečně upravených těl, u kterých se kančí pach nevyskytuje. Technické metody pro rychlou, spolehlivou a simultánní detekci obou sloučenin

zatím nejsou k dispozici pro praktickou aplikaci na jatkách. Průmyslová kontrola kvality proto využívá senzoričké hodnocení pro on-line nebo off-line klasifikaci jatečně upravených těl jako „páchnoucí“ nebo „nepáchnoucí“. Obvykle se podkožní tuková tkáň ohřívá, např. páječkami, horkovzdušnými pistolemi nebo mikrovlnami, aby se usnadnilo uvolňování pachu a zápach je vyhodnocen jedním nebo více hodnotiteli (Meier-Dinkel et al. 2015). Maso, u kterého byl prokázán výskyt kančího pachu lze použít v různých typech zpracovaných produktů, kde je kančí pach maskován přidáním koření, nakládáním nebo uzením, nejlépe ve zpracovaných produktech, které se podávají za studena. Maso s kančím pachem může být také smícháno s masem, u kterého se kančí pach nevyskytuje, aby se množství kančího pachu zředilo. Aby bylo možné použít strategii třídění jatečně upravených těl, musí existovat nízké procento těl s kančím pachem, protože mají výrazně nižší hodnotu. K dosažení tohoto požadavku by mohlo pomoci použití specifických plemen s nízkým výskytem kančího pachu nebo lehčích jatečně upravených těl (Burgeon et al. 2021).

Na pozadí kontroly kvality je důležité studovat diagnostickou metodiku, tj. přesnost senzoričké hodnocení v oblasti detekce kančího pachu. Nedávno byly navrženy různé parametry ke kvantifikaci výkonu senzoričké hodnocení, tj. senzitivita, specificita, pozitivní a negativní prediktivní hodnoty a také přesnost klasifikace. Vyhodnocení diagnostické metody však vyžaduje existenci skutečného stavu, který klasifikuje vzorky jako „negativní“ (nepáchnoucí) a „pozitivní“ (páchnoucí), nejlépe bez chyby. Chemická analýza androstenonu a skatolu je často považována za skutečný stav (zlatý standard), i když je známo, že chyby měření mohou existovat pro jakoukoli danou chemickou metodu. Kromě toho jsou prahové hodnoty androstenonu a skatolu, které jsou relativní pro přijetí spotřebitelem, nastaveny na různých úrovních v různých studiích, které také ovlivňují pozorovanou prevalenci (předběžně) páchnoucích jatečně upravených těl. Kromě toho byly nalezeny protichůdné výsledky ohledně prevalence kančího pachu z jatečně upravených těl, když byly detekovány senzoričkým hodnocením (9 %) ve srovnání s chemickou analýzou (44 %). Dřívější studie také uvedla značný nesoulad mezi smyslovým hodnocením a podílem jatečně upravených těl, které překračují prahové hodnoty pro skatol nebo androstenon. Kromě toho jsou znalosti o přesnosti jednotlivých hodnotitelů omezené, zatímco v praxi je kontrola kvality často založena na hodnocení jednoho hodnotitele (Meier-Dinkel et al. 2015).

3.3.1 Skatol

Skatol (3-methylindol) je produkován bakteriálním metabolismem aminokyseliny L-tryptofanu v tlustém střevě. Produkce skatolu je ovlivněna převážně výživou, ale také genetikou a faktory prostředí. Metabolismus a odbourávání skatolu jsou regulovány aktivitou enzymů fáze I a fáze II v játrech, které degradují skatol (Squires et al. 2020). Ve fázi I probíhá chemická modifikace přidáním hydroxylové skupiny, která slouží k připojení konjugátu ve fázi II. Konjugát činí modifikovanou sloučeninu více hydrofilní, takže se může vylučovat močí nebo žlučí. Cytochromy P450E1, P450A6 a aldehyd oxidáza se účastní metabolismu skatolu fáze I. Bylo identifikováno sedm metabolitů fáze I. Tyto metabolity pak slouží jako substráty pro další modifikace ve fázi II, včetně konjugace buď se síranem nebo s kyselinou glukuronovou. Enzym odpovědný za sulfataci byl identifikován jako termostabilní fenol-sulfotransferáza. Hodnota pH v tlustém střevě významně ovlivňuje biotransformace tryptofanu, přičemž nízké

hodnoty pH jsou příznivé pro skatol a vysoké pH pro biosyntézu indolu. Skatol je syntetizován ve střevě všech pohlaví prasat, ale pouze někteří kanci akumulují skatol v tukové tkáni ve vysokých koncentracích. Část skatolu je vylučována výkaly a zbývající část je absorbována střevní stěnou a uvolněna do krve (Zamaratskaia 2004). Rovnováha mezi produkcí a vylučováním skatolu určuje, kolik skatolu se hromadí v tuku (Squires et al. 2020). Skatol je v menší míře zjištělý též i u prasnic v období říje stejně jako u kastrátů (Dostálová & Koucký 2008). Protože produkce skatolu je počínající příčinou páchnoucího masa, bylo by omezení mikrobiální fermentace tryptofanu v tlustém střevě účinným přístupem k řešení problému s kančím pachem způsobeným skatolem (Jensen 2006).

Množství skatolu vytvořeného v tlustém střevě je primárně regulováno dostupností tryptofanu. Savčí gastrointestinální sliznice má nejrychlejší obrat ze všech tkání v těle. S výjimkou diety bylo prokázáno, že dalším významným zdrojem tryptofanu pro tvorbu mikrobiálního skatolu je značné množství úlomků buněk, které jsou důsledkem vysoké rychlosti obratu střevní sliznice. Rychlý dynamický obrat střevního epitelu je kriticky řízen faktory stimulujícími buněčnou mitózu a regulací buněčné apoptózy. Střevo je jednou z nejcitlivějších cílových tkání inzulínu podobného růstového faktoru 1 (IGF 1) a také místem biosyntézy IGF1. Je dobře prokázáno, že IGF1 stimuluje mitózu vedoucí k proliferaci střevních mukózních buněk, zatímco glukokortikoidy interagují a způsobují úlomky buněk. Proto by IGF1 i glukokortikoidy měly být důležitými fyziologickými faktory při modulaci tvorby střevního skatolu prostřednictvím stimulace obratu buněk sliznice střeva. Bylo popsáno, že metabolická degradace skatolu v játrech je potlačena testikulárními steroidy. Studie in vitro s použitím jaterních mikrozomů odhalily, že zvýšené hladiny testikulárních steroidů, zejména androstenonu a estrogenů (nikoli však testosteronu), by mohly potlačit degradaci jaterního skatolu inhibicí enzymů odpovědných za metabolismus skatolu. Koncentrace steroidů použitých v těchto in vitro studiích však byly vyšší než fyziologické hladiny. Kromě toho dvě in vivo studie využívající lidský choriový gonadotropin (hCG) k navození dočasného zvýšení hladin testikulárních steroidů nemohly stanovit inhibiční úlohu testikulárních steroidů na metabolismus jaterního skatolu (Xingfa et al. 2019).

V současnosti nejsou známy žádné fyziologické funkce skatolu u prasat. Skatol se považuje za toxický pro různé mikroorganismy, které by mohly ovlivnit endogenní střevní mikrobiotu. U přežvýkavců, např. u koz, je produkce skatolu a jeho metabolitů spojena s akutním plicním edémem a emfyzémem. Skatol byl označen jako potenciální pneumotoxikum také u lidí. Kromě toho byly hladiny skatolu zvýšeny v séru pacientů s onemocněním jater. U zdravých jedinců není skatol v séru detekovatelný. V lidském střevě je skatol také často nedetekovatelný nebo zjištělý pouze ve stopách (Zamaratskaia 2004).

3.3.2 Androstenon

Androstenon je syntetizován v pohlavních žlázách spolu s dalšími steroidy, androgeny a estrogeny. Měli bychom si proto být vědomi možných antagonistických korelací mezi androstenonem a reprodukční schopností. Publikované odhady genetických korelací mezi androstenonem a paternálními nebo maternálními reprodukčními vlastnostmi jsou však vzácné (Frieden et al. 2011). Androstenon vstupuje do krevního oběhu, kde je transportován do

periferních tukových tkání, ve kterých se hromadí a způsobuje kančí pach. Dále je metabolizován a vyloučen játry (Squires et al. 2020).

Obsah androstenu v tucích je výsledkem rovnováhy mezi jeho syntézou a vylučováním. Nezdá se, že by to souviselo s jeho katabolismem v játrech. Sulfokonjugace, která váže steroidy na sulfátové skupiny, aby je bylo možné eliminovat, se však může podílet na regulaci akumulace androstenonu v tuku. Celková syntéza steroidů závisí na pohlavní dospělosti. Rovnováha mezi 16-androstenovými steroidy, androgeny a estrogeny závisí na aktivitě komplexu enzymů andien- β syntázy. Aby bylo dosaženo vysokých rychlostí syntézy androstenonu, musí být prasce pohlavně dospělé a vykazovat vysokou aktivitu andien- β syntázy (Bonneau 2006).

Jsou uváděny také antagonistické korelace mezi androstenonem a paternální plodností, pokud jde o motilitu spermií (0,32), objem ejakulátu (0,18) a přežitelnost spermií (0,11), zatímco korelace s koncentrací spermií je -0,22. Byly také nalezeny antagonistické korelace mezi hladinami androstenonu ve hřbetním tuku a maternální reprodukční schopností, pokud jde o pohlavní dospělost a věk při první inseminaci (-0,24), interval mezi odstavem a následným zabřeznutím (-0,44) a počet mrtvě narozených selat (-0,59). Selektce na sníženou hladinu androstenonu by mohla mít nežádoucí účinek na zvýšení věku při pohlavní dospělosti kanců i prasnic (Frieden et al. 2011).

3.4 Kančí pach vs. welfare

Kvůli zvýšené agresivitě a aktivitě je pravděpodobné, že prostředí chovu a manipulační zařízení pro kance by mělo obsahovat více obohacení, než je běžně k dispozici pro kastráty, aby se minimalizovala konkurence a agresivita. Pokud není poskytnuto dostatečné vybavení, mohou být značné dopady chování kanců především na poranění kůže a nohou, jakož i celková úroveň stresu zvýšena, pokud prasata nemohou uniknout nebo se vyhnout obtěžování zvláště aktivními a dominantními samci (Giersing et al. 2006).

V evropské studii, které se zúčastnilo 4031 spotřebitelů z Belgie, Francie, Německa a Nizozemska bylo prokázáno, že v průměru 48,5 % z nich nikdy neslyšelo o chirurgické kastraci a 53,7 % spotřebitelů nikdy neslyšelo o kančím pachu. V Polsku, zemi s důležitou produkcí jatečných prasat, studie ukazuje, že kastrace zvyšuje odpor veřejnosti, zejména pokud se provádí bez anestezie. Tato situace ve zbytku zkoumaných východních zemí není známa, ale pravděpodobně je podobná. Většina spotřebitelů uvedla, že chirurgická kastrace způsobuje zvířeti bolest. Zároveň konzumenti tvrdí, že maso z kastrovaných prasat má lepší kvalitu (Tomasevic et al. 2019).

Obecně respondenti hodnotili imunokastraci o něco lépe než chirurgickou kastraci, přičemž 60 % z nich uvedlo, že dává přednost imunokastraci před chirurgickou kastraci. Respondenti se domnívali, že z hlediska welfare zvířat je imunokastrace lepší než chirurgická kastrace. Respondenti také uvedli vyšší přijatelnost imunokastrace pro spotřebitele. Další hodnocení významné ve prospěch imunokastrace ve vnímání spotřebitelů se týkala druhu práce zemědělce a vyhýbání se kančímu pachu. Naproti tomu bezpečnost potravin a cena byla pro imunokastraci hodnocena negativněji než pro chirurgickou kastraci. Pracovní zátěž pro zemědělce, konkurenceschopnost odvětví, ziskovost farmy, zisk na prasce a kvalita masa nevyznávaly ve prospěch ani jednoho z postupů. Takové chování při odpovídání odráží buď to,

že lidé posuzují obě metody jako skutečně rovnocenné, vyjadřují nejistotu anebo nevědomost či neznalost (Vanhonacker et al. 2009).

3.5 Legislativa

Od 70. let 20. století se v Evropské unii (EU) vyvíjel rostoucí soubor pravidel týkajících se welfare a ochrany zvířat. Důležitost této otázky ukazuje „Protokol o ochraně a welfare zvířat“ ve Smlouvě o Evropském společenství (ES), který uznává zvířata jako vnímající bytosti a vyžaduje, aby při formulování a provádění politik Společenství v oblasti zemědělství, dopravy, vnitřního trhu a výzkumu Společenství a členské státy plně zohlednily požadavky na welfare zvířat. Směrnice Rady 98/58/ES o ochraně zvířat chovaných pro hospodářské účely vyžaduje, aby majitelé nebo chovatelé zvířat přijali veškerá přiměřená opatření k zajištění welfare zvířat, o které se starají, a aby zajistili, že tato zvířata nebudou mít způsobena zbytečnou bolest, utrpení nebo zranění (Horgan 2006).

Kastrace kanečků je v rámci EU upravena směrnicí z 18. prosince 2008, stanovující minimální standardy v chovu prasat 2008/120/EC, vycházející vstříc požadavkům welfare. Lhůta na kastraci selat bez analgezie je ustavena v období do jednoho týdne věku a je převzata do národních legislativ členských států. Nad rámec evropské směrnice je v některých státech EU, zejména severských, legalizována povinnost provádět místní znecitlivění. Celkové znecitlivění je požadováno v Nizozemí a nyní i v Belgii, nikoli národní nebo evropskou legislativou, ale odběrateli a zpracovateli vepřového masa, např. Burger King, McDonald's. Dále je požadováno, aby maso od zvířat poražených a použitých pro jejich účely nepocházelo od prasat, kastrováných bez celkové anestézie. Chirurgickou kastraci a místní a celkové injekční znecitlivění jsou v ČR oprávněni provádět pouze veterinární lékaři a další odborný personál, u nás veterinární technici, či nově legislativou definované osoby odborně způsobilé podle §7, čl. 3 zákona na ochranu zvířat proti týrání 246/1992 Sb. ve znění pozdějších předpisů, vyhl. 208/2004 (Bernardy 2010).

Současné právní předpisy Společenství týkající se kančího pachu stanoví, že jatečně upravená těla samčího pohlaví nad 80 kg mohou být povolena k lidské spotřebě za předpokladu, že budou opatřena zvláštní značkou a před vstupem do potravinového řetězce projdou ošetřením (Horgan 2006). Předpisy EU vyžadují, aby bylo maso prohlášeno za nevhodné k lidské spotřebě, pokud se vyskytnou organoleptické anomálie, jako je kančí pach. Při chovu nekastrovaných samců je proto nezbytné zavést kontroly kančího pachu (Trautmann et al. 2014). V současnosti však neexistuje harmonizovaná metoda pro zjišťování kančího pachu, ale Spojené království pro tento účel zavedlo „test varu“. Při neexistenci harmonizované metody existují důkazy, že „on-line“ metody detekce výrazného kančího pachu se mohou mezi členskými státy lišit (Horgan 2006).

3.6 Faktory ovlivňující jednotlivé složky kančího pachu ve vepřovém masu

Vznik sloučenin kančího pachu, zejména hladina androstenonu v tuku, souvisí s pohlavním dospíváním, věkem a živou hmotností. Byla zjištěna korelace mezi hladinami androstenonu a živou hmotností 0,43, respektive 0,57. Vzhledem k tomu, že nástup pohlavní dospělosti závisí na plemeni, může se u plemen lišit také věk, ve kterém se hladiny skatolu a

androstenonu začínají zvyšovat. Korelace mezi živou hmotností a skatolem je méně silná než mezi živou hmotností a androstenonem a liší se od mírně negativní korelace u kanců s nízkou porážkovou hmotností 53 až 62 kg (-0,19) až po žádnou korelaci a pozitivní korelaci. Z toho tedy vyplývá, že pečlivý výběr správné kombinace genotypu a porážkové hmotnosti může snížit prevalenci kančího pachu u kanečků (Aluwé et al. 2011).

3.6.1 Genetika

Produkce linií prasat s nízkým obsahem kančího pachu s využitím genetických metod by mohla být dlouhodobým řešením. Kančí pach lze potenciálně snížit selektivním šlechtěním pomocí genetických markerů nebo úpravou genomu genů spojených s kančím pachem. Genetická selekce zvířat s nízkým výskytem kančího pachu nabízí neinvazivní, nákladově efektivní, přátelské k welfare a potenciální dlouhodobé řešení problému kančího pachu. Množství kančího pachu se může dramaticky lišit mezi různými plemeny a existují také rozdíly mezi jednotlivými prasaty v rámci plemene (Squires et al. 2020).

Cíle chovu a selekční indexy v komerčních programech chovu prasat zahrnují řadu znaků definujících přírůstek živé hmotnosti, hodnotu jatečného těla a reprodukční schopnost. Abychom mohli předpovědět a dosáhnou požadovaného genetického pokroku u konkrétních znaků, potřebujeme znát příslušné populační parametry. Úroveň androstenonu má vysokou dědivost a povzbudivé jsou také o něco nižší odhady dědivosti pro hladiny skatolu a indolu. Za předpokladu, že hladinu skatolu lze významně snížit managementem a výživou, se genetické přístupy mohou zaměřit na kontrolu androstenonu (Frieden et al. 2011). Předchozí práce skutečně prokázaly nízké a většinou příznivé genetické korelace mezi kančím pachem a produkčními znaky, jako je kvalita masa, aniž by negativně ovlivnily důležitý znak samčí plodnosti. Selektce na snížení kančího pachu může být tedy považována za efektivní a udržitelné řešení. Využitím molekulárně genetických metod je možná identifikace samců s nízkou genetickou hodnotou kančího pachu dříve, než se u nich skutečně rozvinou nebo budou zaznamenány jejich vlastnosti (Drag et al. 2017).

Další šlechtitelskou strategií ke snížení výskytu kančího pachu ve vepřovém mase by byla identifikace příslušných genů pomocí DNA čipů. Pomocí genomové analýzy je genom popsán pomocí markerů SNP (Single Nucleotide Polymorphism) a porovnán s fenotypovou expresí příslušného znaku. Genomová selekce by se použila k identifikaci a selekci jedinců s požadovaným genotypem nízké hladiny androstenonu bez nutnosti záznamu vlastností. Na první pohled se může zdát, že genomová selekce nabízí rychlé a snadné řešení. Je známo, že asociace mezi markery a vlastnostmi jsou specifické pro dané plemeno. V každém případě musí být genetické markery identifikovány v každé populaci s příslušnými korelacemi s jinými vlastnostmi, než bude v praxi uplatněna genomová selekce (Frieden et al. 2011).

Genomická selekce je založena na predikci plemenné hodnoty každého jedince sečtením všech účinků alel SNP v celém genomu. Zvířata jsou selektována na základě jejich genotypu v tisících SNP, které pokrývají celý genom, bez nutnosti zaznamenávat informace o fenotypu u všech hodnocených zvířat. Dva termíny, které byly přímo ovlivněny zavedením genomové selekce, jsou generační interval a přesnost předpovědi (Samoré & Fontanesi 2016). Genomová selekce se v některých zemích používala ke snížení kančího pachu a několik šlechtitelských společností vyvinulo produkty s nízkým pachem. Společnost Topigs Norsvin vyvinula metodu

výběru kanců s nízkým pachem. Linií s nízkým pachem vyvinula také německá univerzita v Bonnu ve spolupráci s chovatelskou společností GFS a jatkami Westfleisch (Squires et al. 2020). Genomová selekce v chovu prasat může zvýšit přesnost genetických predikcí a možnosti předpovídat mateřské znaky u kanců (Samoré & Fontanesi 2016).

Další potenciální genetický přístup ke snížení kančího pachu je použití úpravy genů. Úpravy genů se dramaticky liší od starších transgenních technologií, kdy byly do zvířat vloženy nové geny nebo byla funkce genů vyřazena za vzniku „geneticky modifikovaného organismu“. Proces produkce transgenního zvířete vyžadoval použití selektovatelného markeru, jako je rezistence na antibiotika, k identifikaci buněk nesoucích transgen. Naproti tomu úprava genomu umožňuje zavedení specifických mutací nebo nových sekvencí zaměřených na konkrétní místo v genomu bez použití volitelného markeru (Squires et al. 2020). Úprava genů zvířat se rychle vyvíjí a konkrétní žádosti jsou již předkládány ke schválení regulačními orgány, přičemž je velmi málo informací i veřejném přijetí nebo pochopení. Význam informování veřejnosti o využití nových biotechnologií při výrobě potravin je široce uznáván. Například, když byly na trh uvedeny transgenní produkty, bylo to provedeno za předpokladu, že veřejnost této technologii rozumí, a proto ji přijme. Průzkumy však ukázaly, že velká většina veřejnosti je odmítá. Vyhlídka na zavedení genově upravených zvířat do systémů živočišné produkce v blízké budoucnosti podnítila diskusi o technických a etických aspektech technologie (Yunes et al. 2019).

V nedávné době se začala testovat aplikace úpravy genomu u hospodářských zvířat a konkrétně u prasat. Nejúčinnějším nástrojem pro úpravu genomu je systém CRISPR/Cas9, který vznikl jako obranný mechanismus bakterií proti cizí virové DNA. Nukleáza Cas9 zavádí dvouřetězcové zlomy do specifických míst na DNA a je vedena k tomuto cílovému místu dvěma nekódujícími RNA. Dvojité přerušení vlákna je poté opraveno dvěma různými způsoby. Metoda nehomologního spojování konců náchylná k chybám zavádí vložení a delecii během opravy, aby se vyřadila funkce genu. Alternativně zavedení šablony DNA k vedení homologní přímé opravy umožňuje změny jedné nebo více párů bází (Squires et al. 2020).

V současné době se vyvíjejí dva postupy k úpravě genů pro kontrolu kančího pachu. Jsou založeny na opožděné pohlavní dospělosti vyřazením genu *KISS1R*, který se podílí na nástupu pohlavní dospělosti, nebo inaktivací genu *SRY* podílejícího se na vývoji varlat. Tyto strategie zabrání tvorbě kančího pachu ze steroidů androstenonu, ale také sníží produkci androgenů a estrogenů, které jsou odpovědné za vynikající růstovou schopnost kanců. To také pravděpodobně povede k potížím v reprodukci upravovaných zvířat. Společenské přijetí použití technologie úpravy genů bylo studováno v jižní Brazílii. Jen více než polovina respondentů považovala genomovou modifikaci prasat za přijatelnou na základě zlepšení životních podmínek zvířat. Nepředvídatelné důsledky genetické modifikace byly hlavním problémem pro 80 % účastníků. EU dosud považuje organismy vytvořené pomocí technik úpravy genů jako geneticky modifikované organismy, takže použití technologie úpravy genů v EU je omezené (Squires et al. 2020). Většina spotřebitelů vnímala malé nebo čtené přínosy z použití úpravy genů prasat k prevenci kančího pachu, 22 % bylo nerozhodných a 13 % vnímalo malé nebo žádné přínosy. Přijatelnost úpravy genu pro prevenci kančího pachu u kanečků pozitivně souvisela s vnímáním přínosů plynoucích z této technologie. 39 % spotřebitelů vnímalo velké nebo určité riziko vyplývající z implementace této technologie, 35 % vnímalo malé nebo žádné riziko a 26 % bylo nerozhodných. Přijatelnost úpravy genu pro prevenci kančího pachu u

kanečků negativně souvisela s vnímáním rizik. Nepředvídatelné následné důsledky používání genetické modifikace tímto způsobem byly hlavním problémem, který vyjádřilo více než 80 % účastníků (Yunes et al. 2019).

3.6.2 Plemeno

Aby bylo možné posoudit šance na snížení a případné odstranění kančího pachu genetickou selekcí, potřebujeme znát příslušné populační parametry. Nejvyšší hladina androstenonu v μg na g tuku byla zjištěna u plemen Duroc (D) ($3,27 \mu\text{g/g}$), Pietrain (Pn) ($1,75 \mu\text{g/g}$) a Yorkshire (Y) ($1,26 \mu\text{g/g}$), naopak nejnižší hladina androstenonu byla zjištěna u plemen Landrace (LR) ($0,42 \mu\text{g/g}$), Large White (LW) ($0,6 \mu\text{g/g}$) a Belgická Landrace ($0,61 \mu\text{g/g}$). To může být předmětem zvláštního zájmu pro šlechtitelské programy, které se zaměřují na rychlou odezvu. Tyto odhady by však neměly být brány v nominální hodnotě, aniž by byly brány v úvahu všechny základní faktory: věk a živá hmotnost v době testování, použité laboratorní techniky a velikost vzorku (Frieden et al. 2011).

3.6.3 Pohlaví

Nedávná studie hodnotila prevalenci kančího pachu ve hřbetním tuku a libovém mase vepřίκů, prasniček, prasnic a kanců odebraných na jatkách. Byly měřeny koncentrace 5α -androstenonu (kapalinová chromatografie/hmotnostní spektroskopie) a skatolu (kapalinová chromatografie s fluorescenční detekcí) ve hřbetním tuku. Vyškolená porota hodnotila aroma kančího pachu v zahřátých vzorcích. Průměrné hladiny 5α -androstenonu a skatolu byly nízké u vepřίκů, prasniček a prasnic, zatímco 55,8 % kanců dosáhlo skóre nad prahovou hodnotou $1 \mu\text{g/g}$ pro koncentrace 5α -androstenonu a 34,2 % bylo nad prahovou hodnotou $0,2 \mu\text{g/g}$ pro koncentrace skatolu. Průměrné skóre aroma pro hřbetní tuk a libové maso u vepřίκů, prasniček a prasnic bylo nízké. Pro srovnání 59,2 % kanců mělo zvýšené průměrné aroma ze vzorků tuku a 31,7 % ze vzorků libového masa (Prusa et al. 2011).

Manipulace s poměrem pohlaví k produkci více prasniček, než kanečků by snížila využívání bolestivé kastrace. Ačkoli hypotetický poměr spermií nesoucích chromozom X a chromozom Y je po spermatogenezi 1:1, skutečný poměr pohlaví při narození není často stejný. Se změnou poměru pohlaví souvisí několik faktorů, včetně porodní hmotnosti, výživy, doby narození, nemoci a stresu, různých hladin hormonů a doby inseminace ve vztahu k ovulaci, a proto je obtížné určit skutečný poměr pohlaví při narození (Park et al. 2021).

Během posledního desetiletí bylo vyvinuto úsilí o vývoj technik pro předběžný výběr pohlaví potomků. Takový předběžný výběr může být žádoucí z různých důvodů. Produkce samic hybridních prasat v rozmnožovacích stádech nebo produkce samců prasat z chovatelských důvodů. Jedná se o specializované oblasti, a aplikace nových technik, proto může probíhat s menším zaměřením na účinnost a hospodárnost. Předběžný výběr pohlaví pro použití v běžné rutinní produkci selat z důvodu zákazu kastrace vyžaduje jiný pohled na aplikaci takové techniky. Musí to být nákladově efektivní a snadno implementovatelné při běžné produkci spermatu. Kromě toho musí být možné použít tříděné sperma, aniž by se musela používat důmyslná inseminační technika (Hofmo 2006).

3.6.4 Věk (dosažení pohlavní dospělosti) a hmotnost

Vzhledem k tomu, že výskyt kančího pachu souvisí s pohlavním vývojem, má tendenci se zvyšovat s věkem a hmotností zvířat při porážce, ale vztah je volný a složitý, protože na kontrole kančího pachu se podílí mnohem více faktorů (Bonneau & Weiler 2019). Hladiny androstenonu i skatolu se mění s věkem. Při posuzování kančího pachu je proto nutné vzít v úvahu pohlavní dospělost, aby kanci byli dost staří na to, aby měli zralá a funkční varlata a mohli vyjádřit svůj genetický potenciál pro kančí pach. Byly popsány tři možné fenotypy kančího pachu pro androstenon. Kanci mohou časně dospět a mít vysoký potenciál pro produkci androstenonu, mohou pozdě dospět a mít vysoký potenciál pro produkci androstenonu nebo mají nízký potenciál pro produkci androstenonu, i když jsou pohlavně dospělí. Aby bylo možné rozlišovat mezi těmito dvěma posledně uvedenými skupinami, je nutné posoudit stupeň pohlavní dospělosti. Toho lze dosáhnout měřením plazmatických hladin pohlavních steroidů, jako jsou estrogeny, nebo poměru hmotností varlat a tělesnou hmotností (Squires et al. 2020).

Pohlavní dospělost je předzvěstí zvýšení sekrece luteinizačního hormonu (LH) a folikuly stimulujícího hormonu (FSH) přední hypofýzou. Sekrece LH je regulována hlavně hormonem uvolňujícím gonadotropin (GnRH), který je produkován hypotalamem. Sekrece LH je také řízena některými dalšími hormony, jako je dopamin a prolaktin, a především negativní zpětnou vazbou od pohlavních steroidů. Vazba LH na receptory na povrchu Leydigových buněk má za následek indukci steroidogenních enzymů a zvýšené hladiny testikulárních steroidů včetně androstenonu. Vypělí kanci také vykazují zvýšení průměrné velikosti Leydigových buněk, a tedy zvýšení steroidogenní kapacity na Leydigovu buňku. Biosyntéza androstenonu je u mladých prasat nízká a postupně se zvyšuje současně s jinými testikulárními steroidy po zahájení pohlavní dospělosti. Podobně jako u jiných testikulárních steroidů dochází k přechodnému zvýšení hladiny androstenonu také ve věku přibližně 2-4 týdnů kvůli aktivitě Leydigových buněk. Analogické variace androstenonu a testikulárních hormonů související s věkem jsou způsobeny stejným regulačním systémem kontrolujícím biosyntézu všech testikulárních steroidů. Pohlavní dospělost je proto ústředním aspektem regulujícím hladiny androstenonu u kanců udržováním morfologie dospělých Leydigových buněk a stimulací neuroendokrinního systému, což vede ke zvýšené biosyntéze testikulárních steroidů. U pohlavně dospělých kanců závisí hladina androstenonu na schopnosti jednotlivce produkovat tento steroid (Zamaratskaia 2004).

Porážka kanečků v mladším věku (max. 180 dní) a s nižší hmotností může minimalizovat riziko kančího pachu (Dostálová & Koucký 2008). Vliv porážkové hmotnosti na výskyt kančího pachu byl intenzivně studován. Čas pohlavní dospělosti se liší mezi plemeny, a i mezi jednotlivci stejného plemene, což vede k nekonzistentním závěrům mezi studii (Zamaratskaia & Squires 2008). Podle odborníků byl pach androstenonu v tuku u kanců poražených při 90 kg ve srovnání s 50 kg významně vyšší. U masa zjistili odborníci více pachu způsobeného androstenonem u kanců skupiny s hmotností 110 kg ve srovnání s 50 kg. Porota odborníků neodhalila významné rozdíly v plemeni pro kančí pach. Spotřebitelé vůbec nezjistili rozdíly v zápachu nebo vůni mezi plemeny nebo hmotností, ale maso z kanců plemene belgická landrace bylo považováno za méně jemné než u kanců plemene large white (Aluwé et al. 2011). Bylo prokázáno, že hladiny androstenonu se nelišily mezi prasaty poraženými při živé hmotnosti 90 a 115 kg, zatímco hladiny androstenonu v tuku byly vyšší u těžších prasat. U

hybridní kombinace Noroc (50% Landrace, 25% Yorkshire, 25% Duroc) snížení porážkové hmotnosti na 75 kg vůbec nezaručuje produkci vepřového masa bez pachu. Další snižování porážkové hmotnosti není z ekonomického hlediska atraktivní alternativou (Zamaratskaia & Squires 2008). Věk slabě pozitivně koreluje s indolem (0,13) a slabě negativně koreluje se skatolem (-0,18). Hmotnost pouze pozitivně koreluje s androstenonem (0,27). Porota odborníků našla nejsilnější korelace pro plemeno large white. Nejvyšší korelace mezi skatolem a androstenonem byla zjištěna při porážkové hmotnosti 110 kg a lze ji vysvětlit vysokou korelací zjištěnou u plemene large white (Aluwé et al. 2011).

3.6.5 Krmná dávka

Hladiny androstenonu v tuku se zvýšily u kanců krmených *ad libitum* ve srovnání s těmi, kteří byli krmeni restriktivně, pravděpodobně proto, že vysokoenergetická výživa mohla urychlit pohlavní dospělost. Krmení *ad libitum* však nezrychlilo pohlavní vývoj kanců, jak bylo odhadnuto morfologií spermií a velikostí reprodukčních orgánů, nebyl zjištěn žádný účinek hustoty živin na hladiny androstenonu. Krmení diety bohaté na vlákninu nemělo vliv na hladinu androstenonu u kanců (Zamaratskaia 2004). V pilotní studii aktivní uhlí zařazené do krmné dávky účinně snížilo koncentrace androstenonu v tuku pod prahové hodnoty pro kančí pach. Jedná se o slibný přístup, ale k určení mechanismu a posouzení účinnosti této technologie za podmínek komerční výroby jsou zapotřebí další podrobné studie (Squires et al. 2020).

Systém krmení hraje zásadní roli v regulaci hladin skatolu (Zamaratskaia 2004). Několik studií poskytlo důkaz, že množství a typ bílkovin a uhlohydrátů přítomných v krmivu má podstatný vliv na metabolismus dusíku, čímž ovlivňuje tvorbu skatolu. V souladu s tím bylo ukázáno, že diety obsahující zdroj bílkovin s nízkou stravitelností stimulují produkci skatolu, zatímco diety s vysokým obsahem fermentovaných sacharidů, které unikají trávení v tenkém střevě, snižují produkci skatolu (Jensen 2006). Existuje mnoho pokusů manipulovat s hladinami skatolu pomocí doplňkových látek. Zahrnutí vysokého množství málo stravitelného proteinu do krmné dávky zvyšuje hladinu skatolu, a použití kaseinu jako zdroje bílkovin v dietě snižuje hladinu skatolu. Bylo zjištěno, že přidání dietních sacharidů, jako je dužina z cukrové řepy nebo syrový bramborový škrob, snižuje hladinu skatolu. Používání antibiotik podporujících růst rovněž předchází riziku zvýšených hladin skatolu, ale tento přístup nemá praktické využití, protože používání antibiotik jako stimulantů růstu je v Evropské unii omezené (Zamaratskaia 2004).

Skatol lze účinně kontrolovat pomocí krmných opatření, jako je přidání nestravitelných/fermentovatelných krmiv do krmné dávky na několik dní/týdnů před porážkou. Nízkotučné diety jsou méně účinné při redukci skatolu, ale připadají v úvahu, protože jsou mnohem levnější (Bonneau & Weiler 2019). Přesný mechanismus toho, jak diety bohaté na vlákninu ovlivňují ukládání skatolu do hřbetního tuku, není znám, ale bylo předloženo několik protichůdných hypotéz. Za prvé, v přítomnosti extra dietní vlákniny se do tlustého střeva dostane více nestrávených bílkovin s následnou větší degradací tryptofanu na skatol. Za druhé, více fermentovatelných sacharidů v tlustém střevě zvýší mikrobiální aktivitu v gastrointestinálním traktu, což má za následek více tryptofanu začleněného jako bakteriální protein, další zvýšené množství sacharidů sníží aktivitu proteolytických bakterií, což má za následek méně tryptofanu dostupného pro produkci skatolu. Za třetí, extra dietní vláknina má

za následek objemnější materiál v tlustém střevě a zvýšenou schopnost vázat vodu, což vede ke zředění skatolu, což má za následek menší kontakt skatolu se střevní stěnou a následně sníženou absorpci skatolu (Jensen 2006). Pokud jde o vlákninu v krmné dávce, není jasný přesný mechanismus toho, jak krmné dávky bohaté na vlákninu ovlivňují ukládání skatolu ve hřbetním tuku. Úroveň produkce skatolu závisí na dostatečné dostupnosti sacharidů (pro fermentaci), které zásobují střevní bakterie energií a snižují produkci skatolu (Škrlep et al. 2015). Dietní vláknina dále zkracuje dobu průchodu střevem a jako taková může snížit absorpci skatolu ze střeva. V poslední době se předpokládá, že uhlohydráty s vysokou stravitelností zvýší tvorbu buněčného odpadu v tenkém střevě, což povede k tomu, že se do tlustého střeva dostane více tryptofanu a jako taková vyšší tvorba skatolu. Na druhé straně uhlohydráty s nízkou stravitelností snižují produkci skatolu v důsledku zvýšené produkce butyrátu, která inhibuje apoptózu, a jako takové méně tryptofanu dostupného pro produkci skatolu (Jensen 2006).

Vzhledem k tomu, že skatol je produktem mikrobiální degradace, je zdokumentováno několik strategií pro ovlivnění mikrobiálního ekosystému ve střevě prasat za účelem snížení mikrobů tvořících skatol. Tyto strategie zahrnují antimikrobiální sloučeniny nebo přísady do krmiva, které vedou ke změnám střevního pH. Již dříve bylo prokázáno, že bakterie produkující skatol preferují kyselé podmínky (pH 5), zatímco bakterie tvořící indol převažují, pokud se pH zvýší na 8. Určitou variabilitu v tvorbě skatolu mohou navíc vysvětlit účinky chování při příjmu krmiva (rychlost příjmu krmiva, době příjmu krmiva). Techniky krmení, jako je tekuté krmení vs. suché krmení, měly pouze malý vliv na tvorbu skatolu (Wesoly & Weiler 2012).

3.6.6 Prostředí

Při regulaci hladin androstenonu mají faktory prostředí pravděpodobně jen malý význam, pokud nemají vliv na pohlavní dospělost. Bylo prokázáno, že sezónní změny ovlivňují hladiny androstenonu. Konkrétně se hladiny androstenonu snižují, když se zvyšuje délka dne. Úroveň androstenonu mohou být ovlivněny pořadím, které jsou vyšší u vysoce postavených kanců. Délka dne a pořadí ve skupině však pravděpodobně nemají přímý vliv na hladiny androstenonu, ale souvisí s pohlavní dospělostí, která ovlivňuje hladiny androstenonu (Zamaratskaia 2004).

Na rozdíl od androstenonu závisí hladina skatolu více na faktorech prostředí. Byl prokázán účinek délky dne na hladiny skatolu. Úroveň skatolu jsou velmi ovlivněny podmínkami chovu, jsou vyšší při vysoké hustotě osazení a v znečištěném prostředí (Zamaratskaia 2004). Hladina skatolu závisí na podmínkách prostředí a bylo prokázáno, že prasata chovaná v čistém prostředí mají nižší úroveň skatolu než prasata chovaná ve špinavém prostředí (Jensen 2006). Teplota může také ovlivnit kolísání skatolu (Zamaratskaia 2004). Bylo zjištěno, že vysoké teploty v kotci přispívají ke snížení koncentrace skatolu. Bylo prokázáno, že skatol může být znovu absorbován přes kůži prasete a že přibližně 40 % skatolu je absorbováno přes oblast břicha prasat. Tento problém se většinou vyskytuje v teplých letních obdobích, kdy může být teplota trusu a moči na podlaze kotce vyšší než okolní teplota, zvláště když prasata leží v exkrementech. Jiné studie ukazují, že prasata na silně znečištěných betonových podlahách směsí výkalů a moči mají ve srovnání s prasaty chovanými na čistém betonu nebo čistých roštových podlahách zvýšené hladiny skatolu v tukových tkáních (Bilic-Šobot et al. 2014).

3.6.7 Management chovu

Hladiny androstenonu (stejně jako testosteronu) jsou vyšší u dominantnějších a vysoce postavených samečů ve skupině. Uvádí se, že manipulace a přeprava před porážkou zvyšuje hladinu androstenonu, skatolu a indolu v tuku (Squires et al. 2020). Míchání prasat, která se navzájem neznají vždy povede k agresi/boji, dokud nebude stanovena nová hierarchie. Míchání nekastrovaných kanců bude tedy nejen stresující a škodlivé, ale zvýší se riziko vyšších hladin androstenonu. Systémy ustájení „od narození do porážky“, kde jsou vrhy prasat drženy pohromadě od narození do porážky, včetně přepravy a ustájení před porážkou, nejen minimalizují poškození kůže (boj), ale také snižují hladinu androstenonu u nekastrovaných kanečků. Je pravděpodobné, že míchání cizích jedinců a vytváření nových hierarchií vyvolá aktivitu varlat a urychlí zahájení pohlavní dospělosti, zatímco zahájení pohlavní dospělosti může být inhibováno ve stabilních sourozeneckých skupinách (Giersing et al. 2006).

Byl zkoumán dopad manipulace s prasaty před a během přepravy na jatka na welfare, stres a kvalitu masa, avšak vliv na výsledky kančího pachu nebyl rozsáhle studován. Bylo zjištěno, že doba přepravy pozitivně koreluje s koncentracemi androstenonu, což naznačuje, že delší transport z farmy na jatka může zvýšit hladinu androstenonu. Koncentrace testosteronu se zvyšují se sexuálními podněty nebo stimulací hCG a změny plazmatického androstenonu se mohou také objevit v reakci na stresory, jako je transport a boj. Zkrácení doby přepravy a ustájení proto může být metodou ke snížení koncentrací androstenonu (Squires et al. 2020).

3.7 Eliminace kančího pachu

Nekastrovaní kanci se k výkrmu v České republice používají jen zřídka, protože spotřebitelé by měli námítky proti kančímu pachu, který se rozvíjí s pohlavní dospělostí a vepřové maso je nepoživatelné. K odstranění tohoto problému jsou obvykle kanci kastrováni v mladém věku, což je praxe, která je bolestivá a byla opakovaně kritizována jako neodpovídající welfare zvířat. Pokud jsou však nekastrovaní kanci vykrmováni, musí být zabráněno negativní reakci spotřebitele na kančí pach vepřového masa rutinním testováním jatečně upravených těl s dostatečnou rychlostí a přesností a snížením výskytu kančího pachu v porážkovém věku. K tomu lze přistupovat různými způsoby: genetickou selekcí, výživou anebo managementem (Bonneau & Weiler 2019).

Řešení problému s kančím pachem vyžaduje integrovaný přístup v celém dodavatelském řetězci. Management, genetické a nutriční faktory lze použít ke snížení výskytu zvířat vykazujících kančí pach. K detekci těl s výskytem kančího pachu na porážkové lince lze použít metody třídění a lze implementovat různé způsoby zpracování, které zabraňují vnímání kančího pachu ve zpracovaných produktech (Bonneau & Weiler 2019).

Úrovně skatolu budou pravděpodobněji ovlivněny negenetickými faktory než hladiny androstenonu. Výživa, management, hygiena a místo odběru vzorků (sádlo vs. slanina) mohou ovlivnit měřenou hladinu skatolu a omezit přesnost genetického hodnocení (Frieden et al. 2011).

Spotřebitelé jsou posledním krokem v řetězci produkce prasat. Jejich názor je důležitý při studiu marketingového potenciálu pro uvedení nového produktu na trh, jako je kontrola kvality stávajících produktů nebo pro stanovení specifických faktorů důležitých pro spotřebitele. Pokud

jde o kančí pach, jsou nezbytné spotřebitelské studie k určení názorů spotřebitelů jak na senzorickou přijatelnost vepřového masa, tak na postoje spotřebitelů k systémům produkce prasat a jejich důsledkům. Kromě toho by budoucí změny ve výrobě prasat a uvedení masa z kanečků na trh mohly ovlivnit přijatelnost vepřového masa nebo vepřových výrobků pro spotřebitele (Font-i-Furnols 2012).

3.7.1 Chirurgická kastrace

Po velmi dlouhou dobu farmáři kastrovali kanečky chirurgicky bez jakékoli úlevy od bolesti. Tato praxe je stále běžná ve většině zemí, ale stále častěji čelí silné kritice kvůli bolesti spojené se zákrokem. Utrpení zvířete během chirurgického procesu a následujících dnů bylo dobře zdokumentováno během posledních 15 let. Již v roce 2010 se evropské zúčastněné strany (Dánsko, Nizozemsko, Německo) zavázaly ukončit tuto praxi a do roku 2018 vyvinout systémy produkce vepřového masa, které jsou nezávislé na chirurgické kastraci. Přestože k dosažení tohoto cíle bylo vynaloženo mnoho času a úsilí a jsou dostupné alternativy, 75 % samčích selat je v EU stále kastrováno chirurgicky (Weiler & Bonneau 2019).

Chirurgická kastrace v souladu s legislativou je prováděna u selat do věku sedmi dnů. Sele je fixováno pomocníkem a je veden jeden příčný horizontální, nebo častěji dva souběžné segitální řezy skalpelem, vlastní kastrace je provedena s nepokrytým provazcem semenným. Varlata jsou vyjmuta z kastrovní rány a z obalů, a i s nadvarlaty jsou v distální části semenného provazce oddělena za pomoci emaskulátoru. Po zákroku je provedeno místní antiseptické ošetření. Nástroje jsou v průběhu kastrovní procedury uloženy v dezinfekčním roztoku (Bernardy 2010).

Současný způsob kastrace, i když je proveden v prvním týdnu života kanečků, je podle řady odborníků nejen stresujícím jevem, ale i možným infekčním rizikem (Dostálová & Koucký 2008). Bolest při kastraci se projevuje vysokofrekvenční vokalizací, zvýšenou srdeční frekvencí, hladinou adrenalinu, noradrenalinu, kortizolu a expresí proteinu c-fos v neuronech míchy. Zvířata vykazují více chování souvisejícího s bolestí. Existují určité důkazy o zhoršení zdraví u kastrátů ve srovnání s kancí, což vede k vyšší úmrtnosti u chirurgicky kastrovaných selat než u nekastrovaných samců. Intenzivní, ale krátké trvání bolesti související s chirurgickým zákrokem u selat je jasným negativním aspektem chirurgické kastrace. Kastrace má však také pozitivní aspekty týkající se welfare. Ve skutečnosti se zabraňuje narůstajícímu agresivnímu chování pozorovaného u neklidných kanců, což má za následek dlouhotrvající zhoršení welfare zvířat, která jsou obtěžována dominantními jedinci. Rovněž se předchází poranění pyje, které je u kanců zcela běžné (Bonneau & Weiler 2019). V řadě zemí EU, ztrácí kastrace z důvodů eliminace nežádoucího kančího pachu svoji opodstatněnost vzhledem k nízké porážkové hmotnosti prasat (80-90 kg), kdy je výskyt kančího pachu podlimitní. V některých zemích, kde je uplatňována tato nízká porážková hmotnost, se kanečci nekastrují (Velká Británie, Irsko, Portugalsko, Dánsko, Španělsko), nebo se kastruje jen malé procento vykrmovaných zvířat. S ohledem na zlepšení welfare v chovech prasat zvažují orgány EU plošný zákaz kastrace bez předchozího znecitlivění pro všechny členské země. Proto se intenzivně hledají nové alternativy k eliminaci výskytu kančího pachu, které by se daly úspěšně uplatnit v praxi. Mezi diskutované alternativy společně s imunokastrací, sexací spermií a selekcí patří také výkrm kanečků do nižších hmotnostních kategorií, který je ve srovnání

s předchozími variantami nejméně finančně i organizačně náročný (Dostálová & Koucký 2008).

Celková anestezie pro kastraci selat se provádí inhalací nebo intramuskulárně. Pro anestezii CO₂/O₂ selata vdechují směs 70% CO₂ a 30% O₂ po dobu nejméně 30 s a kastrace se provede během jedné minuty. Anestézie CO₂/O₂ je levná, ale necitlivá vůči selatům, která pocítují určitou bolest a nepohodlí. Její účinnost při snižování bolesti bezprostředně po operaci je také zpochybňována. Navíc je omezené bezpečnostní rozpětí mezi dávkou nezbytnou k vyvolání bezvědomí a smrtící dávkou. K isofluranové anestezii je potřeba drahé vybavení, aby selatům poskytla směs isofluranu a vzduchu po dobu alespoň 90 s. Isofluran je silný skleníkový plyn, a proto může ovlivňovat životní prostředí. Může postihnout i pracovníky, kteří někdy při provádění anestezie hlásí bolesti hlavy a závratě. Celkové anestezie lze také dosáhnout intramuskulární injekcí směsi ketaminu a azaperonu. Použití ketaminu je přísně omezeno kvůli jeho halucinogenním vlastnostem. Navíc, má zvíře zvýšené riziko zalehnutí prasnicí a podchlazení, protože doba zotavení z ketaminové anestézie je dlouhá. Aby se zabránilo úmrtnosti, je proto nutné důkladné sledování (Bonneau & Weiler 2019).

Lokální anestetika blokují vyvolání a šíření akčních potenciálů v nervových buňkách tím, že zabraňují zvýšení vodivosti Na⁺. Chemicky se molekuly pro lokální anestezii skládají z aromatické části spojené amidovou nebo esterovou vazbou s bazickým postranním řetězcem (Ranheim & Haga 2006). Lokální anestezie spočívá v injekci lokálního anestetika do chámovodu nebo varlat. Nejčastěji používaným léčivem je lidokain. Přidání adrenalinu snižuje krvácení a prodlužuje dobu anestezie. Byl také použit prokain, ale má pomalejší nástup a kratší trvání. Lokální anestezie se zdá být v některých studiích účinná, pokud je pečlivě provedena, aby se předešlo bolesti během injekce, a načasování mezi injekcí a chirurgickým zákrokem je správné (Bonneau & Weiler 2019). Injekce lokální anestezie do varlete před kastrací u selat snižuje fyziologické a behaviorální reakce spojené s chirurgickým podnětem. Ačkoli tyto reakce nejsou zcela odstraněny, dá se předpokládat, že lokální anestezie zlepšuje welfare pro selata podstupující kastraci (Ranheim & Haga 2006).

3.7.2 Úprava chovatelských podmínek

Prostředí jako vnější faktor spolupůsobící na výskyt kančího pachu je pro chovatele poměrně snadno ovlivnitelný (Dostálová & Koucký 2008). Chování prasat v kotcích znečištěných výkaly a močí ve vysokých koncentracích významně zvyšuje hladinu indolu a skatolu ve hřbetním sádle ve srovnání s čistými prasaty, zejména při vyšších letních teplotách. Kratší denní světlo urychluje nástup pohlavní dospělosti. Kanci odchovávaní na podzim/zimu mají vyšší plazmatické hladiny testosteronu a estradiolu, tukového skatolu a hmotnost varlat. Nebyl však prokázán sezónní účinek na androstenon v tuku (Squires et al. 2020).

Indol je produkován bakteriemi v tlustém střevě rozkladem aminokyseliny L-tryptofanu. Mnoho bakterií je schopno metabolizovat L-tryptofan na indol a indolctovou kyselinu, zatímco pouze několik specializovaných střevních bakterií může katalyzovat přeměnu od indolctové kyseliny ke skatolu. Bylo prokázáno, že pH je důležité pro tvorbu indolu a skatolu. Bakterie produkující skatol preferují kyselé podmínky při pH pod 5, zatímco bakterie tvořící indol převládají při pH 8. Environmentální/hygienické faktory v kotcích jsou velmi důležité pro kontrolu hladiny skatolu. Skatol lze mezi prasaty v kotci přenášet trusem. Špinavý penis může

být také indikátorem akumulace indolu v tukových tkáních. Další indolové sloučeniny, jako je indol-3-methanol, kyselina indol-3-propionová, indol-3-acetonitril a indol-3-ethanol, byly také nalezeny v tukových tkáních kanců a mohou způsobovat kančí pach. Dalšími potenciálními látkami kančího pachu jsou 4-methylfenol a 4-fenyl-3-buten-2-on, které se rovněž nacházejí v tukových tkáních kanců. Existuje také několik androstenonových steroidů nalezených v tuku prasat, které ovlivňují kančí pach prahem smyslového vnímání: 5 α -androst-16-en-3 α -ol, 5 α -androst-16-en-3 β -ol, 5 α -androst-16-en-3-one, 5,16-androstadien-3 β -ol a 4,16-androstadien-3-on. Aldehydy a mastné kyseliny s krátkým řetězcem mohou také přispět k rozvoji kančího pachu (Bilić-Šobot et al. 2014).

S úrovní kančího pachu bylo spojeno několik dalších strategií řízení, ačkoli biologické mechanismy jsou stále nejasné a výsledky nejsou konzistentní. Tyto strategie zahrnují přítomnost/nepřítomnost prasniček ve stáji při výkrmu kvůli jejímu účinku na pubertu, kde se předpokládá, že absence prasniček snižuje sloučeniny kančího pachu. Jako ovlivňující faktor byl označen management před porážkou, jako je doba přepravy a doba před vykládkou (po příjezdu a předchozím nakládáním) na jatkách, kde delší doba zvyšuje koncentraci sloučenin kančího pachu. Při porážce byly zvýšené kožní léze spojeny s vyššími úrovněmi kančího pachu. Bylo navrženo, že stresující podmínky během přepravy mohou zvýšit kančí pach (Heyrman et al. 2018).

3.7.3 Genetická selekce

Dalším způsobem, jak snížit kančí pach, je identifikace kandidátních genů a SNP, které ovlivňují hladinu androstenonu a skatolu v tukové tkáni prasat. Bylo identifikováno několik genů a jejich SNP, které významně ovlivňují hladiny androstenonu *CYP17A*, *CYB5A*, *CYP21*, *SULT2A1*, *SULT2B1*, *HSD3B1* a skatolu *CYP2E1*, *CYP2A6*, *SULT1A1*. Kromě toho existují další kandidátní geny (*LH*, *TEAD3*), jejichž spojení se složkami kančího pachu nebylo dosud jednoznačně potvrzeno (Zadinová et al. 2016).

Hladiny skatolu mohou ovlivnit četné environmentální faktory, zatímco pro androstenon jsou zvláště důležité genetické faktory. Genetická selekce je tak cennou možností, jak snížit riziko kančího pachu. Vysoké genetické korelace mezi androstenonem v tuku a plazmatickým estradiolem již byly odhadnuty. Protože se plazmatický estradiol u živých zvířat měří snadněji, levněji a rychleji než androstenon v tuku, byl by účinným kritériem pro selekci proti kančímu pachu. Tato selekce by také mohla mít pozitivní dopad na chování samců prasat a omezení sexuálního chování a agresivity. Předchozí studie odhadovaly nízké genetické korelace mezi hladinou androstenonu nebo skatolu v tuku a rychlostí růstu nebo složením jatečně upravených těl. Byly odhadnuty nízké genetické korelace mezi androstenonem v tuku a denním přírůstkem a mezi skatolem v tuku a denním přírůstkem. Genetické korelace mezi androstenonem v tuku a plazmatickým estradiolem byly velmi vysoké. Genetické korelace mezi androstenonem v tuku a plazmatickým testosteronem se pohybovaly od nízké po vysokou. Vezmeme-li v úvahu vysoké genetické korelace mezi androstenonem v tuku a plazmatickým estradiolem, lze oba znaky použít k selekci proti kančímu pachu (Dugué et al. 2020).

Předchozí pokusy o selekci proti androstenonu vedly k jeho snížené produkci a pomalejšímu pohlavnímu dospívání v důsledku nižší produkce androgenů a estrogenů. Například byla pozorována opožděná pohlavní dospělost u prasniček s nízkou hladinou

androstenu'. Použití selekčního indexu sdružujícího androstenon a tloušťku bulbo-uretrální žlázy vedlo ke zvýšení velikosti bulbo-uretrální žlázy a žádné redukci androstenu v důsledku nepřesností v odhadovaných genetických parametrech pro tyto vlastnosti. Je proto žádoucí identifikovat zvířata, která mají sníženou genetickou schopnost akumulovat androstenon v tuku při zachování normálních hladin testikulárních steroidů, které jsou charakteristické pro kance. Vývoj genetických markerů k identifikaci těchto prasat by umožnil selekci prasat, která jsou bez pachu androstenu, ale jinak rostou jako normální kanci (Zamaratskaia & Squires 2008).

U růstových znaků je dědivost odhadovaná v našich populacích s nízkými až středními hodnotami pro průměrný denní přírůstek, poměr konverze krmiva a průměrný denní příjem krmiva. Dědivost složení jatečně upravených těl, měřená buď řezem jatečně upraveným tělem nebo CT, byla vysoká, mezi 0,71 a 0,8 pro zmasilost, ve srovnání s hodnotami uváděnými v literatuře, kolem 0,5. Vzhledem k četným metodám používaným k odhadu zmasilosti uváděné v různých studiích se očekává, že rozsah hodnot dědivosti pro tento znak bude široký. Vysoké hodnoty zjištěné u současných populací lze částečně vysvětlit metodikou založenou buď na standardizovaných řezech jatečně upravených těl, nebo na tomografii. Rozsah hodnot dědivosti lze také přičíst segregaci alely *n* genu *RYRI* přítomné v populaci prasat francouzského pietraina, která významně ovlivňuje obsah libového masa (Dugué et al. 2020).

Genetické korelace androstenu s produkčními znaky, jako je rychlost růstu, konverze krmiva nebo kvalita jatečně upraveného těla, jsou většinou příznivé a selekce aplikovaná v otcovských liniích má tendenci snižovat kančí pach. U mateřských linií se genetické vztahy kančího pachu s reprodukčními rysy mezi plemeny liší, takže chov ke snížení kančího pachu je třeba pečlivě sledovat, aby nepříznivě neovlivnil reprodukci (Squires et al. 2020).

Selekce ke snížení androstenu v tuku u čistokrevných prasat by měla příznivé účinky na poměr svaloviny/délku kostí, konverzi krmiva, pH a nepříznivé účinky na koncentraci testosteronu u čistokrevných prasat. Selekce proti androstenu ve hřbetním tuku u křížených prasat by mělo příznivé účinky na počet kožních lézí krátce po smíchání prasat, na konverzi krmiva, jatečnou výtěžnost, průměrný denní příjem krmiva a procento svaloviny. Selekce by měla nepříznivé účinky na plazmatický testosteron. Selekce proti estradiolu u křížených prasat by měla příznivé účinky na pokles androstenu v tuku, na konverzi krmiva, procento libové svaloviny měřené počítačovou tomografií, jatečnou výtěžnost a počet kožních lézí krátce po smíchání prasat a nepříznivý vliv na koncentraci testosteronu (Dugué et al. 2020).

Navzdory silné korelaci mezi množstvím hřbetního tuku a libového masa byly u libového masa ve srovnání s hřbetním tukem zjištěny významně nižší hladiny kančího pachu u všech studovaných masných výrobků. U slaniny byly pozorovány významně vyšší hladiny indolu, skatolu a androstenu ve srovnání s krkovicí, kotletou a panenkou. Koncentrace skatolu byly vyšší v krkovicí ve srovnání s kotletou a panenkou, s významně nižšími hladinami androstenu pozorovanými u panenky. Je pozoruhodné, že srovnání mezi masnými produkty pro tučnou část čerstvých masných výrobků odhalilo významně nižší hladiny skatolu a androstenu u slaniny ve srovnání s krkovicí nebo kotletou. Tyto výsledky jsou přinejmenším neočekávané, ale lze je přičíst zhoršenému rozpouštění tukové části slaniny, u které bylo zjištěno, že má odlišnou konzistenci ve srovnání s tukovou frakcí jiných druhů čerstvého masa. Hladiny skatolu a androstenu v libové masové části šunky se významně nelišily mezi sušenou šunkou a vařenou šunkou, ale indol byl nižší ve vařené šunce. Indolové sloučeniny byly

významně více přítomny v tuku sušené šunky ve srovnání s vařenou šunkou (Wauters et al. 2016).

3.7.4 Imunokastrace

Kančí pach lze spolehlivě kontrolovat imunokastrací pomocí komerčně dostupné vakcíny, která stimuluje produkci protilátek proti hormonu uvolňujícímu gonadotropin (GnRH). GnRH je produkován hypotalamem v mozku, aby řídil uvolňování luteinizačního hormonu hypofýzou, což stimuluje syntézu steroidních hormonů a vývoj varlat. Vakcína indukuje produkci protilátek, které inaktivují GnRH, aby zastavily vývoj varlat ve stejné míře jako chirurgická kastrace a eliminovaly produkci androstenonu i pohlavních steroidů. Hladiny skatolu jsou u imunokastrovaných prasat nízké, což je pravděpodobně způsobeno metabolickou clearance v játrech po potlačení produkce steroidů, k čemuž dochází u chirurgicky kastrovaných prasat. Postup je neinvazivní a snižuje riziko infekce a bolesti při chirurgické kastraci (Squires et al. 2020).

Na rozdíl od jiných částí světa, jako je Austrálie a Brazílie, byla imunokastrace v Evropě v roce 2017 používána pouze ve 2,8 %. Na trhu existuje málo praktických zkušeností zúčastněných stran a žádná cílená komunikace o důsledcích imunokastrace evropských genotypů prasat pro management, požadavky na krmivo a kvalitu produktů. Tyto mezery ve znalostech mohou vysvětlovat, proč metoda, která by mohla mít ekonomické, ekologické a společenské výhody, v současné době stále nemá tržní význam. Přijetí na trhu by se mohlo zvýšit, pokud bude vědecky prokázána udržitelnost imunokastrace (Kress et al. 2019).

Rychlost růstu, konverze krmiva a výtěžnost masa imunokastrátů jsou blíže rychlosti růstu kanečků než vepříků. Imunizační postup zahrnuje injekci počáteční základní dávky ve věku 8-9 týdnů, po které následuje druhá aktivační dávka 4-6 týdnů před porážkou. Samci, kteří dostanou první dávku stále rostou jako kanci, ale po druhé vakcinaci spotřebovávají imunokastrátů více krmiva a rostou rychleji než kanci. Zpoždění načasování druhé dávky před porážkou však dramaticky neovlivní efektivitu produkce ani kvalitu masa. Počáteční dávka nezpůsobuje velkou protilátkovou odpověď, takže postup by mohl být potenciálně použit jako součást procesu výběru kanců pro chov, kde by všem kancům byla podána první injekce a pouze nevybraní kanci by dostali druhou dávku a byli imunokastrováni (Squires et al. 2020).

Imunokastrace snížila koncentrace androstenonu v podkožním hřbetním tuku a skatolu, ale ne indolu. U jatečně upravených těl imunokastrovaných i nekastrovaných samců neměla žádná tuková tkáň koncentrace androstenonu vyšší než sensorický práh (0,426 $\mu\text{g/g}$ tuku). Nicméně 48 % kanečků mělo průměrné koncentrace skatolu v tuku nad sensorickým prahem (0,026 $\mu\text{g/g}$ tuku), zatímco průměrné koncentrace skatolu v tukové tkáni imunokastrátů byly pod sensorickým prahem, přičemž pouze dvě zvířata překročila sensorický práh s koncentracemi 0,034 a 0,028 $\mu\text{g/g}$ tuku (Needham et al. 2020).

Imunokastrace snižuje agresivní a sexuální chování a boje ve srovnání s kanečkou, čímž se imunokastrovaná prasata od chování vepříků neliší. Nejnovější výzkum se zaměřuje na implementaci imunokastrace do systémů produkce prasat. Imunokastrace se ve velké míře používá v Brazílii, Austrálii a na Novém Zélandu, avšak v Severní Americe ani v EU nedošlo k širokému přijetí této technologie. Je to způsobeno nedostatečným přijetím ze strany spotřebitelů a také nedostatečným přijetím kanců na jatcích v důsledku zvýšené práce a úprav

zařízení potřebných k manipulaci s kancí. Existuje také možnost náhodného sebepoškození pracovníků, ale existují postupy, které tento problém minimalizují (Squires et al. 2020).

Některá vylepšení by mohla zvýšit účinnost a praktičnost postupu očkování. Například současné doporučené období mezi druhou injekcí a porážkou je 4-6 týdnů, což znamená, že druhá vakcína bude podána spíše těžkým prasatům. To může být docela obtížné, zvláště pokud jsou prasata ustájena skupinově. Proto je žádoucí delší čas mezi druhou injekcí a porážkou. K dispozici je pouze několik zpráv o dlouhodobém účinku vakcinace u prasat. Studie prokázaly, že účinek imunokastrace může trvat mnohem déle než 4-6 týdnů (až 22 týdnů). Prodloužený účinek přípravku může umožnit podání druhé vakcíny dříve, než je uvedeno v současném návodu k použití, a zajistit tak větší flexibilitu při aplikaci imunokastrace. Negativním účinkem takového přístupu by byl nižší účinek endogenních samčích steroidů na růst a štíhlost. Ideální vakcína by jistě vyžadovala jedinou aplikaci namísto současných dvou. To však může být nevýhoda z hlediska bezpečnosti obsluhy (Zamaratskaia & Squires 2008).

3.7.5 Chemická kastrace

Byly zkoumány různé látky k vyvolání destrukce spermatogenních a hormony produkujících testikulárních buněk: formaldehyd, kyselina mléčná, kyselina octová, stříbrná sůl a zinková sůl. Výhody, které autoři zmiňují pro použití kyselin a solí, jsou četné. Tyto látky se snadno podávají, jsou bezpečné pro zvířata a lidi, kteří je podávají, nejsou drahé, nevyvolávají krvácení, jen malou bolest a mají velmi málo vedlejších účinků. Při pečlivém zkoumání údajů však byl pozorován otok varlat nebo šourku, což naznačuje bolestivou zánětlivou reakci, jakož i epididymitidu, nekrózu a pomalé hojení. Vyhodnocení reakcí souvisejících s bolestí bylo navíc velmi omezené a nedostatečné k vyvození závěrů (Prunier et al. 2006).

3.7.6 Modifikace výživy a krmná aditiva

Bylo navrženo několik různých dietních přístupů ke snížení kančího pachu, zejména u skatolu. Hladiny skatolu lze snížit zahrnutím fermentovatelných sacharidů do krmné dávky, které mohou změnit aktivitu a složení střevní mikroflóry a snížit tvorbu skatolu v tlustém střevě. Na trhu existují krmné produkty, které snižují hladiny skatolu. Tyto krmné produkty dostávají kancí v posledních několika týdnech před porážkou. Existuje také potenciál pro použití probiotických sloučenin k manipulaci s mikrobiomem. Ty mohou zlepšit metabolismus skatolu v játrech zvýšením exprese a aktivity klíčových enzymů zapojených do metabolismu skatolu a také mít příznivé účinky na růstovou schopnost (Squires et al. 2020).

Ke snížení hladiny skatolu ve hřbetním tuku byla navržena krmná opatření, zejména krmení kořenu čekanky, který obsahuje inulin. Tato složka krmiva je považována za zdroj energie pro bakterie v tlustém střevě, což umožňuje ukládání dusíku jako bakteriálního proteinu místo jeho fermentace, což by vedlo k produkci skatolu, indolu a dalších metabolitů. Bylo zjištěno, že sušené kořeny čekanky zvyšují expresi a aktivitu systému cytochromu P450, který je zodpovědný za metabolismus skatolu. Bylo navrženo, že sušené kořeny čekanky mohou také snížit akumulaci androstenonu v tuku indukci 3 β -hydroxysteroidem dehydrogenasy (Heyrman et al. 2018).

Na rozdíl od skatolu existují pouze omezené nutriční přístupy ke snížení hladiny androstenonu. Krmení diety pro maximalizaci rychlosti růstu tak, aby kancí dosáhli tržní váhy

dříve, než pohlavně dospějí, může pomoci snížit hladinu androstenonu. Doba pohlavní dospělosti je však ovlivněna plemenem a liší se také mezi jednotlivci v rámci plemene. Kromě toho snížení porážkové hmotnosti snižuje výtěžnost masa z jatečně upraveného těla, a proto není ekonomicky atraktivní (Squires et al. 2020).

3.7.7 Sexace spermií

V současné době je jediným způsobem, jak porodit předem vybrané pohlaví selat, třídění spermií podle Beltsville Sperm Sexing Technology. Tato metoda zahrnuje průtokový cytometr třídíč buněk a třídění je založeno na rozdílech v obsahu DNA mezi spermatickými buňkami nesoucími chromozom X a Y. U prasat je tento rozdíl 3,6 %. Buňka spermatu nesoucí X má vyšší obsah DNA. Tento rozdíl se u různých druhů liší, u činčily je rozdíl až 7,5 %, zatímco u lidí pouze 2,8 % (Hofmo 2006). Technologie předběžného výběru pohlaví využívající průtokovou cytometrii byla vyvinuta a kombinována s umělou inseminací, aby se zlepšila efektivita produkce a usnadnil chov hospodářských zvířat (Park et al. 2021).

Proces třídění zahrnuje zředění spermatu, barvení spermatických buněk, identifikaci spermatických buněk nesoucích chromozomy X a Y, třídění spermatických buněk nesoucích chromozomy X a Y, obnovu a skladování tříděných spermatických buněk. Mezi těmito operacemi je několik hlavních výzev, které je třeba vyřešit, než bude možné tuto metodu pravidelně používat pro komerční produkci jatečných prasat (Hofmo 2006). První úspěšný pokus o produkci vrhů po třídění spermií nesoucích chromozom X a Y byl proveden v roce 1991. K třídění byla použita průtoková cytometrie a inseminace byla provedena chirurgicky. Samičí potomstvo bylo dosaženo u 74-85 % selat (Engesser 2015).

3.8 Detekce kančího pachu

Prahové hodnoty pro negativní vnímání androstenonu a skatolu spotřebitelem se dříve odhadovaly na 0,5 až 1 $\mu\text{g/g}$ tuku pro androstenon a 0,2 až 0,25 $\mu\text{g/g}$ tuku pro skatol. Nedávné spotřebitelské studie uvádějí, že androstenon překračující 1 $\mu\text{g/g}$ rozpuštěného hřbetního sádla byl v bedrech stále tolerován (Trautmann et al. 2014). K hodnocení kančího pachu se v současnosti používají různé metody detekce (Aluwé et al. 2012).

3.8.1 Detekce laboratorní

Laboratorním rozbořením lze odhalit koncentraci skatolu, indolu a androstenonu v tuku. Pro tento účel byla vyvinuta řada metod, například metody založené na vysokoúčinné kapalinové chromatografii (HPLC), plynové chromatografii (GC) a kapalinové chromatografii s hmotnostní spektrometrií (LC-MS), stejně jako imunologické a kalorimetrické metody. Koncentrace skatolu a androstenonu jsou také, ale méně často, analyzovány v jiných vzorcích než v tuku, jako je krevní sérum nebo plazma. Bylo zjištěno, že korelační koeficient mezi hladinami tuku a plazmy je až 0,9 pro skatol a 0,69 pro androstenon (Aluwé et al. 2012).

Detekce pachů označovaných jako „kančí pach“ u nekastrovaných samců prasat je nezbytná pro kontrolu kvality, pokud se neprovádí kastrace selat. Byla analyzována senzitivita a specifita senzoričného hodnocení vyškolenými hodnotiteli ve srovnání s chemickou analýzou dvou markerových sloučenin v tucích. S ohledem na nejistotu měření bylo příkladně

vyhodnoceno několik mezních prahů pro chemickou analýzu. Pomocí průměrného skóre se citlivost a specificita senzorické analýzy pohybovaly od 61 do 69 %, respektive 77 až 85 %. Vnímavost jednotlivých hodnotitelů se velmi lišila (citlivost: 47 až 86 %, specificita: 45 až 88 %) a korelovala s čichovou senzitivitou sloučenin. Bylo vyzorováno, že vysoké hladiny skatolu jsou lépe detekovány než vysoké hladiny androstenonu. Rovněž shoda mezi senzorickými a chemickými analýzami byla mírná. Z toho vyplývá, že je třeba vybírat pečlivě (Meier-Dinkel et al. 2015).

Celkový průměrný práh detekce pro skatol byl vyšší než pro androstenon, tj. skatol byl detekován v nižší koncentraci než androstenon. Po chemické analýze byly stanoveny prahové hodnoty pro androstenon a skatol k určení, zda je ve vzorku tuku skutečně přítomen kančí pach. Pro každého hodnotitele byl poté výsledek individuálního senzorického testu porovnán se skutečným stavem a pro další analýzy byl klasifikován jako skutečně pozitivní, skutečně negativní, falešně pozitivní nebo falešně negativní. Citlivost senzorického hodnocení ve srovnání s chemickou analýzou byla v průměru 53 % s vysokou variabilitou mezi subjekty (Trautmann et al. 2014).

3.8.2 Detekce na jatkách v provozních podmínkách

Aby se předešlo nespokojenosti spotřebitelů, vyvstává nutná potřeba rychlých a přesných strategií pro třídění kančího pachu na porážkové lince (Verplanken et al. 2017). Detekce kančího pachu na jatkách se provádí ve dvou různých prostředích, buď at-line nebo on-line. Detekce at-line se provádí na jatkách, ale ne na porážkové lince, zatímco on-line detekce se týká měření prováděných přímo na porážkové lince. Obě detekční prostředí mají výhody i nevýhody (Burgeon et al. 2021). Detekce může být založena na stanovení hladin androstenonu a skatolu nebo na senzorickém posouzení přítomnosti kančího pachu (Font-i-Furnols et al. 2020).

On-line detekce nevyžaduje odběr vzorků tuku, a proto může být jatečně upravené tělo přímo vyloučeno z porážkové linky, pokud obsahuje kančí pach. On-line detekce však nesmí omezovat rychlost, jakou jsou prasata porážena. Rychlost porážky je přibližně 360 jatečně upravených těl/h na středně velkých jatkách, ale může dosáhnout až 600 jatečně upravených těl/h na velkých jatkách. Je třeba mít na paměti, že hodnocení kančího pachu lze provádět výhradně na kancích a imunokastrátech, kteří tvoří pouze 39 % z celkové populace samců. Jatka však musí být připravena pro případ dlouhých porážkových sekvencí složených pouze z kanců a imunokastrátů. V tomto případě, pokud je použito jediné měřicí zařízení, musí být schopno pracovat při vysokých rychlostech, tj. méně než 10 s. Je-li rychlost detekce nižší než rychlost porážky, mělo by se střídat více než jedno měřicí zařízení (Burgeon et al. 2021). K dispozici jsou sondy, ultrazvuk a analýza obrazu (Swatland 2002).

Na druhé straně detekce at-line nemusí nutně fungovat při rychlosti porážky, ale vyžaduje odběr vzorků tuku, což by mohlo mít za následek potřebu dalšího operátora na některých jatkách, a tudíž tvořit dodatečné náklady. Kromě toho musí být implementován systém sledovatelnosti jatečně upravených těl, aby bylo možné přiřadit měření provedené na vzorku k odpovídajícímu jatečně upravenému tělu (Burgeon et al. 2021).

V současné době se pro detekci kančího pachu na jatkách široce používají dvě metody. První se skládá ze senzorického hodnocení prováděného vyškoleným odborníkem po zahrnutí

tuku z krajiny krku, aby se uvolnily nízkotěkavé sloučeniny kančího pachu. Výběr a školení hodnotitelů pro detekci kančího pachu na jatkách je dobře zavedenou praxí vzhledem k tomu, že pro androstenon a skatol existuje individuální variabilita čichové vnímavosti. Jedinci mají různé prahy vnímání a někteří dokonce vykazují anosmii, tj. nedostatek vnímání pachu, pro androstenon. Hodnotitelé jsou tedy vybíráni podle jejich čichové citlivosti na androstenon a skatol. Dodržují dobře strukturovaný tréninkový program, který se skládá z tréninku se standardy skatolu a androstenonu. Dále cvičí se vzorky tuku v laboratoři, a nakonec cvičí on-line, aby si zvykli na pracovní podmínky. Po dokončení školení může hodnotitel provést hodnocení on-line, kde se tuk zahřívá a cítí přímo z jatečně upraveného těla nebo at-line, na vzorku tuku. Při použití této techniky se předpokládá, že pokud vyškolení hodnotitelé nedokážou za kontrolovaných podmínek detekovat sloučeniny kančího pachu ve vzorcích tuku, je nepravděpodobné, že by netrénovaný spotřebitel pach odhalil. Druhou metodou je kalorimetrický test často používaný at-line na dánských jatkách. Tato metoda analyzuje pouze indolové sloučeniny a poskytuje výsledky jako „ekvivalenty skatolu“. Příspěvek jiných molekul, jako je androstenon, není zohledněn, což vede k výsledku, který se používá jako základ pro klasifikaci jatečně upravených těl. Tato metoda je již zavedena na jatkách v Dánsku, a je tedy nákladově efektivní. Je však třeba počítat s vysokou počáteční investicí, která může částečně vysvětlit rozhodnutí mnoha jatek v současné době využívat senzorické hodnocení (Burgeon et al. 2021). Doba odezvy (od vzorku k výsledku) je 10 až 20 minut a lze analyzovat až 360 vzorků za hodinu. Přesnost metody byla stanovena provedením měření duplicitně na celkem 120 vzorcích (Font-i-Furnols et al. 2020).

Jako nová rozvíjející se technika byla navržena rychlá odpařovací ionizační hmotnostní spektrometrie (REIMS), která obchází dlouhé doby analýzy umožněním přímé ionizace ze vzorku v kombinaci s hmotnostní spektrometrickou analýzou. REIMS jako takový trvá jen několik sekund a zaručuje monitorování v místě kontroly, což je první krok svého druhu k dosažení on-line klasifikace jatečně upravených těl kanců (Verplanken et al. 2017).

3.9 Faktory ovlivňující vnímání kančího pachu mezi spotřebiteli

Reakce spotřebitelů na kančí pach byly důležitým určujícím faktorem pro legislativní orgány v mnoha zemích při rozhodování o kastraci prasat. Spotřebitelské studie ovlivnily rozhodnutí některých zemí, jako je Německo, Francie a Kanada v pokračování s kastracemi, zatímco jiné země jako Velká Británie a Španělsko nechávají téměř všechna prasata nekastrovaná. Výsledky spotřebitelských studií v Dánsku, Švédsku a Nizozemsku přispěly ke specifickým předpisům nebo zásadám screeningu týkajících se využívání nekastrovaných prasat. Výsledky spotřebitelských studií naznačují, že úrovně tolerance vůči kančímu pachu se demograficky liší, a proto se citlivost na kančí pach může v různých zemích a kulturních skupinách rovněž lišit (De Kock et al. 2001).

Podle výzkumu byla korelace mezi spotřebitelským negativním hodnocením vzorků vepřového masa a koncentrací skatolu vyšší než korelace mezi spotřebitelským negativním hodnocením vzorků vepřového masa a koncentrací androstenonu, protože je skatol aktivnější sloučeninou při tvorbě abnormálního pachu. Skatol však zvýšil vnímání androstenonu ve vysokých koncentracích. To ukazuje na synergický účinek obou sloučenin. Analýza dalších vědeckých výzkumů ukazuje, že existuje rozdíl ve vnímání „kančího pachu“ spotřebiteli.

Rozdíly ve výsledcích odhadu abnormálních pachů tepelně upravených vzorků masa a tuku závisí na zemi, na technologii živočišné výroby, na plemeni nebo kombinaci plemen prasat. Existuje také vliv některých faktorů na lidskou detekci „kančího pachu“, jako jsou: kulinařské zvyky a spotřebitelské preference, metody hodnocení, věk, pohlaví a úroveň citlivosti lidí na pach androstenonu (Povod et al. 2020).

Většina konzumentů vepřového masa má větší citlivost na pach skatolu než na pach androstenonu. Skatol identifikuje 99 % spotřebitelů. Někteří spotřebitelé akutně vnímají androstenon ve velmi nízkých koncentracích, ale jiní spotřebitelé jej nevnímají současně v žádných koncentracích. Podle výzkumu byla asi 1/3 spotřebitelů citlivá na androstenon a 5 – 12 % z nich bylo klasifikováno jako vysoce citliví. Většina spotřebitelů v evropských zemích má vysokou míru nepřijatelnosti „vepřového masa s abnormálním pachem“. Prahové hodnoty pro citlivé vnímání „kančího pachu“ člověkem jsou v průměru: pro skatol 0,2 – 0,25 µg/g, pro androstenon 0,5 – 1 µg/g (Povod et al. 2020). Důležité jsou také odchylky ve stravovacích návycích, protože zpracování, koření i podávání (horké vs. studené) mají významný vliv na vnímání kančího pachu (Babol et al. 2002).

Informovanost spotřebitelů o kančím pachu a metodách eliminace jeho vývoje byla velmi omezená. Více než polovina z celkového vzorku uvedla, že o kančím pachu nikdy neslyšela. Nízká úroveň povědomí o kančím pachu byla nejvíce patrná ve Francii a Belgii. Vakcinační metoda byla pro velkou většinu spotřebitelů zcela neznámá a méně známá než metoda chirurgické kastrace. Francouzští a němečtí spotřebitelé byli nejméně obeznámeni s oběma metodami (Vanhonacker & Verbeke 2011).

Bylo zjištěno, že pro udržení vysoké senzorické kvality masných výrobků z kančího masa je zásadní najít způsob, jak zamaskovat nebo snížit vnímání kančího pachu, protože některé kančí maso může být použito ve vysoce hodnotných výrobcích (Stolzenbach et al. 2009). Nejčastěji studovaným masným výrobkem byla slanina. V šesti studiích (prováděných v Kanadě, Spojeném království a Irsku) byla slanina z kanců přijímána ve stejné míře jako z ostatních pohlaví, ale v dalších třech studiích (Španělsko a Švédsko) byla přijímána méně, její přijatelnost závisela na kančím pachu nebo hladinách androstenonu. Vařená šunka byla druhým nejvíce studovaným výrobkem. Ve 3 studiích byla přijata vařená šunka z kanců, zatímco v ostatních byla přijímána méně nebo její přijatelnost závisela na hladině androstenonu. Vařená šunka je masný výrobek, který prošel tepelnou úpravou, a protože se konzumuje za studena, je pravděpodobně obtížnější vnímat kančí pach. U sušené šunky 2 ze 3 studií prokázaly menší přijatelnost, pokud šunky pocházely z kanců nebo měly hladiny androstenonu v tukové tkáni vyšší než 0,5-0,7 µg/g. Tyto výsledky naznačují, že proces sušení není dostatečný k maskování kančího pachu, a to je zvláště důležité v zemích jako je Španělsko nebo Itálie, kde se vyrábí vysoce kvalitní sušené šunky. Jiné procesy, jako je uzení, by mohly maskovat vnímání kančího pachu, pokud by byly optimalizovány a pokud by hladiny androstenonu nebo skatolu nebyly příliš vysoké (Font-i-Furnols 2012).

3.9.1 Muži vs. ženy

Spotřebitelky byly ke vzorkům z kančího masa kritičtější, 23 % se nelíbila jejich chuť ve srovnání s 19 % mužů a 36 % žen se nelíbila jejich vůně ve srovnání s 31 % mužů (Matthews et al. 2000). Schopnost cítit androstenon je částečně geneticky podmíněna a převažuje u žen.

Obyčejně více žen, než mužů uvedlo, že vůně androstenonu je nepřijatelná. Bylo také zjištěno, že někteří jedinci, kteří cítí androstenon, jej nevnímají jako nepříjemný pach (De Kock et al. 2001). Když byla citlivost na androstenon hodnocena podle pohlaví, ženy byly ve Velké Británii citlivější než muži, což souhlasí s předchozími studiemi provedenými v jiných zemích. Přesto nebyly ve Španělsku a Francii nalezeny žádné významné rozdíly (Blanch et al. 2012).

Citlivost na androstenon je stanovena geneticky a ukázalo se, že část spotřebitelů je vůči androstenonu anosmatická. Tato specifická anosmie může být výsledkem vadných nebo chybějících molekulárních receptorů. Někteří anosmičtí jedinci mají potřebné receptory, ale s podprahovou hustotou. Procento anosmických žen oproti anosmickým mužům se odhaduje na 15,8 vs. 24,1 % v Evropě, 29,5 vs. 37,2 % v USA a 17,2 vs. 25,5 % v Asii. V poslední době se odhaduje, že podíl anosmických lidí je mnohem vyšší. Rozdíl v necitlivosti na androstenon se rovněž projevuje mezi zeměmi. V Německu je necitlivých na androstenon 65,9 % žen a 69,7 % mužů, ve Španělsku 48,1 % žen a 59,7 % mužů. V Norsku bylo 53,6 % žen a 73,7 % mužů označeno za necitlivé na androstenon (Bekaert et al. 2011). Citlivost spotřebitelů na androstenon se ukázala jako důležitý faktor přijatelnosti vepřového masa. Tato citlivost byla stanovena pomocí skóre uvedeného spotřebiteli podle vůně čistého androstenonu. Nicméně i obliba této vůně je také důležitým faktorem, protože se ukázalo, že vůně se líbí určitému procentu spotřebitelů (Font i Furnols et al. 2003). V provedeném experimentu byl androstenon nastříkán na sedadlo v čekárně u zubaře a bylo pozorováno 840 lidí, které sedadlo preferují. Bylo dokázáno, že odorizované sedadlo používalo více žen než mužů. Dalším přístupem k pochopení účinků expozice androstenonu je vyšetření žen v průběhu menstruačního cyklu. Přestože je androstenon na začátku a konci cyklu vnímán jako nepříjemný, jeho aroma se kolem ovulace stává méně nepříjemné nebo neutrální. Ukázalo se, že tento účinek je specifický pro androstenon a nevyskytoval se u žen užívajících perorální antikoncepci (Pause et al. 1999). Mezi pohlavími nebyl pozorován žádný rozdíl v jejich schopnosti detekovat nízké koncentrace skatolu (Aaslyng et al. 2013).

3.9.2 Regiony, státy

Výsledky ukazují rozdíly mezi zeměmi při hodnocení kančího pachu (Matthews et al. 2000). Některé studie rovněž ukazují, že spotřebitelé z venkovských oblastí jsou citlivější na kančí pach než spotřebitelé z měst. Kromě toho lze vidět rozdíly mezi zeměmi, i když je obtížné je srovnávat s takovými odchylkami v metodikách (Font-i-Furnols 2012). Ve všech zemích byla zjištěna negativní reakce na pach skatolu. Skatol má na zápach větší účinek než androstenon, zatímco obě sloučeniny přispívají přibližně stejnou měrou k chuti (De Kock et al. 2001). Nejběžnější metodou, jak se vyhnout kančímu pachu, je kastrace. Ve většině evropských zemích se kastrace provádí u 80-100 % samců prasat v konvenční produkci a chirurgická kastrace bez anestézie je nejběžnější technikou. Výjimkou jsou Spojené království a Irsko, kde se kastrace téměř neprovádí, a některé jižní země (Kypr, Portugalsko a Španělsko), kde je kastrováno omezené procento samců prasat (Blanch et al. 2012).

Spotřebitelé ve Francii a Švédsku vykazovali nejvyšší procento nesympatií k chuti a spotřebitelé ve Švédsku a Německu vykazovali největší odpor ke kančímu pachu (Matthews et al. 2000). Průzkum tří komerčních jatek v Jižní Africe ukázal, že 39 % jatečně upravených těl kanců mělo hladiny androstenonu vyšší než 1 µg/g v tuku a 17 % mělo vysoké hladiny skatolu,

tj. $> 0,25 \mu\text{g/g}$. Jihoafrická roční spotřeba vepřového masa (3,5 kg) je mnohem nižší než ve většině evropských zemích (např. 24,1 kg ve Velké Británii až 64,5 kg v Dánsku). Většina spotřebitelů je nespokojena s vepřovým masem, které vykazuje detekovatelné hladiny skatolu. Obecně platí, že více žen ve srovnání s muži negativně reaguje na vzorky s detekovatelnými hladinami androstenonu. U některých spotřebitelů, zejména mužů, byla zjištěna zřejmá obliba vzorků se středním obsahem androstenonu, což lze částečně přičíst neschopnosti některých spotřebitelů cítit tuto sloučeninu v těchto koncentracích nebo skutečné oblibě ve vůni androstenonu. Na základě těchto výsledků se předpokládá, že většina spotřebitelů by byla méně ochotná konzumovat vepřové maso vykazující detekovatelné hladiny kančího pachu (De Kock et al. 2001).

Ve Španělsku je produkce prasat významným průmyslovým odvětvím a ročně je poraženo více než 40 milionů prasat, což představuje 16 % evropské produkce. V roce 2009 byla kastrace ve Španělsku podle odhadů provedena u 33 % kanečků. V současné době lze v důsledku změn ve výrobě předpokládat, že toto procento bude nižší (15-20 %). V evropské studii, která byla provedena v šesti zemích bylo množství prasat s hladinami nad prahovými hodnotami $1 \mu\text{g/g}$ pro androstenon a $0,2 \mu\text{g/g}$ tukové tkáně pro skatol přibližně 29 % a 15 %. Zejména ve Španělsku bylo u prasat nad těmito prahovými hodnotami přibližně 42 % u androstenonu a 30 % u skatolu. Na komerčních jatkách v různých oblastech Spojených států byla hodnocena prevalence kančího pachu hodnocením vzorků tuku od prasniček, prasnic, vepříků a kanečků vyškolenými hodnotiteli a také pomocí chemických analýz. Zjistili, že nadprahové koncentrace pro androstenon mělo 55,8 % kanečků a pro skatol 34,2 % (Borrissier-Pairó et al. 2016).

Cílem další práce bylo studovat přijímání vepřového masa spotřebiteli s různými úrovněmi kančího pachu ve Španělsku a Velké Británii. Byly použity tři typy vzorků: kotleta prasniček a kotleta kanců se dvěma úrovněmi kančího pachu podle úrovní androstenonu a skatolu. Věk ovlivnil přijatelnost ve Španělsku (s rostoucím věkem vyšší), zatímco ve Velké Británii přijatelnost ovlivnil pouze mimořádný zápach (věková skupina 26-40 dosáhla vyšší přijatelnosti než skupina 18-25). Pokud jde o pohlaví, pouze ve Španělsku byly ženy citlivější na chuť a vůni než muži (Panella-Riera et al. 2011).

V Belgii bylo procento populace citlivé na androstenon menší u mužů než u žen. Citlivost na androstenon také závisela na věku testovaného jedince. Citlivost významně klesá s věkem. Nejstarší skupina osob uvedla nejnižší skóre intenzity zápachu. Mezi šesti testovacími místy byly zjištěny významné rozdíly v citlivosti na androstenon (Bekaert et al. 2011). Následující studie se zaměřuje na informovanost spotřebitelů o kastraci selat. Polovina respondentů uvedla, že si je vědoma skutečnosti, že samci jsou kastrováni. Tato skupina se dále nazývá „informovaná skupina“, druhá polovina jako „neinformovaná skupina“. Z informované skupiny 78 % spotřebitelů uvedlo, že důvod této praktiky souvisel s kvalitou masa, přičemž naprostá většina se týkala pachu masa a 27 respondentů (12 %) výslovně uvedlo kančí pach. Neúplné nebo chybné odpovědi se nejčastěji týkaly názoru, že kastrace byla prováděna především za účelem snížení míry agresivity, kontroly reprodukce a zamezení spotřeby energie z reprodukce a ponechání více energie na růst a další produkční vlastnosti (Vanhonacker et al. 2009).

3.9.3 Věk

Citlivost na androstenon je ovlivněna věkem (Bekaert et al. 2011). Procento citlivosti stoupá s věkem až do dosažení 60 let věku, kdy se snižuje. Toto zvýšení citlivosti do 60 let lze částečně vysvětlit vývojem citlivosti na androstenon u zdánlivě anosmických lidí, ale nárůst je poměrně vysoký. Pokles citlivosti po tomto věku je pravděpodobně způsoben skutečností, že stárnutí snižuje chuťové a pachové smysly (Font i Furnols et al. 2003). Pro srovnání, podíl spotřebitelů vysoce citlivých na skatol byl v rámci věkových skupin stabilní. Zdá se tedy, že vnímavost ke skatolu je s věkem zachována (Aaslyng et al. 2013).

Interakce mezi citlivostí a věkem byla významná, když byla testována přijatelná vůně a chuť vepřového masa. Bylo zjištěno, že mírně citliví/necitliví španělští spotřebitelé vnímali nižší pachové skóre než vysoce citliví spotřebitelé. Při zohlednění věku spotřebitelů, byla přijatelnost pachu mezi skupinami významně odlišná. Citliví spotřebitelé ve věku od 18 do 25 let hodnotili chuť výrazně horší než mírně citlivé/necitlivé skupiny. (Font i Furnols et al. 2003).

3.10 Senzorické vnímání chuti mezi spotřebiteli

Senzorický požitek z masa souvisí s několika rysy: vizuální vzhled, vnímání textury a chuti. Tyto znaky kvality závisí na několika vnitřních a vnějších faktorech, jako jsou druh, genotyp, výživa, věk, ošetření před porážkou a po porážce, postup porážky, podmínky skladování a doba zrání, i když ne všechny faktory ovlivňují všechny podněty. Někdy tedy může být obtížné zlepšit jednu charakteristiku masa, protože závisí na různých subjektech v řetězci výroby masa. Kromě toho může modifikace ve výrobním řetězci za účelem získání požadované vlastnosti negativně ovlivnit další vlastnosti. Je zřejmé, že tyto vlastnosti ovlivňují přijetí a preference masa ze strany spotřebitele a následně jejich záměr nakupovat a ochotu platit (Font-i-Furnols & Guerrero 2014).

Chuť masa je velmi složitá a tvoří se hlavně při tepelném ošetření masa, protože syrové maso má jen krvavou chuť a velmi málo aroma. Když se vaří, lipidy a ve vodě rozpustné složky tvoří několik těkavých sloučenin, zejména prostřednictvím degradace lipidů a Maillardovými reakcemi nebo reakcemi mezi jejich produkty. Tyto těkavé sloučeniny jsou hlavními přispěvateli k chuti masa. Kromě toho i změny během skladování a způsob podávání ovlivňují chuť (Font-i-Furnols & Guerrero 2014). Obecně je kančí pach méně přijímán než chuť, i když v některých studiích byla chuť méně přijatelná než vůně (Font-i-Furnols 2012).

Studiem vlivu sensorické kvality vepřového masa na preference spotřebitelů se dospělo k závěru, že ve srovnání s vařenými chutěmi se upřednostňuje chuť smažená. Existuje větší preference vepřového masa s nízkou chutí, vysokou jemností a šťavnatostí. Chuť a nepříjemný pach vepřového masa souvisí s jeho pohlavím. Maso nekastrovaných samců může vykazovat kančí pach a chuť, což je důležitá sensorická vada související zejména s přítomností androstenonu a skatolu. Kančí pach lze vnímat buď v čerstvém mase, nebo v některých vepřových výrobcích, jako je sušená šunka, zejména u spotřebitelů citlivých na androstenon, což snižuje přijatelnost vepřového masa (Font-i-Furnols & Guerrero 2014).

Některé studie porovnávaly přijatelnost masa s různými úrovněmi androstenonového nebo kančího pachu u spotřebitelů v závislosti na jejich citlivosti. Většina studií ukázala, že skóre přijatelnosti vůně a chuti masa s androstenonem bylo nižší pro citlivé spotřebitele než pro

necitlivé nebo méně citlivé spotřebitele. Jiné studie však nezjistily významné rozdíly v přijatelnosti v závislosti na citlivosti spotřebitelů na androstenon (pro španělské a britské spotřebitele), pravděpodobně kvůli skutečnosti, že hladina androstenonu v hodnoceném mase nebyla vysoká ($1,07 \pm 0,40 \mu\text{g/g}$ čistého tuku). Bylo zjištěno, že rozdíly v přijatelnosti byly pro citlivé spotřebitele významné pouze u masa s vysokým obsahem androsotenonu (vyšší než $3 \mu\text{g/g}$ tukové tkáně). Rozdílné výsledky mezi studiemi mohou být způsobeny přípravou masa, množstvím androstenonu nebo skatolu v mase, metodou použitou ke stanovení citlivosti na androstenon a skutečností, že někteří citliví spotřebitelé mají rádi vůni androstenonu a ovlivňuje jejich hodnocení (Font-i-Furnols 2012).

Při studiu možností maskování vnímání kančího pachu je zajímavé se zaměřit na zpracování fermentovaných uzenin. Důvodem je, že obsah tuku je ve fermentovaných uzeninách kolem 25-35 %, a protože fermentace vede ke změnám vůně. Bakterie mléčného kvašení a *Micrococcaceae* se běžně používají jako startovací kultury při kvašení uzenin kvůli svému účinku na okyselení a tvorbu aroma. Má se za to, že uzení může přispět k maskování kančího pachu (Stolzenbach et al. 2009).

Kouř lze do výrobku přidat buď tradičním uzením v udírně, nebo pomocí tekutého kouře. Uzení v udírně lze rozdělit na studený kouř, teplý kouř a horký kouř. Kouř obsahuje aromatické sloučeniny, jako je isoeugenol a fenolické sloučeniny, např. guakol, syringol a fenol. Přesné složení závisí jak na druhu dřeva, tak na parametrech zpracování. Tekutý kouř se vyrábí z kouře z různých druhů dřeva a vzniká v několika čistících krocích. Tímto způsobem vznikají extrakty s různým obsahem chemických sloučenin a tím i různými kouřovými charakteristikami. Tekutý kouř může být buď na povrchu produktů, jako jsou komerční fermentované klobásy a slanina, nebo je částečně přimíchán do výrobku. Ačkoli existuje několik typů kapalného kouře, dosud nebyly srovnány maskovací účinky různých druhů kapalného kouře s různými sensorickými vlastnostmi na kančí pach (Aaslyng & Koch 2018).

Uzení systematicky měnilo charakter kontrolních tukových vzorků i vzorků kančího tuku v modelové uzenině a maskovalo vnímání kančího pachu ve vzorcích kančího tuku. Celkově uzení významně negativně korelovalo se smyslovým vnímáním souvisejícím s kančím pachem. Takže přestože vzorky kančího tuku měly vysokou koncentraci páchnoucích sloučenin skatolu a androstenonu, bylo možné maskovat jejich chuťový podíl kouřem, což mělo za následek nižší vnímání kančího pachu. Uzení tedy mělo jasně pozitivní účinek na maskování kančího pachu. Bylo potvrzeno, že kančí maso se silným pachem lze účinně využít ve vepřových výrobcích, včetně uzené šunky a salámu, pokud jsou konzumovány studené (Stolzenbach et al. 2009).

Předpokládá se, že změna přísad ovlivní maskovací účinek kančího pachu. Za prvé se zdá, že uzení má potenciál maskovat vnímání kančího pachu ve fermentovaných uzeninách, pokud je proces uzení optimalizován například jiným typem kouře, prodloužením délky udících cyklů a jiným typem obalu, který lépe umožňuje pronikání kouře. Pokud použijeme startovací kultury (bakterie mléčného kvašení a čeled' *Micrococcaceae*) jako primární hnací sílu k maskování vnímání kančího pachu, startovací kultury se specifickou příchutí by nakonec mohly maskovat vnímání kančího pachu. Je však třeba zajistit, aby chuť vybrané startovací kultury měla více pozitivních vlastností. Na vývoj vůně mají dále vliv technologické proměnné, jako je pH, teplota, relativní vlhkost a rozsah sušení (Stolzenbach et al. 2009).

Slanina je produkt s vysokým obsahem tuku, a proto se očekává, že bude náchylný na kančí pach, protože jak skatol, tak androstenon jsou sloučeniny rozpustné v tucích. Byl

zkoumán účinek tří různých dob uzení na maskování kančího pachu ve slanině. Chuť a vůně kouře se zvyšovaly s prodlužující se dobou uzení. Je zřejmé, že uzení po dobu 60 minut je účinnější při maskování skatolu než po dobu 10 a 30 minut, protože regresní koeficienty jsou nižší, což znamená, že nárůst kančí pachuti s rostoucí koncentrací skatolu je menší po 60 minutách uzení ve srovnání s 10 a 30 minutami. Účinek na androstenon se zdá méně zřejmý, s největším účinkem na kančí pachut' po 30 minutách uzení (Aaslyng & Koch 2018).

Je třeba zvážit alternativy k uzení jako postupu maskování kančího pachu, protože v evropských zemích existuje rozdíl mezi konzumovanými uzenými produkty, např. uzené masné výrobky nejsou pro spotřebitele ve Středomoří přitažlivé. Bylo by možné přidat ke kančímu masu koření, protože se věří, že vývoj vůně z koření by mohl být schůdným způsobem, jak maskovat vnímání kančího pachu. V produktech, jako jsou klobásy, lze míchat maso s kančím pachem a maso bez kančího pachu, a tím snížit konečné koncentrace nepříjemného pachu a chuti. Tato metoda již dříve byla úspěšná, když do uzenin bylo vmícháno až 25 % silně páchnoucího masa, pokud byly konzumovány studené (Stolzenbach et al. 2009).

4 Metodika

Senzorická analýza probíhala v roce 2019 a byla součástí širšího výzkumu zaměřeného na „vnímavost konzumentů v několika evropských zemích k masu imunokastrátů, kanců a vepřů“. Výsledky této studie byly již publikovány (Aluwé et al. 2022). Analýza byla provedena dle předem upravené metodiky podle Mörlein et al. (2013) a standardizovaného protokolu. Vlastní sensorické hodnocení se konalo v laboratořích katedry chovu hospodářských zvířat České zemědělské univerzity v Praze.

4.1 Hodnotitelé

Senzorické analýzy se celkem zúčastnilo 137 hodnotitelů, z toho 60 mužů a 77 žen ve věkovém rozmezí 18 – 67 let. Všichni hodnotitelé byli seznámeni s problematikou kančího pachu a věděli jaké vzorky hodnotit. Nevěděli však, které testovací sady obsahují skatol (SKA), a které androstenon (AND).

Tabulka č. 1: Hodnotitelé

| Hodnotitelé | | | | | |
|-------------|------------|--------|------------|---------|------------|
| Pohlaví | Celkem (n) | Oblast | Celkem (n) | Věk | Celkem (n) |
| Muž | 60 | Město | 33 | ≤25 | 28 |
| | | Venkov | 27 | 26 - 40 | 15 |
| | | | | 41 - 55 | 11 |
| | | | | 56 ≤ | 6 |
| Žena | 77 | Město | 41 | ≤25 | 37 |
| | | Venkov | 36 | 26 - 40 | 16 |
| | | | | 41 - 55 | 12 |
| | | | | 56 ≤ | 12 |

4.2 Trojúhelníkový test

Před samotným konáním experimentu byly připraveny na pracovní plochu každého hodnotitele protokoly pro zaznamenávání výsledků a zakódované vzorky (zkumavky s papírovými proužky napuštěnými 20 µl roztoku AND nebo SKA, nebo čistého rozpouštědla propylen glykol). Koncentrace AND a SKA byla ve všech vzorcích 5 µl/g (příloha 1.). Hodnotitelé byli před zahájením hodnocení seznámeni a proškoleni s danou problematikou, metodami a postupem sensorického hodnocení.

Senzorická analýza vnímavosti k androstenonu a skatolu byla prováděna pomocí trojúhelníkové zkoušky. Hodnotitelé obdrželi set s celkem čtyřmi sadami po třech vzorcích (2 sady pro AND a 2 pro SKA). Byli informováni o tom, že dva vzorky z každé sady jsou stejné a jeden je vždy rozdílný, nevěděli však zda se jedná o dva slepé vzorky a jeden s konkrétní látkou, nebo dva vzorky s AND či SKA a jeden slepý vzorek.

Hodnotitelé následně do protokolu napsali číslo vzorku, u kterého se domnívali, že je odlišný. Součástí protokolu byla i devítibodová stupnice pro stanovení individuální citlivosti a schopnost detekce jednotlivých složek zodpovědných za kančí pach. Test obsahoval hodnoty od 1 do 9, kdy hodnota 1 označovala velmi negativní reakci, tedy nepříjemný vjem vzorku, a hodnota 9 znamenala velmi pozitivní reakci na předložený vzorek (příloha 3).

4.3 Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu

V prvním kroku byla hodnocena vnímavost hodnotitelů k AND a SKA. Tedy zda vzorek v trojúhelníkovém testu poznají nebo ne. Podle toho byli pro následné vyhodnocení rozděleni do 3 skupin (zvláště pro androstenon a zvláště pro skatol) – **1 n** – poznali oba vzorky, **2 n** – poznali 1 vzorek ze 2, **3 n** – nepoznali žádný ze dvou vzorků. Pro následné statistické vyhodnocení byla zároveň těmto skupinám přiřazena bodová hodnota (1n – 1 bod; 2n – 2 body; 3n – 3 body) tedy, čím nižší bodová hodnota, tím vnímavější jsou hodnotitelé k sledované látce.

Vnímavost k AND a SKA byla dále hodnocena s ohledem na pohlaví (muži x ženy), místo bydliště (město x venkov) a rovněž s ohledem na věk. Hodnotitelé byli podle věku rozděleni do 4 skupin (≤ 25 , 26 – 40, 41 – 55 a $56 \leq$).

4.4 Test individuální citlivosti spotřebitelů k androstenonu a skatolu

Spotřebitelé do předloženého protokolu na stupnici od 1 do 9 uvedli, zda jim byl pach vzorku příjemný nebo nepříjemný, kdy: 1 – mimořádně nepříjemný, 9 – mimořádně příjemný viz protokol (příloha 3). I v tomto případě byla sledovaným skupinám přiřazena bodová hodnota od 1 do 9 bodů. Tento ukazatel byl rovněž hodnocen s ohledem na pohlaví, místo bydliště a věk hodnotitele.

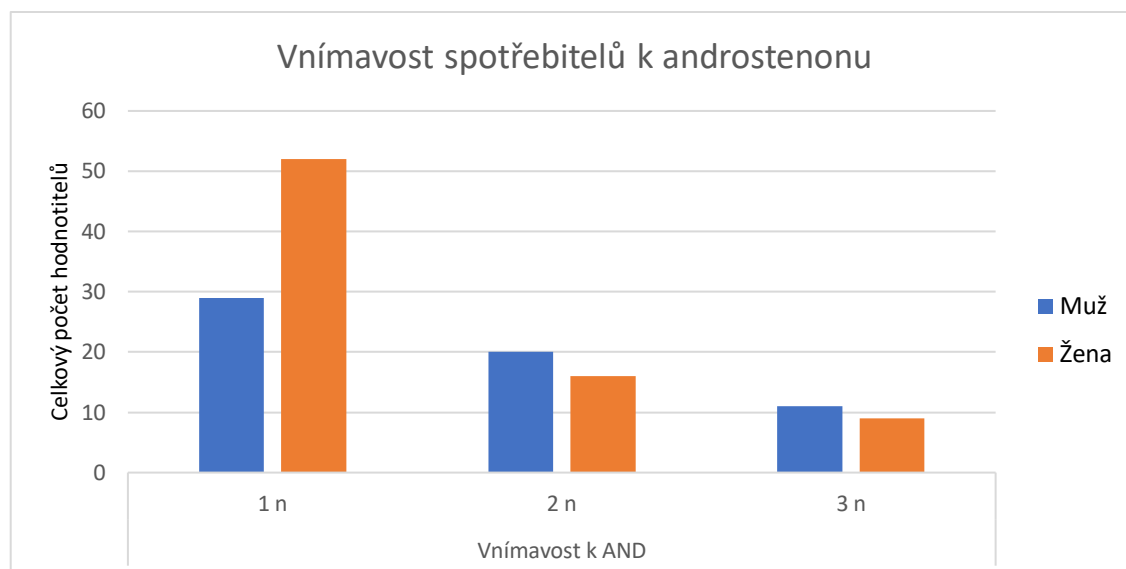
4.5 Statistická analýza

Získané údaje byly statisticky zpracovány pomocí programu SAS (Statistical Analysis System, Inst. Verze 9.4, 2012, SAS Institute, Cary, NC, USA). Pro ověření stanovených hypotéz a vyhodnocení sledovaných efektů (efekt pohlaví, efekt místa bydliště a efekt věku) byly použity metody MEANS a zobecněný lineární model GLM. V tabulkách jsou uvedeny průměry a směrodatná odchylka. Výsledky byly statisticky průkazné na hladině významnosti $p < 0,05$.

5 Výsledky

5.1 Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu

Graf č. 1: Vnímavost spotřebitelů k androstenonu s ohledem na pohlaví



Na grafu č. 1 jsou znázorněny výsledky vnímavosti k androstenonu od všech hodnotitelů. Nejčastěji hodnotitelé poznali oba vzorky (48,33 % mužů a 67,53 % žen), naopak jen malá část dotazovaných nepoznalo žádný ze dvou vzorků (18,33 % mužů a 11,69 % žen). Alespoň jeden ze dvou vzorků poznalo 33,33 % mužů a 20,78 % žen. Z grafu vyplývá, že ženy jsou k androstenonu více vnímavější než muži.

Tabulka č. 2: Vnímavost spotřebitelů k androstenonu podle pohlaví

| Vnímavost spotřebitelů k androstenonu podle pohlaví | | |
|---|-------------|--------------|
| Muži | Ženy | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | |
| 1,612 ± 0,1 | 1,348 ± 0,1 | 0,033 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

Tabulka č. 3: Vnímavost spotřebitelů k androstenonu podle bydliště

| Vnímavost spotřebitelů k androstenonu podle bydliště | | |
|--|-------------|-----------|
| Město | Venkov | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | |
| 1,481 ± 0,08 | 1,479 ± 0,1 | 0,991 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

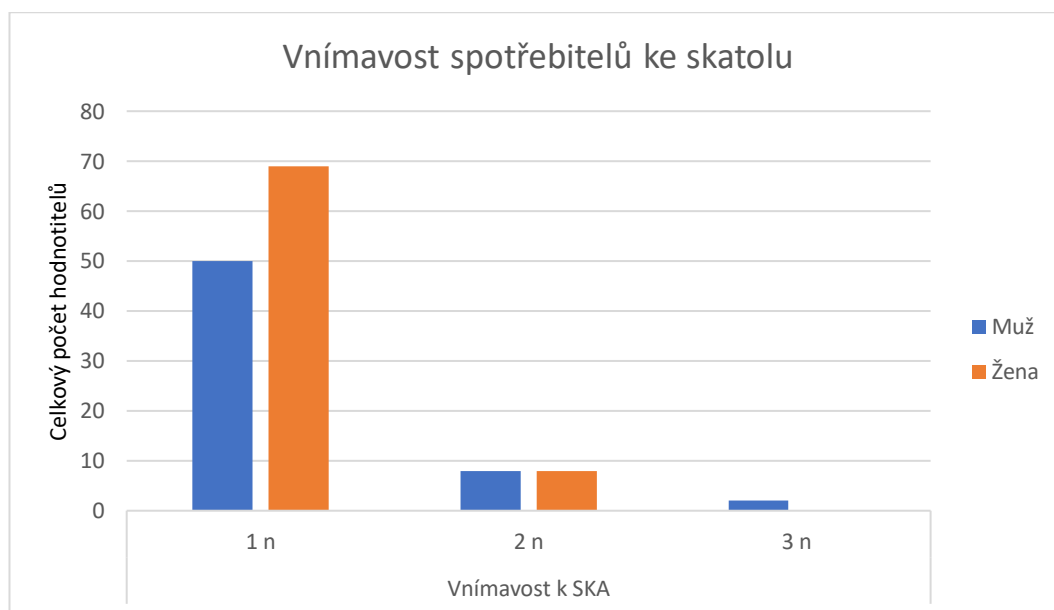
Tabulka č. 4: Vnímavost spotřebitelů k androstenonu podle věku

| Vnímavost spotřebitelů k androstenonu podle věku | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|
| ≤25 | 26 - 40 | 41 - 55 | 56 ≤ | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | |
| 1,788 ^a ± 0,1 | 1,359 ^b ± 0,13 | 1,397 ^b ± 0,15 | 1,377 ^b ± 0,17 | 0,017 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)
Indexy a, b označují rozdíly, které jsou statisticky významné na hladině p < 0,05

V tabulkách č. 2, 3 a 4 jsou znázorněny rozdíly ve vnímavosti spotřebitelů k androstenonu podle pohlaví, bydliště a věku. Z tabulek č. 2 a 4 vyplývá, že pohlaví a věk mají statisticky významný vliv na vnímavost spotřebitelů k androstenonu. Oproti tomu to, zda spotřebitel žije na vesnici nebo ve městě, nemá průkazný vliv (tabulka č. 3). Ženy jsou k androstenonu vnímavější než muži (tabulka č. 2). Spotřebitelé mladší 25 let jsou k androstenonu více vnímaví než spotřebitelé starší (tabulka č.4).

Graf č. 2: Vnímavost spotřebitelů ke skatolu s ohledem na pohlaví



Na grafu č. 2 jsou znázorněny výsledky vnímavosti ke skatolu od všech hodnotitelů. Většina hodnotitelů poznala oba vzorky (83,33 % mužů a 89,61 % žen), pouze pár dotazovaných mužů nepoznali žádný ze dvou vzorků (3,33 %), naopak ženy poznaly vzorek skatolu vždy. Alespoň jeden ze dvou vzorků poznalo 13,33 % mužů a 10,39 % žen. Z grafu vyplývá, že spotřebitelé jsou ke skatolu vnímaví více než k androstenonu. Zároveň ženy jsou ke skatolu více vnímavější než muži.

Tabulka č. 5: Vnímavost spotřebitelů ke skatolu podle pohlaví

| Vnímavost spotřebitelů ke skatolu podle pohlaví | | |
|---|--------------|-----------|
| Muži | Ženy | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | |
| 1,207 ± 0,05 | 1,121 ± 0,05 | 0,206 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

Tabulka č. 6: Vnímavost spotřebitelů ke skatolu podle bydliště

| Vnímavost spotřebitelů ke skatolu podle bydliště | | |
|--|--------------|-----------|
| Město | Venkov | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | |
| 1,198 ± 0,05 | 1,130 ± 0,06 | 0,338 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

Tabulka č. 7: Vnímavost spotřebitelů ke skatolu podle věku

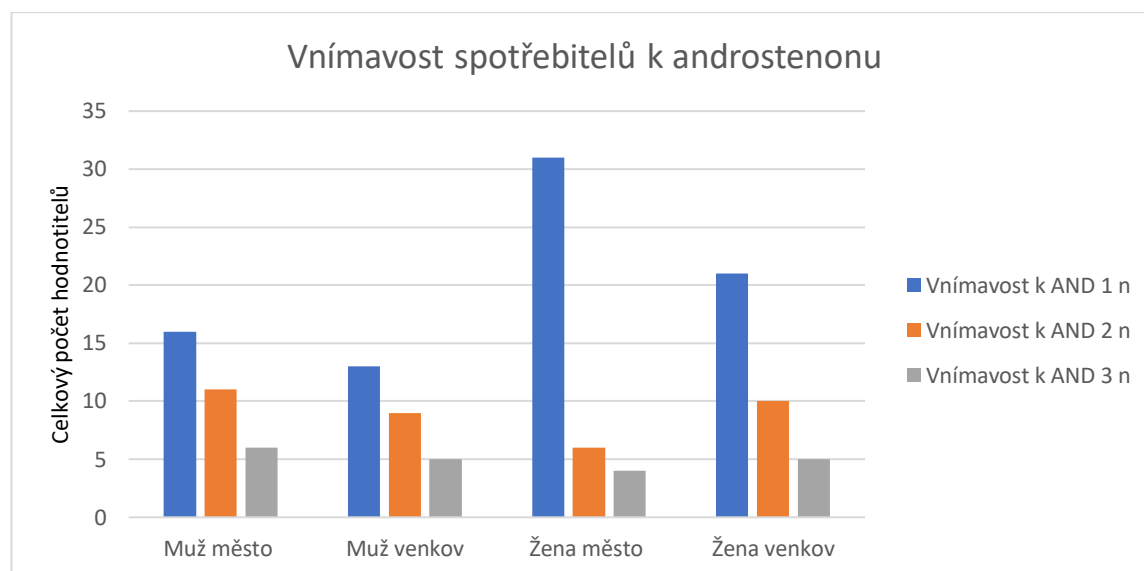
| Vnímavost spotřebitelů ke skatolu podle věku | | | | |
|--|--------------|--------------|-------------|-----------|
| ≤25 | 26 - 40 | 41 - 55 | 56 ≤ | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | |
| 1,091 ± 0,05 | 1,245 ± 0,07 | 1,218 ± 0,08 | 1,103 ± 0,1 | 0,249 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

V tabulkách č. 5, 6 a 7 jsou znázorněny rozdíly ve vnímavosti spotřebitelů ke skatolu podle pohlaví, bydliště a věku. Z výsledků v tabulkách č. 5, 6 a 7 vyplývá, že pohlaví, bydliště ani věk nemají statisticky významný vliv na vnímavost spotřebitelů ke skatolu. U efektu pohlaví se objevil trend toho, že ženy jsou ke skatolu vnímavější než muži (tabulka č. 5). Tento náznak sice není průkazný, ale při větším počtu hodnotitelů by se mohl průkazně projevit.

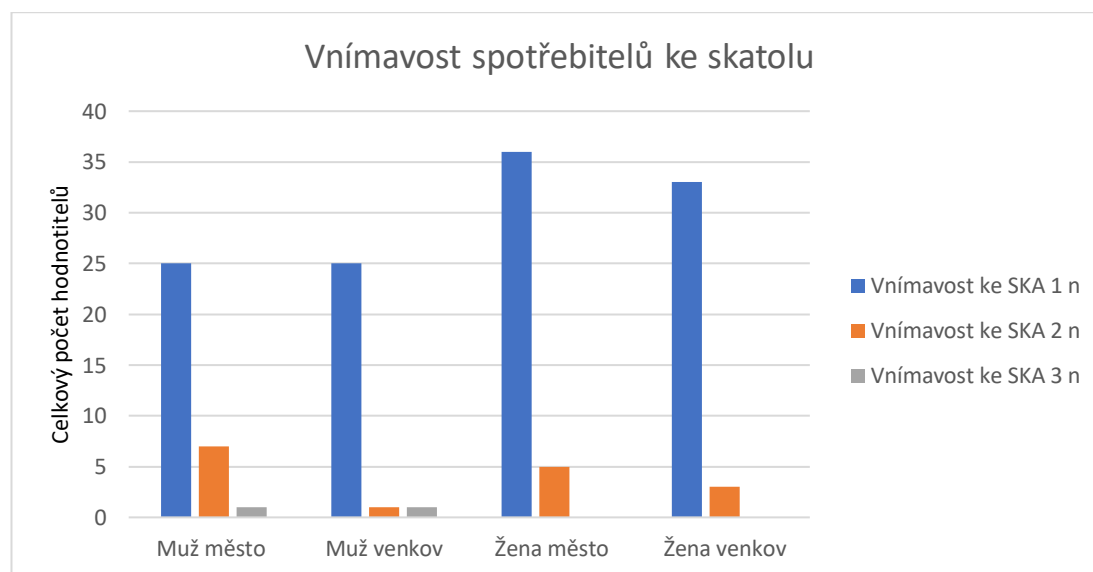
5.1.1 Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu podle místa bydliště

Graf č. 3: Vnímavost spotřebitelů k androstenonu podle místa bydliště a pohlaví



Na grafu č. 3 jsou znázorněny výsledky vnímavosti k androstenonu podle bydliště od všech hodnotitelů. Nejvíce vnímavé k androstenonu jsou ženy z města. Naopak muži z venkova jsou k androstenonu vnímaví nejméně. Z grafu vyplývá, že spotřebitelé z města jsou k androstenonu více vnímavější než spotřebitelé z venkova. Oba vzorky poznalo 48,48 % mužů a 75,61 % žen z města a 48,15 % mužů a 58,33 % žen z venkova. Alespoň jeden ze dvou vzorků poznalo shodně 33,33 % mužů z města i z venkova, 27,78 % žen z venkova a 14,63 % žen z města. Žádný ze dvou vzorků nepoznalo 18,18 % mužů a 9,76 % žen z města a 18,52 % mužů a 13,89 % žen z venkova.

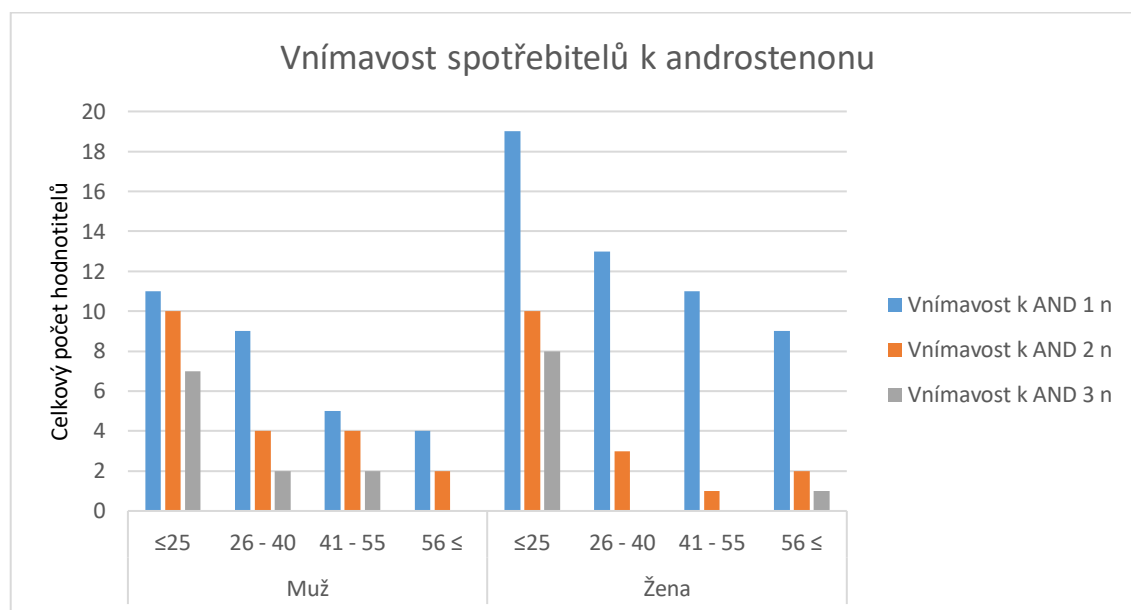
Graf č. 4: Vnímavost spotřebitelů ke skatolu podle místa bydliště a pohlaví



Na grafu č. 4 jsou znázorněny výsledky vnímavosti ke skatolu podle bydliště od všech hodnotitelů. Nejvíce vnímavé ke skatolu jsou ženy z města. Z grafu vyplývá, že na vnímavost ke skatolu nemá bydliště tak velký vliv, jako na vnímavost k androstenonu. Zároveň ke skatolu jsou spotřebitelé více vnímaví než k androstenonu. Oba vzorky poznalo 75,76 % mužů a 87,8 % žen z města a 92,59 % mužů a 91,67 % žen z venkova. Alespoň jeden ze dvou vzorků poznalo 21,21 % mužů a 12,2 % žen z města a 3,7 % mužů a 8,33 % žen z venkova. Žádný ze dvou vzorků nepoznali pouze muži (3,03 % z města a 3,7 % z venkova).

5.1.2 Vnímovost spotřebitelů k androstenonu a skatolu podle věku

Graf č. 5: Vnímovost spotřebitelů k androstenonu podle věku a pohlaví



Na grafu č. 5 jsou znázorněny výsledky vnímavosti k androstenonu podle věku od všech hodnotitelů. Nejvíce vnímavé jsou k androstenonu ženy mladší 25 let. Naopak nejméně vnímaví jsou k androstenonu muži starší 56 let. Z grafu vyplývá, že vnímavost k androstenonu klesá se stoupajícím věkem spotřebitelů. Oba vzorky poznali nejčastěji ženy ve věku 41 – 55 let (91,67 %), následovali ženy ve věku 26 – 40 let (81,25 %), dále ženy (75 %) a muži (66,67 %) starší 56 let. Alespoň jeden ze dvou vzorků poznali nejčastěji muži ve věku 41 – 55 let (36,36 %), následovali muži mladší 25 let (35,71 %), dále muži starší 56 let (33,33 %) a ženy mladší 25 let (27,03 %). Žádný ze dvou vzorků nejčastěji nepoznali muži (25 %) a ženy (21,62 %) mladší 25 let, dále muži ve věku 41 – 55 let (18,18 %), muži ve věku 26 – 40 let (13,33 %) a pouze 8,33 % žen starších 56 let.

Tabulka č. 8: Vnímavost mužů k androstenonu podle věku

| Vnímavost mužů k androstenonu podle věku | | | | |
|--|-------------|--------------|--------------|-----------|
| ≤25 | 26 - 40 | 41 - 55 | 56 ≤ | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | |
| 1,857 ± 0,14 | 1,533 ± 0,2 | 1,727 ± 0,23 | 1,333 ± 0,31 | 0,358 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchytky (1s mean ± σ)
Indexy a, b označují rozdíly, které jsou statisticky významné na hladině p < 0,05

V tabulce č. 8 jsou znázorněny rozdíly ve vnímavosti mužů k androstenonu podle věku. Z tabulky vyplývá, že věk nemá statisticky významný vliv na vnímavost mužů k androstenonu.

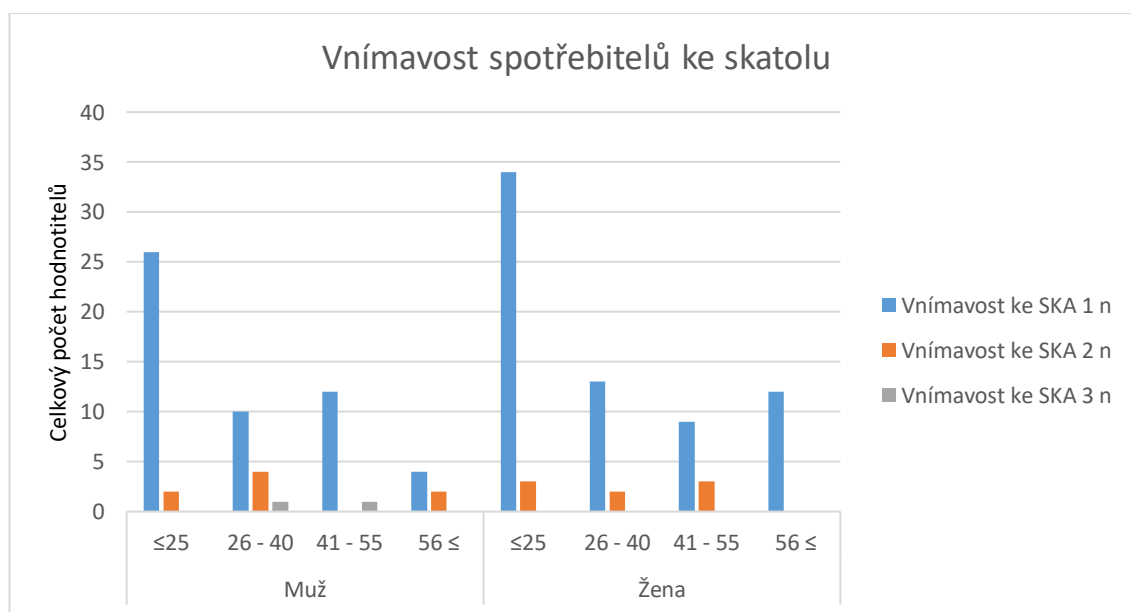
Tabulka č. 9: Vnímavost žen k androstenonu podle věku

| Vnímavost žen k androstenonu podle věku | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| ≤25 | 26 - 40 | 41 - 55 | 56 ≤ | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | |
| 1,703 ^a ± 0,11 | 1,188 ^b ± 0,16 | 1,083 ^b ± 0,19 | 1,333 ± 0,19 | 0,011 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchytky (1s mean ± σ)
Indexy a, b označují rozdíly, které jsou statisticky významné na hladině p < 0,05

V tabulce č. 9 jsou znázorněny rozdíly ve vnímavosti žen k androstenonu podle věku. Z tabulky vyplývá, že věk má statisticky významný vliv na vnímavost žen k androstenonu. Ženy ve věku 41 – 55 a 26 – 40 let jsou k androstenonu méně vnímavé, než ženy mladší 25let.

Graf č. 6: Vnímavost spotřebitelů ke skatolu podle věku a pohlaví



Na grafu č. 6 jsou znázorněny výsledky vnímavosti ke skatolu podle věku od všech hodnotitelů. Nejvíce vnímavé jsou ke skatolu ženy mladší 25 let. Naopak nejméně jsou vnímaví ke skatolu muži starší 56 let. Z grafu vyplývá, že ke skatolu jsou nejvnímavější spotřebitelé mladší 25 let. Dále se vnímavost liší v závislosti na pohlaví.

Nejvíce vnímaví ke skatolu jsou muži mladší 25 let. Druhou nejvíce vnímavou kategorií u mužů jsou spotřebitelé ve věku 41-55 let, dále spotřebitelé ve věku 26-40 let a nejméně vnímaví jsou spotřebitelé starší 56 let. Nejvíce vnímavé ke skatolu jsou ženy mladší 25 let. Druhou nejvíce vnímavou kategorií u žen jsou spotřebitelky ve věku 26-40 let, dále spotřebitelky starší 56 let a nejméně vnímavé jsou spotřebitelky ve věku 41-55 let.

Oba vzorky poznali všechny ženy starší 56 let (100 %), následovali muži (92,86 %) a ženy (91,89 %) mladší 25 let a muži ve věku 41 – 55 let (90,91 %). Alespoň jeden ze dvou vzorků poznali nejčastěji muži starší 56 let (33,33 %), následovali muži ve věku 26 – 40 let (26,67 %), dále ženy ve věku 41 – 55 let (25 %) a ženy ve věku 26 – 40 let (12,5 %). Žádný ze dvou vzorků nepoznali jen muži ve věku 41 – 55 let (9,09 %) a 26 – 40 let (6,67 %).

5.2 Test individuální citlivosti spotřebitelů k androstenonu a skatolu

Tabulka č. 10: Individuální citlivost spotřebitelů k androstenonu podle pohlaví

| Individuální citlivost k androstenonu podle pohlaví | | |
|---|--------------|-----------|
| Muži | Ženy | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | |
| 4,027 ± 0,2 | 3,595 ± 0,17 | 0,077 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

Tabulka č. 11: Individuální citlivost spotřebitelů k androstenonu podle bydliště

| Individuální citlivost spotřebitelů k androstenonu podle bydliště | | |
|---|--------------|-----------|
| Město | Venkov | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | |
| 3,958 ± 0,17 | 3,663 ± 0,21 | 0,252 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

Tabulka č. 12: Individuální citlivost spotřebitelů k androstenonu podle věku

| Individuální citlivost spotřebitelů k androstenonu podle věku | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|-----------|
| ≤25 | 26 - 40 | 41 - 55 | 56 ≤ | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | |
| 4,102 ± 0,18 | 3,848 ± 0,26 | 3,764 ± 0,29 | 3,529 ± 0,34 | 0,461 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

V tabulkách č. 10, 11 a 12 jsou znázorněny rozdíly v individuální citlivosti spotřebitelů k androstenonu. Kdy čím nižší hodnota tím nepříjemnější je vnímání androstenonu. Z tabulek

č. 10, 11 a 12 vyplývá, že pohlaví, bydliště ani věk nemá statisticky významný vliv na individuální citlivost spotřebitelů k androstenonu. U efektu pohlaví je patrný trend toho, že ženy častěji hodnotily androstenon negativně. Tento trend sice není průkazný, ale při větším počtu hodnotitelů by se mohl průkazně projevit. Většina mužů označila pach androstenonu jako trochu nepříjemný. Oproti tomu většina žen označila pach androstenonu jako mírně nepříjemný.

Tabulka č. 13: Individuální citlivost spotřebitelů ke skatolu podle pohlaví

| Individuální citlivost ke skatolu podle pohlaví | | |
|---|-------------|-----------|
| Muži | Ženy | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | |
| 2,804 ± 0,22 | 2,681 ± 0,2 | 0,656 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

Tabulka č. 14: Individuální citlivost spotřebitelů ke skatolu podle bydliště

| Individuální citlivost spotřebitelů ke skatolu podle bydliště | | |
|---|--------------|-----------|
| Město | Venkov | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | |
| 3,958 ± 0,17 | 3,663 ± 0,21 | 0,252 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

Tabulka č. 15: Individuální citlivost spotřebitelů ke skatolu podle věku

| Individuální citlivost spotřebitelů ke skatolu podle věku | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|-----------|
| ≤25 | 26 - 40 | 41 - 55 | 56 ≤ | p-hodnota |
| mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | mean ± σ | |
| 2,636 ± 0,2 | 2,562 ± 0,29 | 2,781 ± 0,33 | 2,990 ± 0,39 | 0,811 |

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty průměru a směrodatné odchylky (ls mean ± σ)

V tabulkách č. 13,14 a 15 jsou znázorněny rozdíly v individuální citlivosti spotřebitelů ke skatolu. Z tabulek vyplývá, že pohlaví, bydliště ani věk nemá statisticky významný vliv na individuální citlivost spotřebitelů ke skatolu.

6 Diskuze

6.1 Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu

Citlivost vůči androstenonu se velmi liší a studie je velmi těžké sjednotit z důvodu rozdílných metodik. V dříve provedených studiích se uvádí, že bez ohledu na použitou metodiku se procento hodnotitelů citlivých vůči androstenonu pohybuje okolo 45 % (Bekaert et al. 2011, Font-i-Furnols 2012). Některé studie udávají procento nižší 19 až 39 % (Aaslyng et al. 2013, Font-i-Furnols et al. 2016, Lunde et al. 2012, Weiler et al. 2000), některé naopak uvádějí procento vyšší 73 % (Meier-Dinkel et al. 2013). Z výsledků také vyplynulo, že ženy (19,3 – 77 %) jsou k androstenonu vnímavější než muži (15,6 – 69 %) (Font-i-Furnols 2012). K tomuto tvrzení se připojuje i několik dalších studií, které udávají citlivost u mužů 21 - 38,3 % a u žen 33 - 51,1 % (Aaslyng et al. 2013, Bekaert et al. 2011). Rozdíly mezi výsledky studií by mohly být způsobeny tím, že byly prováděny v různých státech a regionech. V některých státech, jako je například Španělsko nebo Velká Británie, jsou spotřebitelé ke kančímu pachu méně vnímaví než spotřebitelé z ostatních zemí (De Kock et al. 2001). Vnímavost ke kančímu pachu může být ovlivněna i kulinařskými zvyky a spotřebitelskými preferencemi (Povod et al. 2020).

V naší studii byl k odhalení citlivosti použit trojúhelníkový test, kde oba pozitivní vzorky určilo 48,33 % mužů a 67,53 % žen. Ze statistické analýzy vyplynulo, že ženy jsou k androstenonu průkazně vnímavější než muži. Citlivost českých spotřebitelů k androstenonu je poměrně vysoká. Zákaz kastrace selat a přechod na výkrm kanečků by tak mohl omezit spotřebu vepřového masa. Jak bylo zjištěno v předchozích studiích, například Aluwé et al. 2018, citlivost na androstenon zvyšuje šanci, že spotřebitelé nebudou mít rádi výrobky z kančího masa.

Na rozdíl od androstenonu je skatol vnímán 99 % spotřebitelů a je považován za nepřijemný, ale procento poražených kanců s vysokým obsahem skatolu je mnohem nižší než procento poražených zvířat s vysokou koncentrací androstenonu (Borrisser-Pairó et al. 2016, Font-i-Furnols et al. 2003). V některých zdrojích se uvádí vnímavost ke skatolu 82 % (Meier-Dinkel et al. 2013) a někteří autoři uvádí hodnoty 60 až 70 % (Font-i-Furnols et al. 2016). Důležité jsou odchylky ve stravovacích návycích, protože zpracování, koření i podávání mají významný vliv na vnímání kančího pachu (Babol et al. 2002).

V naší studii byl k odhalení citlivosti použit trojúhelníkový test, kde oba pozitivní vzorky určilo 83,33 % mužů a 89,61 % žen. Tento výsledek poukazuje na to, že pohlaví nemá významný vliv na vnímavost ke skatolu, což ve své studii potvrzuje i Aaslyng et al. (2013).

6.1.1 Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu podle místa bydliště

Spotřebitelé v rámci země mají také různou citlivost na skatol a androstenon – někteří jsou velmi citliví a jiní jsou na androstenon zcela anosmičtí (Claudi-Magnussen 2006). S tímto tvrzením souhlasí i další studie, kde mezi šesti testovacími místy byly zjištěny významné rozdíly v citlivosti na androstenon (Bekaert et al. 2011).

Dle našich výsledků byli k androstenonu více vnímavější spotřebitelé z města než z venkova, ačkoliv dle statistické analýzy jsou tyto výsledky neprůkazné. Na rozdíl mezi

citlivostí k androstenonu mezi venkovskými a městskými spotřebiteli poukazují i některé další studie (Font-i-Furnols 2012). Vyšší vnímavost spotřebitelů z města by mohla být zapříčiněna tím, že se s tímto pachem nikdy předtím nesetkali. Nejvíce citlivé byly ženy z města, následovaly ženy z venkova a muži z města. Naopak nejméně citliví byli muži z venkova. Na vnímavost ke skatolu nemá oblast bydliště (město/venkov) tak velký vliv, jako na vnímavost k androstenonu. V tomto případě nejvíce citlivé byly ženy z města, následovaly ženy z venkova. U mužů nebyl mezi městem a venkovem rozdíl.

Podle Aluwé et al. (2018) by mohl rozdíl vysvětlovat zvyk spotřebitelů na určité masné výrobky. Ve venkovských oblastech byly tradičně prováděny domácí porážky a vyráběny masné výrobky, což by mohlo vysvětlovat nižší vnímavost venkovských spotřebitelů ke kančímu pachu.

6.1.2 Vnímavost spotřebitelů k androstenonu a skatolu podle věku

Rozdíly ve vnímavosti kančího pachu závisí na věku spotřebitele (Matthews et al. 2000). V provedené studii Font-i-Furnols et al. (2003) se uvádí, že procento citlivosti s věkem stoupá až do dosažení 60. roku věku, kdy se začíná snižovat. S tímto názorem souhlasí i další studie Matthews et al. (2000), ve které se uvádí, že nejstarší skupina spotřebitelů byla nejméně vnímavá. Zvýšení citlivosti do 60 let lze částečně vysvětlit rozvojem citlivosti na androstenon u zdánlivě anosmických lidí, ale nárůst je poměrně vysoký (21,4-40 %). Pokles citlivosti po tomto věku je pravděpodobně způsoben tím, že stárnutí snižuje chuťové a pachové smysly. Přijatelnost pachu byla významně odlišná pouze mezi nejstarší (61 – 75 let) a nejmladší (18 – 25 let) skupinou (Font-i-Furnols et al. 2003). V další studii Bekeart et al. (2011) uvádí, že nejnižší vnímavost byla zjištěna u nejstarší skupiny osob (80-100 let). Z těchto výsledků můžeme říci, že věk konzumentů je důležitým faktorem pro jejich přijatelnost vepřového masa a také pro jejich citlivost na vůni androstenonu (Font-i-Furnols et al. 2003). Naopak v jiné studii nebyla citlivost na androstenon věkem ovlivněna (Blanch et al. 2012).

V naší studii byli respondenti rozděleni do čtyř skupin dle věku. Podíl respondentů, kteří určili oba správné vzorky androstenonu v trojúhelníkovém testu byl menší u starších skupin respondentů. Při hodnocení vzorků skatolu však nebyla zjištěna významná souvislost mezi vnímavostí spotřebitelů a jejich věkem. Nejvíce vnímaví byli spotřebitelé mladší 25 let. V ostatních skupinách nebyly pozorovány významné rozdíly. Vnímavost nejmladší skupiny spotřebitelů může být způsobena tím, že se s tímto pachem ještě nikdy nesetkala. Naopak starší spotřebitelé se pravděpodobně s tímto pachem během života již setkali, a proto k němu nejsou tolik vnímaví.

Dle statistické analýzy je vnímavost spotřebitelů k androstenonu podle věku průkazná. Spotřebitelé mladší 25 let jsou k androstenonu více vnímaví než starší spotřebitelé. Největší rozdíl je patrný mezi ženami. Což odpovídá tomu, že ženy jsou k androstenonu více vnímavé než muži. Ženy mladší 25 let jsou k androstenonu vnímavější než ženy ve věku 26 – 40 a 41 a 55 let. Může to být způsobeno životním stylem, kdy v současné době mladší lidé přicházejí se zemědělstvím méně do kontaktu, než bylo obvyklé dříve. Tedy dříve se lidé mohli s tímto pachem běžně setkat, zatímco v dnešní době to již tak obvyklé není.

6.2 Test individuální citlivosti spotřebitelů k androstenonu a skatolu

Lunde et al. (2010) uvedl, že přibližně 60 % spotřebitelů je na androstenon necitlivých, ale asi 40 % spotřebitelů je vysoce citlivých a bude negativně reagovat na maso obsahující vyšší hladiny androstenonu. Výsledky předchozích studií ukázaly, že necitliví spotřebitelé akceptovali všechny hladiny androstenonu ve vzorcích. Citliví spotřebitelé při hodnocení vzorků androstenonu označili vzorky s vyššími hladinami androstenonu jako více nepříjemné (Lunde et al. 2010). I když se očekává, že většina spotřebitelů dokáže skatol rozpoznat, pouze 5-6 % spotřebitelů bylo vůči skatolu klasifikováno jako vysoce citlivých. Tento rozdíl byl konstantní s věkem a nebyl pozorován žádný rozdíl mezi pohlavími (Aaslyng et al. 2013).

V naší studii spotřebitelé do předloženého protokolu na stupnici od 1 do 9 uvedli, zda jim byl pach vzorku příjemný nebo nepříjemný, kdy: 1 – mimořádně nepříjemný, 9 – mimořádně příjemný. Ze statistické analýzy vyplývá, že pohlaví, bydliště ani věk nemá významný vliv na individuální citlivost spotřebitelů k androstenonu ani ke skatolu. U efektu pohlaví je patrný trend toho, že ženy častěji hodnotili androstenon negativně. De Kock et al. (2001) uvedl, že schopnost cítit androstenon je částečně geneticky podmíněna a převažuje u žen.

Ženy vzorek androstenonu nejčastěji označily jako mírně nepříjemný a muži jako trochu nepříjemný. Jsou i náznaky, že androstenon některé ženy přijímají pozitivně z toho důvodu, že se jedná o pohlavní hormon. Častější negativní reakce žen na androstenon potvrdil ve své studii i De Kock et al. (2001), zároveň souhlasí i s tvrzením, že někteří jedinci nevnímají androstenon jako nepříjemný pach. Rozdílné vnímání vzorků mezi ženami a muži zmínil i Povod et al. (2020). Stejně jako ve studii, kterou provedl Lunde et al. (2010), tak i v naší studii vzorek skatolu muži i ženy označili jako velmi nepříjemný. Negativní reakce spotřebitelů mohou být vysvětleny tím, že maso pocházející z kanečků se v České republice příliš nevyužívá, s tímto tvrzením souhlasí i Povod et al. (2020).

7 Závěr

Cílem práce bylo zpracovat literární rešerši mapující situaci v chovu kanečků, možnou detekci kančího pachu v kančím mase, a především faktory působící na vnímavost kančího pachu konzumenty/spotřebiteli. Dalším cílem bylo ověřit stanovené hypotézy:

- 1. Citlivost k androstenonu bude významně nižší u mužů v porovnání s ženami. První hypotéza byla potvrzena. Oba vzorky androstenonu poznalo 48,33 % mužů a 67,53 % žen. Většina mužů označila pach androstenonu jako trochu nepříjemný. Oproti tomu většina žen označila pach androstenonu jako mírně nepříjemný.
- 2. Citlivost ke skatolu bude významně nižší u mužů v porovnání s ženami. Druhá hypotéza byla vyvrácena. Neexistuje statisticky významný rozdíl ve vnímavosti spotřebitelů (mužů a žen) ke skatolu. Vůči skatolu bylo citlivých 83,33 % mužů a 89,61 % žen. Zároveň ženy poznaly vždy alespoň 1 vzorek.
- 3. Obyvatelé venkova budou k androstenonu a skatolu méně vnímaví než obyvatelé měst. Třetí hypotéza byla vyvrácena. Neexistuje statisticky významný rozdíl ve vnímavosti k androstenonu a skatolu u spotřebitelů pocházejících z města nebo z venkova. Přičemž u skatolu byl ve výsledcích naznačen trend toho, že spotřebitelé z města jsou o něco vnímavější než spotřebitelé z venkova.

Díky výsledkům této práce můžeme říct, že vnímání kančího pachu závisí na mnoha faktorech, kterými mohou být individualita spotřebitele (vnímání androstenonu a skatolu, pohlaví, věk) nebo typu masného výrobku (hladina androstenonu, skatolu a jejich kombinace, partie). Vzhledem k výrazné citlivosti k oběma hlavním složkám kančího pachu (androstenonu a skatolu) u spotřebitelů v České republice, by bylo vhodné se zaměřit na detekci na jatkách, případně ještě během výkrmu a snížení kančího pachu u vykrmovaných zvířat.

8 Literatura

- 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.
- Aaslyng MD, Kristensen L, Brockhoff PB, Rune H, Christensen RH, Broge EHL. 2013. Danish consumers' sensitivity towards the boar taint compounds androstenone and skatole. 59th International Congress of Meat Science and Technology, Izmir.
- Aluwé M, et al. 2018. Consumer acceptance of minced meat patties from boars in four European countries. *Meat Science* **137**:235-243.
- Aluwé M, et al. 2022. Consumer evaluation of meat quality from barrows, immunocastrates and boars in six countries. *Animal* **16**:1-10.
- Aluwé M, Millet S, Bekaert KM, Tuyttens FAM, Vanhaecke L, De Smet S, De Brabander DL. 2011. Influence of breed and slaughter weight on boar taint prevalence in entire male pigs. *Animal* **5**:1283-1289.
- 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.
- 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.
- 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.
- Bernardy J. 2010. Kastrace prasat jako evropské dilema. *Veterinářství* **60**:372-374.
- Bilić-Šobot D, Čandek-Potokar M, Kubale V, Škorjanc D. 2014. Boar taint: interfering factors and possible ways to reduce it. *Agricultura* **11**:35-48.
- Blanch M, Panella-Riera N, Chevillon P, Font i Furnols M, Gil M, Kallas Z, Oliver MA. 2012. Impact of consumer's sensitivity to androstenone on acceptability of meat from entire male pigs in three European countries: France, Spain and United Kingdom. *Meat science* **90**:572-578.
- Bonneau M. 2006. Factors affecting the level of androstenone. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**:1-3.
- Bonneau M, Chevillon P. 2012. Acceptability of entire male pork with various levels of androstenone and skatole by consumers according to their sensitivity to androstenone. *Meat Science* **90**:330-337.
- Bonneau M, Weiler U. 2019. Pros and cons of alternatives to piglet castration: Welfare, boar taint, and other meat quality traits. *Animals* **9**:884.
- Borrisser-Pairó F, Kallas Z, Panella-Riera N, Avena M, Ibáñez M, Olivares A, Gil JM, Oliver MA. 2016. Towards entire male pigs in Europe: A perspective from the Spanish supply chain. *Research in Veterinary Science* **107**:20-29.
- Borrisser-Pairó F, Panella-Riera N, Zammerini D, Olivares A, Garrido MD, Martínez B, Gil M, García-Regueiro JA, Oliver MA. 2016. Prevalence of boar taint in commercial pigs from Spanish farms. *Meat Science* **111**:177-182.
- Boudný J, Špička J. 2012. The effect of production efficiency on economic results in pig breeding. *Research in Pig Breeding* **6**:1-8.

- Burgeon C, Debliqui M, Lahem D, Rodriguez J, Ly A, Fauconnier ML. 2021. Past, present, and future trends in boar taint detection. *Trends in Food Science & Technology* **112**:283-297.
- Claudi-Magnussen C. 2006. The consumers' view/reaction. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**:1-2.
- ČSÚ. 2019. Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů. Available from: <https://www.czso.cz/documents/10180/122733916/2701392001.pdf/6a6c85ce-5334-409b-93e1-fab400fc542e?version=1.3> (accessed October 2021).
- De Briyne N, Berg C, Blaha T, Temple D. 2016. Pig castration: will the EU manage to ban pig castration by 2018? *Porcine health management* **2**:1-11.
- De Kock HL, van Heerden SM, Heinze PH, Dijksterhuis GB, Minnaar A. 2001. Reaction to boar odour by different South African consumer groups. *Meat Science* **59**:353-362.
- Dostálová A, Koucký M. 2008. Výkrm kanečků v podmínkách ekologického zemědělství. Výzkumný ústav živočišné výroby, Uhřetěves.
- Drag M, Skinkytė-Juskienė R, Do DN, Kogelman LJA, Kadarmideen HN. 2017. Differential expression and co-expression gene networks reveal candidate biomarkers of boar taint in non-castrated pigs. *Scientific reports* **7**:1-18.
- Dugué C, Prunier A, Mercat MJ, Monziols M, Blanchet B, Larzul C. 2020. Genetic determinism of boar taint and relationship with growth traits, meat quality and lesions. *Animal* **14**:1333-1341.
- Engesser D. 2015. Alternatives for boar taint reduction and elimination besides surgical castration and destroying testicular tissue. Institute of Food Hygiene, Leipzig.
- Font-i-Furnols M. 2012. Consumer studies on sensory acceptability of boar taint: A review. *Meat Science* **92**:319-329.
- Font-i-Furnols M, Aaslyng MD, Backus GBC, Han J, Kuznetsova TG, Panella-Riera N, Semanova AA, Zhang Y, Oliver MA. 2016. Russian and Chinese consumers' acceptability of boar meat patties depending on their sensitivity to androstenone and skatole. *Meat Science* **121**:96-103.
- 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, Guerrero L. 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science* **98**:361-371.
- Font-i-Furnols M, Martin-Bernal R, Aluwé M, Bonneau M, Haugen JE, Mörlein D, Mörlein J, Panella-Riera N, Škrlep M. 2020. Feasibility of on/at line methods to determine boar taint and boar taint compounds: An overview. *Animals* **10**:1886.
- Fredriksen B, Johnsen AMS, Skuterud E. 2011. Consumer attitudes towards castration of piglets and alternatives to surgical castration. *Research in Veterinary Science* **90**:352-357.
- Frieden L, Looft C, Tholen E. 2011. Breeding for reduced boar taint. *Lohmann Information* **46**:21-27.
- Giersing M, Ladewig J, Forkman B. 2006. Animal welfare aspects of preventing boar taint. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**:1-3.
- Harlizius B, Mathur P, Knol EF. 2020. Breeding for resilience: new opportunities in a modern pig breeding program. *Journal of Animal Science* **98**:150-154.

- Heyrman E, Millet S, Tuytens FAM, Ampe B, Janssens S, Buys N, Wauters J, Vanhaecke L, Aluwé M. 2018. On farm intervention studies on reduction of boar taint prevalence: Feeding strategies, presence of gilts and time in lairage. *Veterinary Science* **118**:508-516.
- Hofmo PO. 2006. Sperm sorting and low-dose insemination in the pig-an update. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**:1-3.
- Horgan R. 2006. Piglet castration and EU animal welfare legislation. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**:1-4.
- Jedlička M. 2020. Evropa volá po zákazu chirurgické kastrace. Available from: <https://www.naschov.cz/evropa-vola-po-zakazu-chirurgicke-kastrace/> (accessed October 2021).
- Jensen BB. 2006. Prevention of boar taint in pig production. Factors affecting the level of skatole. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**:1-4.
- Kress K, Millet S, Labussière É, Weiler U, Stefanski V. 2019. Sustainability of pork production with immunocastration in Europe. *Sustainability* **11**:1-20.
- Kyriazakis I, Whittemore CT. 2006. Whittemore's science and practise of pig production. Blackwell publishing, Oxford.
- Lunde K, Egelanddal B, Skuterud E, Mainland JD, Lea T, Hersleth M, Matsunami H. 2012. Genetic variation of an odorant receptor OR7D4 and sensory perception of cooked meat containig androstenone. *PloS one* **7**:1-7.
- Lunde K, Skuterud E, Hersleth M, Egelanddal B. 2010. Norwegian consumers' acceptability of boar tainted meat with different levels of androstenone or skatole as related to their androstenone sensitivity. *Meat Science* **86**:706-711.
- 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, Gertheiss J, Müller S, Wesoly R, Mörlein D. 2015. Evaluating the performance of sensory quality control: The case of boar taint. *Meat Science* **100**:73-84.
- 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.
- Needham T, Gous RM, Lambrechts H, Pieterse E, Hoffman LC. 2020. Combined effects of dietary protein, ractopamine, and immunocastration on boar taint compounds, and using testicle parameters as an indicator of succes. *Foods* **9**:1665.
- OECD. 2021. Meat consumption. OECD. Available from https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/meat-consumption/indicator/english_fa290fd0-en (accessed February 2022).
- Panella-Riera N, Blanch M, Kallas Z, Chevillon P, Garavaldi A, Gil M, Gil JM, Font-i-Furnols M, Oliver MA. 2016. Consumers' segmentation based on the acceptability of meat from entire male pigs with different boar taint levels in four European countries: France, Italy, Spain and United Kingdom. *Meat science* **114**:137-145.
- Panella-Riera N, Blanch M, Kallas Z, Gil JM, Oliver MA, Font i Furnols M. 2011. Acceptability of meat with different levels of boar taint compounds for Spanish and English consumers. Book of abstracts of The 62nd Annual Meeting of the European Association of Animal Science 155.

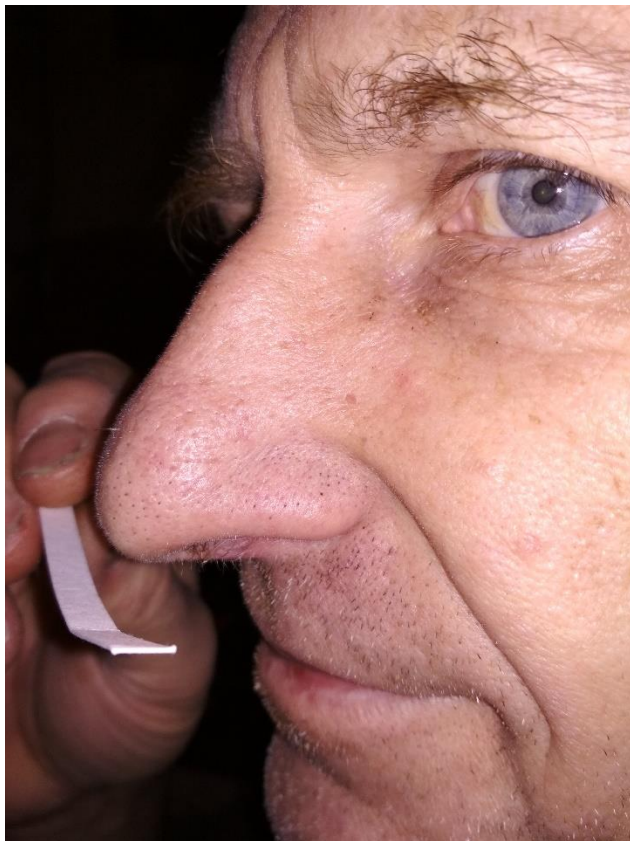
- Park YJ, Kwon KJ, Song WH, Pang WK, Ryu DY, Rahman MS, Pang MG. 2021. New technique of sex preselection for increasing female ratio in boar sperm model. *Reproduction in Domestic Animals* **56**:333-341.
- Pause BM, Rogalski KP, Sojka B, Ferstl R. 1999. Sensitivity to androstenone in female subjects is associated with an altered brain response to male body odor. *Physiology & Behavior* **68**:129-137.
- Povod M, Bankovska I, Shpetnyi M, Mykhalko O. 2020. Particularity of sensory evaluation of “boar taint” in the pork by consumers. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* **20**:389-394.
- Prunier A, Bonneau M, von Borell EH, Cinotti S, Gunn M, Fredriksen B, Giersing M, Morton DB, Tuytens FAM, Velarde A. 2006. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare* **15**:277-289.
- Prusa K, Nederveld H, Runnels PL, Li R, King VL, Crane JP. 2011. Prevalence and relationships of sensory taint, 5 α -androstenone and skatole in fat and lean tissue from the loin (*Longissimus dorsi*) of barrows, gilts, sows, and boars from selected abattoirs in the United States. *Meat Science* **88**:96-101.
- Quiniou N, Courboulay V, Salaün Y, Chevillon P. 2010. Impact of the non castration of male pigs on growth performance and behaviour-comparison with barrows and gilts. 61st Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Heraklion.
- Ranheim B, Haga HA. 2006. Local anaesthesia for pigs subject to castration. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**:1-3.
- Samoré AB, Fontanesi L. 2016. Genomic selection in pigs: state of the art and perspectives. *Italian Journal of Animal Science* **15**:211-232.
- Squires EJ, Bone C, Cameron J. 2020. Pork production with entire males: Directions for control of boar taint. *Animals* **10**:1665.
- 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.
- Strathe AB, Velander IH, Mark T, Kadarmideen HN. 2013. Genetic parameters for androstenone and skatole as indicators of boar taint and their relationship to production and litter size traits in Danish Landrace. *Journal of Animal Science* **91**:2587-2595.
- Swatland HJ. 2002. On-line monitoring of meat quality. *Meat processing* **10**:193-212.
- Škrlep M, Batorek LN, Prevolnik PM, Tomažin U, Labussière E, Čandek-Potokar M. 2015. The effect of dietary fibre content on skatole and indole production in faeces of immunocastrated male pigs. *PoljoPrivreda* **21**:182-185.
- Tomasevic I, Bahelka I, Čandek-Potokar M, Čitek J, Djekić I, Djurkin Kušec I, Getya A, Guerrero L, Iordachescu G, Nakov D, et al. 2020. Attitudes and beliefs of Eastern European consumers towards piglet castration and meat from castrated pigs. *Meat Science* **160**.
- Trautmann J, Gertheiss J, Wicke M, Mörlein D. 2014. How olfactory acuity affects the sensory assesment of boar fat: A proposal for quantification. *Meat science* **98**:255-262.
- Vanhonacker F, Verbeke W, Tuytens FAM. 2009. Belgian consumers’ attitude towards surgical castration and immuno-castration of piglets. *Animal Welfare* **18**:371–380.

- Vanhonacker F, Verbeke W. 2011. Consumer response to the possible use of a vaccine method to control boar taint v. physical piglet castration with anaesthesia: a quantitative study in four European countries. *Animal* **5**:1107-1118.
- Verplanken K, Stead S, Jandova R, Van Poucke C, Claereboudt J, Bussche JV, De Saeger S, Takats Z, Wauters J, Vanhaecke L. 2017. Rapid evaporative ionization mass spectrometry for high-throughput screening in food analysis: The case of boar taint. *Talanta* **169**:30-36.
- Wauters J, Vercruyse V, Aluwé M, Verplanken K, Vanhaecke L. 2016. Boar taint compound levels in back fat versus meat products: Do they correlate? *Food Chemistry* **206**: 30-36.
- Weiler U, Bonneau M. 2019. Why it is so difficult to end surgical castration of boars in Europe: Pros and cons of alternatives to piglet castration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **333**:1-7.
- 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.
- Wesoly R, Weiler U. 2012. Nutritional influences on skatole formation and skatole metabolism in the pig. *Animals* **2**:221-242.
- Xingfa H, Min Z, Xiaohan C, Xiaogang D, Fengyan M, Guixian B, Fanli K, Anqi H, Xianyin Z. 2019. Mechanistic insight into the role of immunocastration on eliminating skatole in boars. *Theriogenology* **131**:32-40.
- Yunes MC, Teixeira DL, von Keyserlingk MAG, Hötzel MJ. 2019. Is gene editing an acceptable alternative to castration in pigs? *PloS ONE* **14**:1-18.
- Zadinová K, Stupka R, Stratil A, Čítek J, Vehovský K, Urbanová D. 2016. Boar taint - the effects of selected candidate genes associated with androstenone and skatole levels - a review. *Animal Science Papers and Reports* **34**:107-128.
- Zamaratskaia G. 2004. Factors involved in the development of boar taint. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Zamaratskaia G, Squires EJ. 2008. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* **3**:1508-1521.

9 Samostatné přílohy



*Příloha 1. Zakódované vzorky androstenonu a skatolu v trojúhelníkovém testu
Autor: Průchová 2022*



*Příloha 2. Sensorická analýza pomocí trojúhelníkové zkoušky
Autor: Průchová 2022*

Čichové vyhodnocení vzorku

Máte tři zkumavky s pachovými papírky. Dva z nich jsou stejné, jeden se bude lišit. Vaším úkolem je najít rozdílný vzorek. Vezměte první zkumavku, vyjměte papírek ze zkumavky a krátce přičichněte (dvakrát až třikrát) na vyznačené ploše. Potom vraťte papírek do zkumavky. Nyní postupujte stejně s dalšími dvěma zkumavkami.

Když jste všechny tři vzorky očichali, uveďte, který z nich je rozdílný vzorek. Pokud si nejste naprosto jisti, že je to rozdílný vzorek, uveďte prosím "nejlepší odhad".

Poté napište, zda vzorek voní příjemně nebo nepříjemně. Pokud nic necítíte, označte prosím "neutrální". Předtím, než začnete s dalším trojúhelníkovým testem, neutralizujte vůni v nose přičichnutím k vašemu předloktí.

Trojúhelníkový test 1 Číslo vzorku, který se liší:

Celkový vjem:

| Mimořádně nepříjemné | Velmi nepříjemné | Mírně nepříjemné | Trochu nepříjemné | Neutrální | Trochu příjemné | Mírně příjemné | Velmi příjemné | Mimořádně příjemné |
|----------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|
| | | | | | | | | |

Trojúhelníkový test 2 Číslo vzorku, který se liší:

Celkový vjem:

| Mimořádně nepříjemné | Velmi nepříjemné | Mírně nepříjemné | Trochu nepříjemné | Neutrální | Trochu příjemné | Mírně příjemné | Velmi příjemné | Mimořádně příjemné |
|----------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|
| | | | | | | | | |

Trojúhelníkový test 3 Číslo vzorku, který se liší:

Celkový vjem:

| Mimořádně nepříjemné | Velmi nepříjemné | Mírně nepříjemné | Trochu nepříjemné | Neutrální | Trochu příjemné | Mírně příjemné | Velmi příjemné | Mimořádně příjemné |
|----------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|
| | | | | | | | | |

Trojúhelníkový test 4 Číslo vzorku, který se liší:

Celkový vjem:

| Mimořádně nepříjemné | Velmi nepříjemné | Mírně nepříjemné | Trochu nepříjemné | Neutrální | Trochu příjemné | Mírně příjemné | Velmi příjemné | Mimořádně příjemné |
|----------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|
| | | | | | | | | |

Příloha 3. Příklad nevyplněného dotazníku