

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



**Vliv živé hmotnosti a věku kanečků na úroveň
produkčních znaků a výskyt kančího pachu**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Anna Shaposhnikova

Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Stupka, CSc.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv živé hmotnosti a věku kanečků na úroveň produkčních znaků a výskyt kančího pachu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.04.2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Romanu Stupkovi, CSc. za užitečné rady a pomoc při vypracování. Dále děkuji své rodině za velkou podporu.

Vliv živé hmotnosti a věku kanečků na úroveň produkčních znaků a výskyt kančího pachu

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá tématem výkrmu kanečků v souvislosti s výskytem kančího zápachu. V současné době jsou ve většině zemí kanečci v raném věku chirurgicky kastrováni, a to bez použití anestezie či analgezie. Tento způsob kastrace by však z důvodu bolestivosti, a tím porušování welfare zvířat, měl od roku 2018 přestat být používán.

Ekonomicky nejefektivnější alternativou do budoucnosti se jeví výkrm kanečků. Avšak u nekastrovaných samců prasat dochází k výskytu nežádoucího pachu zvaného kančí zápach. Za výskyt kančího pachu jsou zodpovědné především chemické sloučeniny, a to androstenon, skatol a indol. Nejvíce je zodpovědnost za výskyt pachu přisuzována právě steroidnímu hormonu androstenonu, jehož zápach je přirovnáván k zápachu moči a je tvořen ve varlatech kanců, a dále skatolu, jež je tvořen v tlustém střevě kanečků a jeho zápach je nejvíce podobný zápachu fekálií či kafru.

Existuje několik způsobů, jak výskyt kančího zápachu u kanečků ovlivnit. Patří mezi ně například ovlivnění pomocí výživy, ustájení, genetiky a také dosažené živé hmotnosti a věku při porážce zvířat.

Tato práce se zabývá právě vlivem živé hmotnosti a věku kanečků na úroveň výskytu kančího zápachu a taktéž vybrané produkční ukazatele zvířat v testaci. Bylo vykrmováno 54 kusů prasat, rozdělených do skupin dle pohlaví/kastrace (10 kusů prasniček, 10 kusů vepříků, 10 kusů imunokastrátů a 24 kusů kanečků). Skupina kanečků byla potom ještě rozdělena na dvě skupiny dle porážkové hmotnosti. První skupina byla porážena před dosažením 104 kg živé hmotnosti, druhá skupina po dosažení minimálně 104 kg živé hmotnosti. Ukazatele byly hodnoceny jak mezi skupinami různého pohlaví/kastrace, tak i mezi skupinami o různé porážkové hmotnosti.

Byl prokázán vysoce statisticky významný rozdíl v % libového masa a tučnosti jatečně upravených těl mezi pohlavími. Nejvyššího % libového masa v jatečně upravených tělech dosáhli kanečci, naopak nejtučnější byli vepřici. Dále byl mezi pohlavími potvrzen vysoce statisticky významný rozdíl v hladinách androstenonu a skatolu. Kanečci dosahovali dle očekávání nejvyšších hodnot, vepřici a prasničky hodnot nejnižších. Rozdíly byly zjištěny i při srovnávání hladin androstenonu a skatolu mezi skupinami zvířat s různou porážkovou

hmotností. Vyšší hladiny byly naměřeny u kanečků s vyšší porážkovou hmotností. Byla také zjištěna středně silná pozitivní korelace mezi živou hmotností zvířat při porážce a hladinami androstenonu a skatolu, kde se jako silnější ukázala být právě korelace se skatolem. Významná korelace byla také prokázána mezi věkem zvířat při porážce a hladinou skatolu, nikoli však korelace s hladinou androstenonu, která byla velmi nízká.

Klíčová slova: prase, kančí pach, hmotnost, věk

Effect of live weight and age of male pigs on the level of production traits and occurrence of boar odor

Summary

This thesis focuses on the topic of breeding boars in connection with the occurrence of boar taint. Currently, in most of countries, boars are surgically castrated at the early age, without use of anesthesia or analgesia. But this method of castration should stop to be used since 2018, because of the pain caused to the animals and thus violation of the animal welfare.

The most economically effective alternative for the future seems to be breeding of boars. However, in uncastrated male pigs occurs the undesired odor, called the boar taint. For the occurrence of boar taint are responsible mainly the chemical compounds, namely androstenone, indole and skatole. Mostly is responsibility for the occurrence of odour attributed to the steroid hormone androstenone, odour of which is compared to the smell of urine. Androstenone is formed in the testes of boars. Also the main responsibility is attributed to the skatole, which is formed in the colon of boars, and its odor is most similar to the smell of fecal or camphor.

There are several ways to influence the occurrence of boar taint in entire male pigs. These include for example the influence of nutrition, stabling, genetics and also the live weight and age of animals reached at the slaughter.

This thesis deals with the influence of live weight and age of boars on the level of incidence of boar taint and also on the selected production traits of tested animals. There were stalled 54 pigs, which were divided into groups according to gender/castration (10 pieces of gilts, 10 pieces of barrows, 10 pieces of immunocastrates and 24 pieces of boars). The group of boars was further divided into two groups according to the slaughter weight. The first was slaughtered before reaching 104 kg of live weight, the second group after reaching 104 kg of live weight. The indicators were evaluated as between groups of different gender/castration, as well as between groups of different slaughter weight.

Highly statistically significant difference was proved in the percentage of lean meat and fat content of carcasses between the sexes. The highest % of lean meat reached boars, while the boldest were barrows. The highly statistically significant difference was also confirmed between genders in the levels of androstenone and skatole. Boars as expected reached the highest levels of both compounds, barrows and gilts reached the lowest values.

Differences were found also when comparing levels of androstenone and skatole between groups of animals with different slaughter weights. Higher levels were measured in entire male pigs with a higher slaughter weight. There was also found the medium strong positive correlation between the live weight of animals at slaughter and levels of androstenone and skatole, where the correlation with skatole proved to be the stronger one. The significant correlation was also observed between the age of animals at slaughter and skatole levels, but not the correlation with the levels of androstenone, which was very low.

Keywords: pig, boar taint, weight, age

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a vědecká hypotéza	3
2.1	Cíl práce	3
2.2	Vědecká hypotéza	3
3	Literární přehled	4
3.1	Kančí pach	4
3.2	Anatomie pohlavního ústrojí kance	6
3.3	Anatomie tlustého střeva kance	6
3.4	Kastrace	7
3.4.1	Imunokastrace	8
3.4.2	Výkrm kanečků	10
3.5	Složení kančího pachu	11
3.5.1	Androstenon	11
3.5.2	Skatol	13
3.5.3	Indol	16
3.6	Faktory ovlivňující výskyt kančího pachu	17
3.6.1	Vnitřní faktory	17
3.6.1.1	Vliv genetiky/plemene	17
3.6.1.2	Vliv živé hmotnosti	19
3.6.1.3	Vliv věku	20
3.6.2	Vnější faktory	22
3.6.2.1	Vliv výživy	22
3.6.2.2	Vliv ustájení	24
3.7	Produkční ukazatele	25
4	Metodika a materiál	26
4.1	Počty zvířat, genotyp	26
4.2	Rozdělení skupin	26
4.3	Ustájení zvířat	27
4.4	Výživa a krmení	27
4.5	Složení KKS	27
4.6	Živinové složení KKS	27
4.7	Sledované proměnné	28
5	Výsledky a diskuze	31

5.1	Průměrné hodnoty vybraných ukazatelů.....	31
5.2	Vybrané produkční ukazatele dle pohlaví.....	32
5.3	Vybrané produkční ukazatele dle živé hmotnosti	39
5.4	Korelace mezi vybranými ukazateli u souboru kanečků	44
6	Závěr	47
7	Literatura.....	48

1 Úvod

Stupka a kol. (2010) uvádí, že se produkce vepřového masa podílí největším objemem na celosvětové produkci masa, a to cca 40 %. Tato skutečnost jasně dokládá prioritu chovu prasat při zásobování obyvatelstva masem. Chov prasat má z hlediska zabezpečování nutriční proteinové bilance prakticky nezastupitelné postavení. Světová produkce vepřového masa se za posledních 20 let zdvojnásobila.

Moderní a intenzivní chov prasat má v České republice dlouholetou tradici. Jeho hlavní úkol tkví v produkci vysoce kvalitního vepřového masa, které splňuje všechny požadavky jak ze strany zpracovatelů, tak konečného konzumenta. Vepřové maso u nás zaujímá dlouhá desetiletí první příčku ve spotřebě na obyvatele a rok (41,3 kg). Tvoří více než 50 % veškeré roční spotřeby masa. Neopomenutelným, tak jako u všech monogastrů, je jeho význam, jako odbytiště značné části vyprodukovaných obilovin, čímž se významně podílí na celkovém rozměru a stabilitě zemědělského sektoru (Stupka a kol., 2010).

Stavy prasat mají v posledních mnoha letech stále klesající trend. K výraznému poklesu chovaných prasat došlo po 1. 5. 2004, tedy po vstupu ČR do EU, a to v důsledku liberalizace zahraničního obchodu v souladu s legislativou EU. Po vstupu do struktur EU došlo ke zrušení uplatňovaných dovozních cel mezi členskými státy EU, což se v chovu prasat projevilo navýšením dovozů a zvýšením záporného salda zahraničního obchodu (Staněk, 2009).

Tab. č. 1 Vývoj početních stavů prasat v České republice po vstupu do EU v tisících kusů (Ministerstvo zemědělství, 2014)

Kategorie/rok	2010	2011	2012	2013	2014
Prasata celkem	1 909	1 749	1 579	1 587	1 617
Z toho prasnice	133	112	100	102	103

Přestože domácí chovatelé prasat zažili lepší časy, nedá se říci, že by se měli stát položkou na seznamu vymírajících druhů. Nedávno zveřejněné údaje Českého statistického

úřadu dokonce nabádají k optimismu. Zotavování sektoru signalizuje jak navýšení stavů prasnic na 102 tisíc kusů, což je asi o 4 % více než v prosinci 2012, tak i navýšení počtu porážek. K předloni poraženým 290 tisícům tun jatečných prasat v minulém roce přibylo dalších 9 tisíc tun (Jedlička, 2014).

Současně nejběžněji používanou metodou kastrace prasat je chirurgická kastrace bez anestezie. Je však z důvodu bolesti způsobené v procesu kastrace považována za narušení welfare zvířat. Proto je zpochybňována Evropskou unií a od roku 2018 se hlavní evropští producenti vepřového masa zavázali dobrovolně tuto praxi ukončit. Vzhledem k tomu je potřeba hledat jiné možnosti, jak naplnit požadavky na welfare při výkrmu prasat a zároveň zabránit výskytu kančího zápachu ve vepřovém mase. První možností je chirurgická kastrace za použití anestezie, dále imunokastrace vakcínou Improvac a nakonec výkrm kanečků, který se jeví být nejrentabilnějším řešením problému, podmínkou však je zabránit nespokojenosti spotřebitelů s masem právě kvůli výskytu kančího zápachu v tuku takto vykrmovaných prasat.

2 Cíl práce a vědecká hypotéza

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo ověřit vliv dosažené živé hmotnosti a věku u vykrmovaných kanečků na produkční užitkovost a výskyt kančího pachu a jeho hladinu.

2.2 Vědecká hypotéza

Živá hmotnost a věk přímo úměrně ovlivňují výskyt kančího pachu ve vepřovém mase a úroveň produkční užitkovosti, tedy ukazatele výkrmnosti a jatečné hodnoty.

3 Literární přehled

3.1 Kančí pach

Kančí pach je spojen s vepřovým masem z nekastrovaných samců prasat (Font i Furnols et al., 1999).

Zápach je jednou ze základních smyslových vlastností, která určuje, zda budou spotřebitelé akceptovat daný produkt. Zápach vepřového masa je do značné míry ovlivněn zapáchajícími sloučeninami. Kančí pach je převážně spojován s masem nekastrovaných kanců a je pro citlivé spotřebitele velmi nežádoucí (Zamaratskaia et Squires, 2009).

Kančí zápach souvisí s endokrinními a anatomickými změnami v pubertě, ale nesouvisí s agresivním chováním u nekastrovaných samců prasat (Zamaratskaia et al., 2005b).

Kančí zápach je vnímán lidským nosem, když se maso nebo tuk zahřívá, a to dělá vepřové maso méně přijatelným pro následnou konzumaci. Je popisován jako zápach moči či potu, a může být odvozován i od pachů jiného původu. Například, pokud jsou prasata krmena rybí moučkou, je z jejich masa vnímán rybí zápach (Hansson et al., 1980).

Kančí pach je způsoben v první řadě hormonální tvorbou androstenonu, ale také tvorbou skatolu a indolu v tlustém střevě prasat. Následně jsou tyto zapáchající sloučeniny kumulovány v tuku zvířat.

Hladina skatolu je ovlivňována úrovní estron sulfátů v plazmě a volných estronů v tuku, nikoli však hladinou testosteronu v plazmě. Kanci s varlaty o hmotnosti nižší než 565 g a délkou bulbouretrální žlázy kratší než 90 mm neprodukovali vysoká množství skatolu. Proto mohou být tyto hodnoty použity jako prahová hodnota pro detekci jatečně upravených těl prasat s nízkou úrovní skatolu. Vysoké hladiny androstenonu nelze odhadnout pomocí měření velikosti reprodukčních orgánů. Je zapotřebí další výzkum pro rozvoj rychlé a přesné metody pro analýzu jatečně upravených těl nekastrovaných samců prasat na výskyt kančího pachu (Zamaratskaia et al., 2005b).

Negativní vnímání masa kanečků bylo u spotřebitelů prokázáno nejen pokud se jedná o čerstvé vepřové maso, ale také ve formě zpracovaných masných výrobků jako jsou například slanina nebo sušená šunka (Gispert et al., 2010).

Je také prokázáno, že kančí zápach je více vnímán během vaření než při samotné konzumaci masa, a že podíl dvou hlavních sloučenin zodpovědných za výskyt kančího zápachu není v těchto dvou případech stejný. A jelikož návyky při vaření a úpravě jídla se

v jednotlivých zemích liší, a také proto, že spotřebitelé v různých zemích mají různé postoje k masu kanečků, výsledky získané v dané zemi nelze extrapolovat na země jiné (Bonneau et Chevillon, 2012).

Měření kvality masa ukazuje rozdíly mezi vepříky, imunokastráty a kanci ve výskytu kančího zápachu, pH, barvě masa a ztrátě vody odkapem a při vaření. Nicméně výsledky spotřebitelského experimentu prokazují, že kančí zápach není pro spotřebitele na prvním místě. Za důležitější považují spotřebitelé spíše měkkost a šťavnatost masa, což je ovlivňováno mimo jiné i způsobem kastrace. A tak mohou být při výkrmu kanců, jejichž maso postupuje spotřebitelům, důležitější opatření managementu, která ovlivňují měkkost a šťavnatost masa než snaha o snížení kančího zápachu (Aluwé et al., 2013).

Studie prokázala, že při konzumaci čerstvého vepřového masa (vepřová panenka s 5 mm hřbetního tuku) přijali spotřebitelé, bez ohledu na jejich schopnost cítit androstenon, maso nekastrovaných samců prasat s tak nízkými úrovněmi skatolu a androstenonu, jaké byly zaznamenány u kastrátů a prasniček, stejně dobře jako maso prasniček. To u daného experimentu naznačuje, že úroveň skatolu a androstenonu jsou dostatečné k vysvětlení akceptovatelnosti čerstvého vepřového masa z bederní oblasti spotřebitelem při konzumaci. Bylo také prokázáno, že při absenci skatolu nebylo hodnocení vůní a chutí jakožto i intenzity abnormálního pachu a chuti ovlivněno hladinou androstenonu tak silně, bez ohledu na schopnost spotřebitelů cítit čistý androstenon (Bonneau et Chevillon, 2012).

Tato studie také ukázala, že pouze ti spotřebitelé, kteří vnímají zápach čistého androstenonu jako nepříjemný, jasně odlišili kančím zápachem postižené maso kanečků od masa kanečků, které nevykazuje abnormální pach. Na základě tohoto výsledku by bylo možné doporučit, aby další zkoušky přijatelnosti prahové hodnoty pro úroveň sloučenin zodpovědných za kančí pach byly prováděny pouze s těmi spotřebiteli, kteří jsou citliví na zápach androstenonu a vnímají ho jako nepříjemný. Měření celkové přijatelnosti masa kanečků pro spotřebitele by však nemělo být prováděno pouze u vybraných spotřebitelů (Bonneau et Chevillon, 2012).

Porážka kanečků může být prováděna, pokud bylo zpracovatelem potravin a příslušnými orgány ověřeno, že není prodáváno žádné maso s nepříjemnou vůní a chutí. Nicméně některé maloobchodní společnosti upřednostňují maso samic, aby zajistili úplné vyloučení pohlavního pachu. Proto je ke kontrole dodavatele nutná rychlá a přesná metoda pro stanovení úrovně zápachu masa a masných výrobků (Abdulmawjood, 2012).

3.2 Anatomie pohlavního ústrojí kance

K samčím pohlavním orgánům patří varlata, nadvarlata, chámovody, přídatné pohlavní žlázy a pářicí orgán pyj.

Varle (testis) je párová samčí pohlavní žláza tuho-elastické konzistence, velmi citlivá na tlak. Tvoří se v ní samčí pohlavní buňky (spermie) a pohlavní hormony. Má vejčitý, ze stran mírně zploštělý tvar. U prasete jsou vyvinuta relativně velká varlata. Jsou dlouhá 12-15 centimetrů a mají dohromady hmotnost 700-1200 gramů. Varlata u kance mají šikmou polohu, přičemž nadvarletní okraj směřuje kraniodorzálně (Marvan a kol., 2007).

Intersticiální buňky (Leydigovy) jsou v menších nebo větších shlucích roztroušeny v intersticiu. Jsou to 15-20 μm velké buňky polyedrického tvaru, které obsahují v cytoplazmě inkluze lipidů a krystalky bílkovinné povahy. Probíhá v nich syntéza samčího pohlavního hormonu testosteronu a také steroidu androstenonu (Marvan a kol., 2007).

Na tvorbě semene se kromě vlastních spermií a výměšků žlázových buněk nadvarlete a chámovodových ampulí podílejí ještě sekrety zvláštních samostatných orgánů – přídatných žláz. Jejich sekrety, vylučované do močové trubice, tvoří jednak přirozené ředidlo spermií, jednak obsahují látky, které slouží k výživě spermií, a konečně upravují spermiím prostředí během jejich průchodu močovou trubicí a pohlavním ústrojím samice. Patří k nim měchýřkovitá žláza, předstojná žláza a bulouretrální žláza, která je relativně nejvíce vyvinutá právě u kance (Marvan a kol., 2007).

Pyj (penis) je pářicí orgán, který slouží k dopravě semene do pohlavního ústrojí samice. U kance je pyj poměrně tenký a dlouhý a v klidovém stavu vytváří přibližně uprostřed své délky esovité ohbí, které se nachází kranálně od báze šourku a při ztopoření pyje se vyrovnává. Kanci mají pyj dlouhý 50-60 cm, přičemž jeho průměr je 1-1,5 cm. Pyj se pozvolně zužuje, vývrtkovitě se stáčí doleva a plynule, bez naznačeného krčku, přechází v zahrocený žalud (Marvan a kol., 2007).

3.3 Anatomie tlustého střeva kance

Místem tvorby skatolu a indolu u kance je tlusté střevo.

Tlusté střevo (intestinum crassum) začíná při kyčelníkovém otvoru slepého střeva a končí řitním otvorem na povrchu těla. Kromě chemického trávení potravy probíhá v tlustém střevě biologické trávení živin. U prasete dosahuje průměrné délky 5 metrů a objemu 8 litrů. Slepé střevo u prasete je široké a krátké. Zasahuje až do levé poloviny břišní dutiny a jeho hrot směřuje kaudovětrálně. Objem je v rozmezí 1,5-2,5 litrů. Vzestupný tračník vytváří u

prasete rovněž tračnickový labyrint, který má však podobu dvojité kuželovité spirály. Krátký příčný a sestupný tračník probíhají přímo k pánvi. Konečník je koncový úsek tlustého střeva, ve kterém se hromadí nestrávené zbytky potravy a formují se výkaly. U prasete měří asi 0,2 metru (Marvan a kol., 2007).

3.4 Kastrace

Nejběžnější metodou, jak zabránit výskytu kančího zápachu, je kastrace. Ve většině evropských zemí se kastrace provádí u 80-100% samců prasat v konvenční produkci a chirurgická kastrace bez anestezie je nejběžnější, nejsnazší a nejlevnější používanou technikou (Fredriksen et al., 2009).

Výjimkami jsou Spojené království a Irsko, kde se kastrace téměř neprovádí, a některé z jižních zemí jako je například Kypr, Portugalsko a Španělsko, kde je kastrováno jen limitované procento kanečků (Blanch et al., 2012).

Chirurgická kastrace kanečků v raném věku se provádí ve většině zemí, aby se zabránilo výskytu pohlavního pachu, dále pro zvýšení intramuskulárního a podkožního tuku pro produkty určité jakosti, a také aby se předcházelo agresivnímu chování zvířat. Avšak obavy spotřebitelů o welfare a dobrou životní pohodu zvířat zvyšují tlak na producenty vepřového masa k upuštění od této metody. V Norsku byla chirurgická kastrace zcela zakázána již v roce 2009, ve Švýcarsku je chirurgická kastrace mladých selat bez úlevy od bolesti zcela zakázáno od roku 2010. Zákaz chirurgické kastrace se zvažuje rovněž i v jiných evropských státech (Fabrega et al., 2010).

Ve většině zemí světa jsou samci prasat krátce po porodu kastrováni, aby se zabránilo produkci masa s nepříjemným zápachem. Avšak obavy veřejnosti týkající se chirurgické kastrace jsou stále na vzestupu, a to kvůli bolesti spojené s tímto procesem. Kromě toho je produkce vepřového masa nekastrovaných samců žádoucí, jelikož je o 5-12 % efektivnější než u samců kastrováných (Merks et al., 2009).

Hodně úsilí bylo v posledních desetiletích vynaloženo, aby se zabránilo problému kančího zápachu. Motivací bylo, že kastrace má nepříznivé účinky na produkční charakteristiky a také vede ke značné pracovní zátěži spojené s procedurou kastrace. Nicméně, v průběhu posledních let aspekty dobrých životních podmínek (welfare) zvířat byly v souvislosti s kastrací stále častěji předmětem zájmu veřejnosti, a tak stále narůstá tlak proti rutinní kastraci kanečků (Aldal et al., 2005).

V současné době je chirurgická kastrace prasat zpochybňována Evropskou unií a hlavní evropské řetězce s vepřovým masem se zavázaly samy dobrovolně ukončit tuto praxi do roku 2018 (Kubale et al., 2013).

V krátkodobém výhledu není k dispozici při náhradě konvenční kastrace mnoho alternativ. Jednou z možností je chirurgická kastrace s použitím anestezie a analgezie, další možností je imunokastrace a nakonec výkrm kanečků.

Vzhledem k tomu, že chirurgickou kastraci za použití anestezie a/nebo analgezie je oprávněn provádět pouze veterinář, jsou tyto operace v praxi drahé a neefektivní. Z tohoto důvodu obsahuje směrnice 2008/190/ES (dříve 1991/630/ES) výjimku, která dává povolení odborně vyškoleným osobám chirurgicky kastrovat selata do sedmi dnů věku a bez použití anestezie (Abdulmawjood, 2012).

Mnoho zemí se s ohledem na welfare zvířat snaží najít alternativní řešení, díky kterému by se dalo vyhnout chirurgické kastraci. Alternativou k chirurgické kastrace a možných řešením problému „sexuálního pachu“ v mase, stejně jako snížení obsahu androstenonu a skatolu v kančím tuku je imunologická kastrace samců (imunokastrace). Výsledky studie ukazují, že imunokastrace je vhodná, co se týče kvality masa, a může zcela nahradit chirurgickou kastraci samců, což je v souladu s ochranou zvířecího welfare ve výkrmu kanců (Aleksic et al., 2012).

3.4.1 Imunokastrace

Imunokastrace, tj. aktivní imunizace proti GnRH (gonadotropin uvolňující hormon), představuje jinou alternativu k získávání chirurgických kastrátů, jelikož nabízí řešení problémů s kančím zápachem, přičemž se ale zabráni bolesti způsobené chirurgickou kastrací. Také řeší problémy s agresivním chováním, které je pozorováno u nekastrovaných samců. Od doby registrace vakcíny Improvac (Pfizer Animal Health) v Evropské unii byla tato alternativa rozsáhle studována. Jak se nedávno ukázalo v analýze, imunokastrace účinně odstraňuje složky zodpovědné za výskyt kančího pachu, a je také prospěšná pro dobré životní podmínky zvířat, protože snižuje výskyt agrese mezi zvířaty. Je také výhodná pro produkci, jelikož je anabolický potenciál kance zachován po většinu produktivního života zvířat (Kubale et al., 2013).

Očkování vakcínou Improvac snižuje výskyt kančího pachu bez ovlivnění ostatních proměnných kvality masa. Hloubka tuku jatečně upravených těl očkovaných samců je v oblasti beder spíše jako u jatečně upravených těl samců, u kterých byla provedena chirurgická kastrace, zatímco v oblasti kýty byla více podobná hloubce u jatečně upravených

těl samic. Jatečně upravená těla očkovaných samců mají nižší % libového masa nežli jatečně upravená těla nekastrovaných samců (Gispert et al., 2010).

Pro účinnou imunizaci musí být podány dvě dávky vakcíny v době alespoň čtyři týdny od sebe, což má za následek narušení hypotalamo-hypofyzární osy, a tedy zastavení syntézy testikulárního hormonu v Leydigových buňkách. Úrovně testikulárních steroidů prudce poklesnou do týdne po účinné imunizaci, ale pro odstranění sloučenin zodpovědných za výskyt kančího zápachu je výrobcem vakcíny doporučováno 4-6 týdenní zpoždění (Kubale et al., 2013).

I když bylo prokázáno, že je očkování účinné proti výskytu kančího pachu, mohou se mezi kanci a kanci očkovanými vakcínou proti GnRH projevovat rozdíly v produkčních ukazatelích. U kanců a vepříků bylo prokázáno, že se liší, co se týče složení jatečně upravených těl a kvality masa. Imunokastráti se fyziologicky přeměňují ve vepříky v pozdějším věku (přibližně 4-8 týdnů před porážkou, v závislosti na době druhého očkování). Nicméně účinek hormonální úpravy na produkční ukazatele, jatečně upravená těla a kvalitu masa zůstává nejasný. Výsledky se velmi liší v závislosti na technologii krmení (ad libitum vs restriktce), době druhé vakcinace (4 týdny a více před porážkou), typu ustájení (skupinové či individuální), nebo použitém genotypu (Aluwé et al., 2013).

Výsledky studie, zabývající se časem souvisejícím s vlivem imunokastrace na fyziologické parametry, vztahující se k reprodukční funkci, ukazují narušení steroidních hormonů a ukládání složek kančího zápachu potlačením růstu reprodukčních orgánů a poruchou spermatogeneze již 2 týdny po účinné imunokastraci (Kubale et al., 2013).

Výsledky další studie naznačují, že by očkování vakcínou Improvac proti GnRH mohlo být spojeno se zlepšením dobrých životních podmínek zvířat během pohlavní zralosti, a to snížením sexuální a agresivní aktivity, spolu s produkčními přínosy, jako je vyšší rychlost růstu a lepší konverze krmiva (Fabrega et al., 2010).

Byl prováděn pokus, ve kterém se dokázalo, že odstranění kančího zápachu pomocí imunokastrace u skupinově ustájených samců prasat bylo účinné u většiny očkovaných zvířat. Byly prokázány výhody této alternativy k chirurgické kastraci, jako je například vyšší % libového masa imunokastrátů ve srovnání s chirurgicky kastrovanými prasaty a také nižší ztráty vody masa odkapem než je tomu u nekastrovaných samců prasat (Škrlep et al., 2012).

Dle pokusu Pauly et al. (2009) se v současné době imunokastrace jeví jako dobrý způsob, jak předejít chirurgické kastraci a zároveň minimalizovat riziko výskytu kančího zápachu.

3.4.2 Výkrm kanečků

Z různých možných alternativ se vedle chirurgické kastrace bez anestézie a/nebo analgetik jako nejslibnější do budoucna jeví výkrm kanečků, za předpokladu, že lze nalézt řešení, kterým by se zabránilo nespokojenosti spotřebitelů spojené s kančím zápachem (Bonneau et Chevillon, 2012).

Tradičními zeměmi, kde se dlouhodobě provádí výkrm kanečků, jsou Velká Británie a Španělsko. V posledních letech však většina evropských zemí zvýšila podíl vykrmovaných kanečků. Jedná se o Španělsko, Švédsko, Německo, Belgie, Francii, ale především Nizozemsko. V České republice se výkrm kanečků zatím praktikuje pouze ojediněle. V poslední době se výzkumem v oblasti výkrmu kanečků a eliminace kančího pachu zabývá mnoho výzkumných pracovišť, zejména v Nizozemsku (Grauer, 2014).

Výhody výkrmu nekastrovaných kanečků byly experimentálně potvrzeny již v osmdesátých letech minulého století. Je vhodné podotknout, že se většinou jednalo o pokusy z výzkumných pracovišť, kde byla prasata ustájena individuálně, proto se neprojeví jisté nevýhody, které se později objevily až v praktických podmínkách. I přes některá negativa se stále jeví výkrm kanečků jako zajímavá a efektivnější cesta ve výkrmu prasat (Grauer, 2014).

Mezi všeobecně známé výhody výkrmu kanečků dle Grauera (2014) patří:

- vyšší intenzita růstu,
- lepší konverze krmiva,
- vyšší podíl libové svaloviny a ukládání bílkovin,
- lepší ekonomika,
- nižší úhyny po odstavu než u kastrátů,
- welfare prasat.

Naopak hlavními nevýhodami mohou být:

- kančí pach,
- zvýšená agresivita,
- vysoká porážková hmotnost (zejména v ČR),
- dřívější pohlavní dospělost daná genetickým pokrokem,
- rozdílné závěry mezi experimenty a praxí,
- problematický příjem krmiva,
- vyšší nároky na kvalitu krmiva a management.

Tab. č. 2 Užítkovost kanečků a kastrátů (Peet-Schwering, 2013)

	Kanečci	Vepřici
Přírůstek (g/den)	855	838
Příjem krmiva (g/den)	1,98	2,12
Konverze krmiva (kg/kg)	2,32	2,53
Podíl svaloviny (%)	57,2	55,4
Výška svalu (mm)	55,9	57,3
Výška tuku (mm)	14,9	17,6

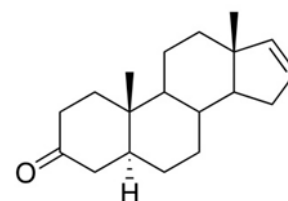
3.5 Složení kančího pachu

Hlavními složkami zodpovědnými za kančí pach jsou androstenon (5α -androst-16-en-3-on), smyslově spojovaný se zápachem moči, a skatol (3-methylindol), spojovaný se zápachem fekálií či kafru. Existují však i jiné sloučeniny, jako je například indol, androstenol, 4-fenyl-3-butenon, p-kresol, 4-ethylfenol a další steroidy, které také mohou ve značné míře přispívat výskytu kančího pachu (Font i Furnols et al., 1999).

Na vznik a zvyšující se množství obou látek působí různé vlivy, jak endogenní, tak i exogenní (Weiler et Wesoly, 2012).

Význam androstenonu a skatolu vztahující se ke kvalitě vepřového masa závisí na jejich detekci při spotřebě, která je výsledkem tří hlavních faktorů: koncentrace přítomné v mase resp. tuku, kulinárního postupu a čichové citlivosti (Annor-Frempong et al., 1997).

3.5.1 Androstenon



V roce 1968 byla v tukové tkáni kanců objevena látka s typickým zápachem moči. Tato látka byla identifikována jako 16-nenasycený steroid 5α -androst-16-en-3-on (androstenon). Androstenon je odvozen z cholesterolu a má společnou hlavní konstrukci s jinými steroidními deriváty cholesterolu (Patterson, 1968).

Androstenon je prvním savčím feromonem, který byl identifikován. Lze ho nalézt v potu člověka. U kanců může být androstenon transportován do slinných žláz. Ve slinných

žlázách jsou 16-androstenon steroidy vázány na vazebný protein pheromaxein, a tak může být vylučován do slin kance během sexuálního vzrušení (Brooks et Pearson, 1986).

Androstenon je steroid produkovaný Leidigovými buňkami varlete u nekastrovaných samců prasat současně s anabolickými testikulárními hormony (Zamaratskaia et Squires, 2009).

Tento testikulární hormon se liší od nejsilnějšího přírodního androgenu 5- α -dihydrotestosteronu pouze 16-nenasyceným D-řetězcem. Neodhaluje to žádnou hormonální aktivitu, ale funguje jako sexuální feromon (Claus, 1979).

Androstenon je syntetizován ve varlatech kance a odtud je uvolňován do krevního řečiště. To je možné pomocí proteinu se specifickou vazbou, který je členem rodiny lipokalinů, ve slinných žlázách a jeho následné prostupování do slin, kde působí jako feromon, vyvolávající kladné reakce při páření u říjících se prasnic. Díky své hydrofóbnosti se androstenon také hromadí v tukové tkáni, což při zahřátí vyvolává zápach podobný moči. Androstenon je metabolizován v játrech, avšak podrobnosti tohoto procesu nejsou známy (Squires, 2003).

Vzhledem k jeho lipofilním vlastnostem může být androstenon uložen v tukové tkáni a nadměrné hromadění androstenonu ve hřbetním tuku je jednou z charakteristik fenoménu kančího zápachu - nežádoucího zápachu vepřového masa. K nadměrnému ukládání androstenonu v tukové tkáni by v zásadě mohlo docházet buď vlivem abnormálně vysoké produkce androstenonu ve varlatech nebo defektního metabolismu androstenonu, či kombinací obou těchto faktorů (Doran et al., 2003).

Biosyntéza androstenonu je spojována se syntézou anabolických testikulárních hormonů. Proto není k dispozici žádná praktická metoda pro udržení sexuální závislého anabolického potenciálu kanců a potlačit tak androstenon selektivně (Claus et al., 1994).

Poločas rozpadu v tkáni je poměrně dlouhý a tkáňové koncentrace postupně klesají pouze po kastraci. V závislosti na věku vyžaduje eliminace androstenonu z tkáně po kastraci 3-6 týdnů (Claus et al., 1994).

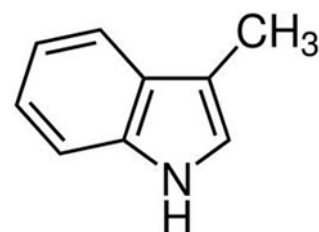
Vzhledem k fyziologickému spojení mezi androstenonem a hormony jejich společnou biosyntézou je k dispozici jediný možný prostředek k selektivnímu potlačení androstenonu, a to aktivní imunizace proti androstenonu (Claus et Karg, 1974).

Schopnost cítit androstenon je geneticky předurčena a převládá u žen. Zatímco pouze 56% mužů dokáže detekovat androstenon, u žen je to celých 92%. Zápach je nepříjemnější pro ženy než pro muže (Wysocki et Beauchamp, 1984).

V nedávné výkrmové studii, kde byli kanci odchováni ve skupinách po dvou se ukázalo, že úroveň androstenonu jednoho kance překračovala úroveň androstenonu kance druhého, a to i když všechny vlivy (osvětlení, ustájení, výživa) působily na kance stejně. Zdá se, že jeden kanec byl dominantní vůči kanci druhému, a tím oddaloval pohlavní vývoj tohoto druhého jedince. Tyto interakce jsou rovněž v souladu s pozoruhodnou agresivitou, která může být často pozorována ve skupinách nekastrovaných samců prasat během výkrmu. Je třeba mít na paměti, že nízké koncentrace androstenonu jsou vždy v korelaci s podobně nízkými hladinami anabolických hormonů, a tím i se sníženým anabolickým potenciálem (Claus et al., 1994).

V důsledku rostoucího zájmu o dobré životní podmínky zvířat a vzhledem k blížícímu se zákazu chirurgické kastrace bez použití anestezie u kanečků v Evropě v nadcházejících letech, je velmi důležité kvantifikovat možné důsledky tohoto opatření (na kvalitu masa, ekonomiku atd.). Studie uvádí, že se podíl spotřebitelů, kteří mohou odmítnout zápachem poznamenané maso kvůli citlivosti na androstenon, pohybuje mezi 14,3-41,0%. Kromě toho výsledky ukazují, že pouze vysoké úrovně androstenonu snižují přijatelnost masa kanců u spotřebitele, zatímco maso se střední úrovní androstenonu může naopak zlepšit jeho přijatelnost. Pro potvrzení těchto výsledků je však třeba více studií, zahrnujících více zemí a vyšší počet testovaných jatečně upravených těl. Je také zapotřebí harmonizace analytických metod pro stanovení srovnatelných prahových hodnot (Blanch et al., 2012).

3.5.2 Skatol



Skatol má škodlivé důsledky pro odvětví výroby jak vepřového tak i hovězího masa. U skotu skatol způsobuje akutní plicní edém a rozedmu plic, a u prasat je zodpovědný za výskyt kančího zápachu. Množství přežvýkavců je náchylné k rozedmě plic, což je onemocnění při kterém skatol působí jako velmi selektivní pneumotoxin, který způsobuje degeneraci některých plicních tkání. Skatol prochází bachorem, je absorbován do krve a potom je

aktivován cytochromem P450 systému MFO (smíšené funkce monoaminoxidázy) nebo systému PHS (prostaglandin syntetázy H) za vzniku toxického meziprojektu. Skatol také ovlivňuje produkci serotoninu, který při vysokých koncentracích může způsobovat hemolýzu červených krvinek u skotu. Prasata nejsou postižena těmito zdravými nebezpečnými vlastnostmi skatolu, avšak zapříčiňuje u nich výskyt kančího pachu (Deslandes et al., 2001).

Skatol a indol jsou sloučeniny, které mohou vést k nepříjemnému fekálnímu zápachu v tukové tkáni. Tento zápach je výraznější u skatolu nežli u indolu. Na rozdíl od androstenonu, kde je individuální citlivost velmi variabilní a asi 25% spotřebitelů není schopno látku cítit, skatol byl jednotně detekován všemi osobami (Hansson et al., 1980).

V literatuře není zcela jasné, která ze dvou sloučenin, zda androstenon či skatol, hraje rozhodující úlohu v produkci kančího pachu (Babol et al., 1995).

Nedávná mezinárodní studie o významu androstenonu a skatolu pro kančí pach indikuje, že nespokojenost spotřebitelů se zápachem byla většinou spojena s vysokou úrovní skatolu (Bonneau et al., 2000).

Skatol je produkován střevními bakteriemi, které degradují tryptofan z nestráveného krmiva, nebo obratem z buněk výstelky střeva prasat. Skatol se vstřebává ze střeva a pak se metabolizuje především v játrech. Hlavními metabolity tvořenými dle fází metabolismu jsou 6-hydroxyskatol, indol-3-karbinol, 3-hydroxy-3-methyloxindol, 3-hydroxy-3-methylindolenin a 3-methyloxindol (Squires, 2003).

Skatol je tvořen z aminokyseliny L-tryptofanu v tlustém střevu prasat. Biosyntéza skatolu probíhá jako dvoufázový proces, kdy se nejprve tryptofan převede na kyselinu 3-indolactovou, která se následně převede na skatol. Bakterie *Escherichia coli* (*E.coli*) a *Clostridium* spp. jsou zodpovědné za vznik kyseliny 3-indolactové, a následně bakterie *Lactobacillus* a *Clostridium* přeměňují 3-indolactovou kyselinu na skatol (Zamaratskaia et Squires, 2009).

Pohlavní hormony, ale také růstový hormon a IGF-1 zvyšují tvorbu skatolu. Navíc estrogény pravděpodobně přímo ovlivňují střevní kontrakce prostřednictvím specifických střevních receptorů. Zdá se však, že mnohem důležitější jsou glukokortikoidy. Působí proti mitogenním hormonům, jako je IGF-1, které v konečném důsledku vedou k degradaci buněk střevní sliznice. Takto vznikající buněčné zbytky jsou pravděpodobně hlavním zdrojem tryptofanu pro mikrobiální tvorbu skatolu (Claus et al., 1994).

Mezi klíčové enzymy metabolismu skatolu se zdají patřit cytochromy P450 2E1 (CYP2E1) a 2A (CYP2A). Avšak isoforma cytochromu P450 (CYP450), zodpovědná za produkci metabolitu 6-hydroxy-3-methylindolu (6-OH-3MI, 6-hydroxyskatol), která je pokládána za zapojenou do clearance skatolu, nebyla přesvědčivě stanovena. Výsledky studie ukazují, že prasečí cytochromy CYP1A1, CYP2A19, CYP2C33v4, CYP2C49, CYP2E1 a CYP3A a lidský cytochrom CYP2E1 (hCYP2E1) jsou schopny produkovat hlavní metabolit skatolu 3-methyloxyindole (3MOI), jakož i indol-3-karbinol (I3C), 5-hydroxy-3-methylindol (5-OH-3MI), 6-hydroxy-3-methylindolin (6-OH-3MI), sůl 2-aminoacetofenonu (2AAP) a 3-hydroxy-3-methylindol. Cytochrom CYP2A19 vyprodukoval největší množství významného metabolitu 6-OH-3MI, následován prasečími CYP2E1 a CYP2C49 (Wiercinska, 2012).

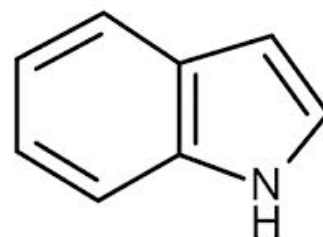
Zdá se, že klíčový mechanismus, který spojuje tvorbu skatolu s anabolickým potenciálem je interakce mezi růstovými faktory a glukokortikoidy střevní sliznice. Je třeba mít na paměti, že tvorba skatolu je pouze volně spojena s anabolickým potenciálem a s funkcí varlat. K objasnění nejen detailní role glukokortikoidů je potřeba další výzkum (Claus et al., 1994).

Důvodem, proč nekastrovaní samci prasat mají obvykle vyšší koncentrace skatolu v tukové tkáni ve srovnání s jedinci kastrovanými či samicemi prasat, pravděpodobně souvisí s rozdíly mezi pohlavími v metabolické clearance skatolu. Obecně se věří tomu, že tyto rozdíly vznikají zapojením testikulárních hormonů do metabolismu skatolu. Ačkoliv se začalo prokazovat, že alespoň některé ze steroidů varlat mohou inhibovat metabolismus skatolu v játrech, totožnost steroidu či skupiny steroidů, která je hlavním inhibítozem metabolismu skatolu nebyla odhalena (Zamaratskaia et Berger, 2014).

Koncentrace skatolu v tuku je do značné míry ovlivněna podmínkami prostředí. Faktory jako je adlibitní spotřeba vody, čistota, dobrá ventilace, krmiva s nízkým obsahem vlákniny a užívání antibiotik mají tendenci ke snížení koncentrace skatolu v tuku (Lundstrom et al., 1988).

Bylo také zjištěno, že třídění jatečně upravených těl na základě úrovně androstenonu/skatolu snížilo rozdíly v nespokojenosti spotřebitelů mezi masem kanců a prasniček, ale neodstranilo je. Zatímco se ukázalo u obou sloučenin jako efektivní pro třídění jatečně upravených těl na základě chuti, samostatný skatol bylo účinné třídít u jatečně upravených těl i na základě pouze zápachu (Bonneau et al., 2000).

3.5.3 Indol



Kančí zápach je také spojován s přítomností indolu (2,3-benzopyrol), který je stejně jako skatol formován v důsledku rozkladu tryptofanu bakteriemi v tlustém střevě a vyznačuje se vysokou afinitou k tukové tkáni (Verheyden et al., 2007).

Od roku 1900 studovali výzkumníci mikrobiální metabolity tryptofanu v zažívacím traktu a připustili potenciální toxické účinky těchto metabolitů na hostitele. V literatuře se uvádí, že hledání prekursoru jednoho z těchto metabolitů, indolu, vedlo k objevení aminokyseliny tryptofanu podle Hopkinse a Coolav roce 1903 (Yokoyama et Carlson, 1979).

Indol může být detekován v tuku kanců. Claus et al. (1997) uvádí, že indol činí přibližně 40% úroveň skatolu v tuku kanců krměných běžným krmivem. Avšak tento procentuální podíl se může měnit v závislosti na jiných faktorech. Například špinavé kotce mohou vést k vyššímu obsahu indolu v tuku zvířat (Claus et al., 1997).

Indol, který je obvykle nejčastějším metabolitem, získal nejvíce pozornosti a je toho hodně známo o jeho vzniku, funkci a regulaci. Koncentrace a poměr tohoto metabolitu vůči jiným metabolitům tryptofanu zůstávají vysoké bez ohledu na typ konzumované stravy. Pravděpodobně odráží široké spektrum bakteriálních druhů, které jej mohou produkovat. Ty zahrnují *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Paracolobactrum coliforme*, *Achromobacter liquefaciens* a *Micrococcus aerogenes*. Reakcí zapojeného enzymu tryptofanázy je štěpení vazby uhlík-uhlík, čímž se získá indol, kyselina pyrohroznová a amoniak. Mechanismus je spojen s nárokem na pyridoxalfosfát jako kofaktor a vzniká bez stabilního meziprojektu. Ani zde není další degradace indolové kruhové struktury. U většiny bakterií je tryptofanáza indukovatelná tryptofanem a represibilní glukózou. Vzhledem k jeho širokému výskytu u bakteriálních druhů a snadné detekci se indol používá jako běžný diagnostický nástroj a standartní biochemický determinant pro zjištění mikrobiální aktivity ve střevě (Yokoyama et Carlson, 1979).

3.6 Faktory ovlivňující výskyt kančího pachu

Na výskyt kančího pachu a jeho úroveň působí velké množství faktorů, mezi které patří vliv živé hmotnosti kanců, jejich věk při porážce, dále vliv genetiky/plemene nebo taktéž vliv způsobu ustájení a složení krmné dávky. Pro větší přehlednost jsou tyto faktory rozříděny na vnitřní a vnější.

3.6.1 Vnitřní faktory

3.6.1.1 Vliv genetiky/plemene

Byly objeveny jasné náznaky genetických vlivů na hladinu skatolu u prasat. Mezi ně patří například rozdíly mezi úrovněmi skatolu u různých plemen prasat, významné odhady heritability pro hladinu skatolu v tuku, a také údaje o přítomnosti major genu, ovlivňujícího kančí zápach v důsledku přítomnosti skatolu (Doran et al., 2002).

Genetické snížení pohlavního pachu s pomocí málo zapáchajících linií je považováno za trvale udržitelnou a ekonomicky dlouhodobou alternativu chirurgické kastrace kanečků bez anestezie, která je převážně prováděna v dnešní době. Vzhledem k střední dědivosti hlavních komponent kančího zápachu (androstenonu, skatolu a indolu), je šlechtění vynikající nástroj pro snížení počtu jatečně upravených těl s výskytem kančího zápachu. Pro zahrnutí kančího pachu do chovných programů je nutné zahrnutí zjišťování úrovně kančího zápachu do standardizovaných testů výkonnosti (Baes et al., 2013).

Kančí zápach je v důsledku vysoké hladiny skatolu a androstenonu středně dědivý a ne všichni nekastrovaní samci prasat na trhu jsou postiženi výskytem pohlavního pachu. Díky tomu by tedy mělo být možné zvolit vhodnou selekci na prasata, u kterých se nevyskytuje kančí zápach. Je důležité posoudit potenciál tvorby steroidů prasat s cílem odděleného pozdnějšího dospívání těch prasat, která mají nízký genetický potenciál pro výskyt kančího zápachu. Počet kandidátních genů pro výskyt kančího pachu byl identifikován a dále pokračuje identifikace nových kandidátních genů a rozvíjení genetických markerů pro nízký výskyt kančího pachu na bázi SNP (jednonukleotidové polymorfismy) u těchto genů (Zamaratskaia et Squires, 2009).

Srovnání úrovní sloučenin způsobujících výskyt kančího pachu mezi plemeny musí být vykládáno s opatrností, jelikož se úroveň kančího pachu mezi plemeny může lišit méně než u zvířat stejného plemene, která pochází z různých zemí. Toto může být zapříčiněno vlivem genetické rozmanitosti, ale také rozdíly mezi použitými analytickými metodami v různých studiích (Aluwé et al., 2011).

Byly zkoumány genetické aspekty dvou hlavních složek zodpovědných za kančí zápach (androstenon a skatol) u čistokrevných prasat komerčních otcovských linií, jakož i kříženců tří otcovských linií. Srovnání kříženců naznačuje, že lze očekávat významné genetické rozdíly prasat na trhu v důsledku různých kombinací otcovských linií. Z modelových výpočtů vyplývá, že je možné snížit koncentrace hlavních složek kančího zápachu pod prahovou hodnotu. Tímto způsobem může být využíváno maso samců prasat bez použití kastrace a problémy kančího zápachu mohou být odstraněny přibližně ve 4 generacích genetické selekce (Merks et al., 2009).

Chov linií prasat s co možná nejnižší úrovní androstenonu je negativně ovlivněn nepříznivou korelací s mateřskou plodností. I když tento antagonismus není zřejmý, v některých komerčních populacích je selekce možná pouze v rámci otcovských linií, zatímco selekce a chov proti androstenonu u mateřských linií se nedoporučuje. Molekulárně genetické nástroje umožňují identifikovat geny, které jsou zapojeny pouze v rozkladu androstenonu, nikoli však v jeho syntéze. Jinými slovy, neexistují žádné pleiotropní účinky těchto genů na výskyt a úroveň androstenonu a mateřskou plodnost. Nedávné studie potvrzují existenci těchto nepleiotropních genů. Proto by selekce proti androstenonu mohla být efektivně použita bez negativních následků na mateřskou plodnost (Frieden et al., 2012).

Odhady heritability vypočtené pro androstenon byly pomocí jednorozměrné analýzy 0,453 a pomocí vícerozměrné analýzy 0,452. Heritability pro skatol (0,495) a indol (0,550) byly vyšší než u androstenonu. Výsledky studie ukazují, že údaje o sloučeninách kančího zápachu z malých vzorků tukové tkáně získaných biopsií poskytují podobné genetické parametry, jak je popsáno v literatuře pro větší vzorky a je to tedy spolehlivý způsob testování úrovně kančího pachu u živých kandidátů chovných prasat (Baes et al., 2013).

Schéma chovu švýcarské otcovské linie bylo modelováno k porovnání různých cílových vlastností a zdrojů informací pro selekci kanců proti výskytu kančího zápachu. Vliv selekce proti kančímu zápachu na znaky produkce byl hodnocen pro různé ekonomické váhy sloučenin způsobujících kančí zápach. Genetický zisk a chovatelské náklady byly hodnoceny pomocí ZPlanu+, což je software založený na teorii selekčního indexu, metodě genového toku a ekonomickém modelování. Nejúčinnější strategií pro snížení skóre lidského nosu (HNS) byla selekce proti chemickým sloučeninám tvořícím kančí pach, a to provedením testování výkonů živých prasat na bázi biopsie. Zvýšení ekonomické váhy sloučenin kančího zápachu zesiluje negativní vliv na průměrný denní přírůstek, úbytek vody odkapem a procentuální vyjádření intramuskulárního tuku (Haberland et al., 2014).

3.6.1.2 Vliv živé hmotnosti

Úrovně androstenonu odhalily významné interakce mezi plemeny prasat a hmotností při porážce. Odborníci zjistili vliv hmotnosti zvířat na vnímání zápachu androstenonu spotřebitelem, který byl výrazně vyšší u tuku kanců porážených při živé hmotnosti 90 kg v porovnání s tukem kanců porážených při 50 kg živé hmotnosti, a taktéž výrazně vyšší v mase prasat porážených při živé hmotnosti 110 kg ve srovnání s 50 kg. Spotřebitelé nedetekovali rozdíly v senzoričských vlastnostech masa u některých plemen a u rozdílných porážkových hmotností. Tyto výsledky naznačují, že je příležitost minimalizovat riziko výskytu kančího zápachu u nekastrovaných samců prasat pečlivým výběrem kombinací plemen a porážkových hmotností. Bylo objeveno, že spolu s optimální porážkovou hmotností, je účinnost redukce pohlavního pachu tím, že se sníží porážková hmotnost zvířat, závislá na plemeni (Aluwé et al., 2011).

Studie Zamaratskaia et al. (2005a) hodnotila vztahy mezi plazmatickými hladinami skatolu a testikulárních steroidů ve třech různých živých hmotnostech, ve výši přibližně 90, 100 a 115 kg. V této studii byl také hodnocen účinek doplňku syrového bramborového škrobu na úrovně skatolu, androstenonu, testosteronu a estron sulfátu v plazmě nekastrovaných prasat. Celkem 111 nekastrovaných prasat, kříženců Yorkshire a Švédské landrace, bylo použito pro daný experiment. Zvířata byla chována buď v kotcích se smíšeným pohlavím, nebo odděleně. Každý kotec obsahoval 7 nebo 9 zvířat. Tři nejrychleji rostoucí prasata z kotce o devíti prasatech byla porážena při hmotnosti 90 kg, zbývající prasata byla porážena při dosažení živé hmotnosti 115 kg. Zvířatům byla odebírána plazma, která byla analyzována pro zjištění úrovní skatolu, androstenonu, testosteronu a estron sulfátu. Vzorky tuku byly odebírány při porážce a analyzovány na zjištění hladin androstenonu a skatolu. Hladiny skatolu a testikulárních steroidů byly signifikantně vyšší u nekastrovaných prasat ze skupiny o vysoké hmotnosti, která nebyla krmena syrovým bramborovým škrobem, oproti skupinám s nízkou a střední hmotností. Hladiny sledovaných sloučenin se nelišily mezi skupinami s nízkou a střední hmotností. Hladina skatolu pozitivně korelovala s hladinami testosteronu a estron sulfátu u skupin prasat o vysoké a střední hmotnosti, kterým nebyl zkrmován syrový bramborový škrob. U skupiny prasat o vysoké živé hmotnosti s přídatkem syrového bramborového škrobu v krmné dávce nekorelovaly hladiny skatolu s žádnou z analyzovaných sloučenin. Hladiny androstenonu v tuku byly vysoké ve všech skupinách. Autoři dospěli k závěru, že pomocí snížení porážkové hmotnosti a přídatku syrového bramborového škrobu do krmné dávky by mohlo docházet k účinnému snižování hladiny skatolu u nekastrovaných

prasat. Hladinu androstenonu v tuku však nebylo možné snížit ani snížením porážkové hmotností ani úpravou krmné dávky prasat.

Porážení kanců při nižší živé hmotnosti je často uváděno jako potenciální strategie managementu ke snížení úrovně pohlavního pachu u nekastrovaných samců prasat. Pozitivní korelace mezi výskytem kančího zápachu a porážkovou hmotností byla opravdu již dříve zdokumentována (Aluwé, 2011).

Například Babol et al. (2002) zjistili významnou korelaci mezi živou hmotností a aromatem při vaření, chutí, texturou, celkovou oblibou, obsahem androstenonu v tuku/slinných žlázách a skatolu v tuku.

Důležitými aspekty jsou u této strategie za prvé obecná úroveň kančího pachu, a za druhé účinnost redukce kančího zápachu pomocí snížení porážkové hmotnosti. Stále není jasně určeno, jaká je správná porážková hmotnost pro dostatečné snížení pohlavního zápachu a přitom zachování ekonomické ziskovosti (Aluwé et al., 2011).

Cílem studie Zamaratskaia et al. (2012) bylo zkoumání in vivo vztahu mezi zvýšenými hladinami testikulárních steroidů a proteinovou expresí klíčových enzymů zapojených do jaterního metabolismu skatolu (cytochrom P4502E1, CYP2E1 a CYP2A) a androstenonu (3- β -hydroxysteroid dehydrogenáza a sulfotransferáza SULT2B1). Za tímto účelem byla porovnávána exprese proteinu v játrech prasat s vysokou živou hmotností (115kg) a s nízkou živou hmotností (90kg), a to v souvislosti s hladinou testikulárních steroidů, testosteronu, estron sulfátu a androstenonu. Bylo prokázáno, že proteinová exprese metabolických enzymů androstenonu a skatolu byla ovlivněna živou hmotností prasat. Projevy CYP2E1 a CYP2A byly podstatně nižší v jaterních mikrozomech prasat s vysokou živou hmotností ve srovnání s prasaty s nízkou živou hmotností. Exprese androstenon metabolizující 3- β -hydroxysteroid hydrogenázy byla rovněž nižší u prasat o vysoké živé hmotnosti, zatímco exprese SULT2B1 byla nižší u prasat s nízkou živou hmotností. Dospělo se tedy k závěru, že s věkem související pokles v činnosti cytochromu P4502E1 a CYP2A, a tím zvýšené hladiny skatolu jsou pravděpodobně v důsledku snížené exprese proteinů těchto enzymů u starších (těžších) prasat s vyšší úrovní testikulárních steroidů.

3.6.1.3 Vliv věku

Úroveň androstenonu u kanců do značné míry souvisí s věkem a pohlavní dospělostí zvířete. Tak tomu je v důsledku toho, že je androstenon syntetizován ve varleti spolu s dalšími testikulárními steroidy, jako jsou testosteron a estrogeny, a proto se hladina androstenonu

vyvíjí podobným s věkem souvisejícím způsobem při prvním vrcholu okolo 2 týdnů věku a druhým zvýšením, které se objevuje v období puberty (Bonneau, 1982).

Hladina skatolu může být také ovlivňována věkem kanců, jak je naznačeno zvýšenými hladinami skatolu v tuku těžších prasat a pozitivní korelací s živou hmotností (Hansen et al., 1997).

Vyvozuje se, že vysoké hladiny skatolu a androstenonu lze nalézt i v tuku mladých kanců (ve věku 110 dnů a o živé hmotnosti při porážce 75 kg), které způsobují výskyt kančího zápachu (Aldal et al., 2005).

Ve studii Babol et al. (2004) byly odebrány vzorky od 117 Yorkshirů, 134 Landrace, 184 Hampshirů a 75 Duroců v různých věkových rozpětích a byly analyzovány na úroveň skatolu a méně vzorků na úroveň indolu. U každého plemene byla pozorována odlišná s věkem související distribuce hladiny skatolu v plazmě. Hladiny skatolu byly zvýšeny zhruba při 180 až 200 dnech věku. U některých jedinců byly dosaženy velmi vysoké úrovně. Poté se hladina snížila u Yorkshirů a Landrace přibližně při 240 až 260 dnech věku a u Hampshirů a Duroců při 310 až 360 dnech věku. Úrovně indolu prokázaly podobné s věkem a plemenem související rozdíly jako u skatolu. V době zvýšené koncentrace skatolu (ve věku 180 až 360 dnů věku, v závislosti na plemeni) mělo 25,5% Yorkshirů, 31,6% Landrace, 20,3% Hampshirů a 61,1% Duroců hladinu skatolu nad 12,6 $\mu\text{g/l}$ plazmy, což odpovídá prahové hodnotě 0,20 $\mu\text{g/g}$ tuku, která se používá pro výběr, z důvodu kančího pachu, nevhodných jatečně upravených těl prasat. Výsledky ukazují, že zvýšené hladiny skatolu u nekastrovaných samců prasat souvisí s pubertou a měření úrovně skatolu v tomto věku může být vhodné pro genetickou selekci na snížení úrovně kančího pachu u kanců. Plemenné rozdíly by měly být brány v úvahu.

S věkem související zvýšení hladiny androstenonu může být alespoň částečně v důsledku snížené exprese proteinu 3- β -hydroxysteroid dehydrogenázy, ale ne SULT2B1 (Zamaratskaia et al., 2012).

Cílem studie Zamaratskaia et al. (2004) bylo prozkoumat kolísání úrovní skatolu a androstenonu v plazmě související s věkem a jejich vztah k testosteronu, estron sulfátu a tyroxinu v plazmě nekastrovaných samců prasat. Byl také zkoumán vliv fotoperiody na sloučeniny zodpovědné za výskyt kančího zápachu. Celkem 47 nekastrovaných samčích kříženců, sourozenců ze 13 vrhů, bylo rozděleno do tří skupin: kontrolní skupina (přirozená fotoperioda), jaro/léto skupina (umělé jarní podmínky) a podzim/zima skupina (umělé podzimní podmínky). Krevní vzorky byly odebírány každé dva týdny věku od 8 týdnů do porážky ve věku 20-24 týdnů. Hladiny androstenonu ani hladiny skatolu v plazmě nebyly

ovlivněny fotoperiodou. Koncentrace skatolu v plazmě se měnily s věkem a byly vysoké v 8-10 týdnech věku. Časné zvýšení úrovně skatolu nesouviselo s žádnou z dalších zkoumaných látek. Při vyšším věku byly hladiny skatolu v plazmě pozitivně korelovány s úrovní androstenonu ($r= 0,30$; 20 týdnů věku) a úrovněmi testosteronu a estron sulfátu ($r= 0,43$ a $0,54$; 22 týdnů věku) a negativně korelovány s hladinami tyroxinu ($r= -0,44$; 22 týdnů věku a $r= -0,72$; 24 týdnů věku). Plazmatické hladiny androstenonu byly pozitivně korelovány s hladinami testosteronu a estron sulfátu přibližně od 14 do 24 týdnů věku, nikoliv však v mladším věku, s korelačními koeficienty v rozmezí $0,34-0,79$. Negativní korelace mezi hladinou androstenonu v plazmě a hladinou tyroxinu v plazmě byly nalezeny ve věku 16, 18 a 20 týdnů ($r= -0,42$; $-0,35$ a $-0,30$). Úrovně skatolu a androstenonu v tuku při porážce, ve věku 20-24 týdnů věku, byly vysoce korelované ($r= 0,68$).

3.6.2 Vnější faktory

3.6.2.1 Vliv výživy

Hned několik studií bylo zaměřeno na zjištění vlivu krmných surovin na obsah skatolu ve hřbetním tuku nekastrovaných samců prasat. Zahrnutím do potravy krmiva s vysokým obsahem vlákniny je ovlivněn obsah skatolu ve hřbetním tuku, ne však všechny typy vlákniny se zdají být schopné zvýšit fermentaci v trávicím traktu. Například lignin, který je komponentem pšeničných otrub, se ukázal nebýt schopným zvyšovat fermentaci, zatímco pektin, který je obsažen v cukrovarských řízcích, rychle a ochotně zvyšuje fermentaci (Jensen et al., 1995).

Naproti tomu bylo zjištěno, že syrový bramborový škrob je účinný pokud jde o snížení skatolu v různých koncentracích (od 10% do 40%) a to po dobu 2 až 3 týdnů před porážkou (Aluwé et al., 2009).

Bylo prokázáno, že čekanka, stejně jako její složka inulin, je schopná snižovat koncentraci skatolu. Výrazné snížení úrovně skatolu ve výkalech se při cross-over experimentu projevilo u přídatku 10% čekanky a 5% inulinu (Aluwé et al., 2009).

Jensen et al. (1997) studovali vliv zahrnutí 10% cukrovarských řízků, kokosových a palmových kostek, vlčího bobu, ječmenu, fruktooligosacharidů a bramborového škrobu do krmné směsi po dobu 14 dnů na snížení obsahu skatolu v tuku. Vlčí bob, fruktooligosacharidy a bramborový škrob měly na snížení úrovně skatolu významný účinek.

Byla provedena studie, ve které se prokázalo, že přídatek 0,5% zeolitu (přírodní minerál s 90% účinné látky sestávající z klinoptilolitu) do krmiva podstatně snížil obsah

skatolu v tukové tkáni a procento vzorků tukové tkáně s úrovní skatolu nad 0,25 mg/kg. Přídavek živočišného tuku, vitamínů B, etanolu, mědi, železa nebo tryptofanu ke stravě neukázal žádné významné změny koncentrace skatolu (Baltic et al., 1997).

Pivovarské mláto a kvasinky se ukázaly být složkou krmiva, která zvyšuje koncentraci skatolu v tlustém střevě a hřbetním sádle (Jensen et al., 1995).

Taktéž například i žlutý hrách může vést ke zvýšené depozici skatolu (Lundstrom et al., 1994).

Studie Zamaratskaia et al. (2005a) hodnotila účinek doplňku syrového bramborového škrobu na úroveň skatolu, androstenonu, testosteronu a estron sulfátu v plazmě nekastrovaných prasat. Všechna zvířata byla krmena stejnou komerční krmnou dávkou, dokud průměrná hmotnost v kotci nedosáhla 100 kg. Potom 33 z 80 zbývajících prasat dostávali 0,6 kg syrového bramborového škrobu na zvíře a den po dobu dvou týdnů před porážkou. Krmná dávka s přídavkem syrového bramborového škrobu vyvolala pokles hladiny skatolu v plazmě a tuku, nikoliv však plazmatické hodnoty testikulárních hormonů a hladiny androstenonu v tuku. Dospělo se k závěru, že pomocí přídavku syrového bramborového škrobu do krmné dávky by mohla být účinně snižována hladina skatolu u nekastrovaných prasat. Hladinu androstenonu v tuku však nebylo možné snížit ani úpravou krmné dávky prasat.

Na základě výsledků studie Aluwé et al. (2009) bylo prokázáno, že přidání 10% syrového bramborového škrobu, 10% bramborového škrobu + 5% pšeničných otrub, 10% vličího bobu, 5% Beneo IPE (obsahujícího 66% inulinu), nebo 1% Vivolith 85 (obsahujícího 85% klinoptilolitu) ke stravě během 4-6 týdnů před porážkou nevedlo ke snížení kančího zápachu u jatečně opracovaných těl nekastrovaných samců prasat.

Studie Kroyer Rasmussen et al. (2012) zkoumala in vivo účinek kořene čekanky na koncentrace testikulárních steroidních hormonů a taktéž metabolických enzymů steroidu androstenonu u nekastrovaných samců prasat. Kromě toho byl zkoumán i účinek na koncentrace skatolu a indolu v plazmě a tukové tkáni. Výsledky ukázaly, že koncentrace androstenonu v tukové tkáni skupiny prasat krmných experimentálním krmivem, obsahujícím 10% čekanky, po dobu 16 dnů před porážkou byla výrazně nižší, zatímco koncentrace indolu byly vyšší, ve srovnání s kontrolní skupinou prasat, která byla krmena běžnou směsí. Hladina skatolu však setrvala na konstantní úrovni. Usuzuje se, že kořen čekanky v krmné dávce kanců snižuje koncentraci androstenonu v tukové tkáni prostřednictvím indukce 3-HSD (3- β -hydroxysteroid dehydrogenáza).

3.6.2.2 Vliv ustájení

Dalším faktorem, který také ovlivňuje úroveň výskytu kančího zápachu se jeví být způsob ustájení prasat. I v tomto případě byly prováděny různé studie.

Prasečí farmy v Nizozemí, které produkují kance, mají různé úrovně výskytu kančího zápachu, jak bylo posouzeno sensorickým hodnocením lidským nosem na porážkové lince. Z dotazníků od 152 nizozemských producentů prasat (míra odezvy 59%) byly identifikovány charakteristiky farmy a managementu, které mohou být spojeny s výskytem kančího zápachu na úrovni zemědělského podniku. Nižší výskyt kančího pachu na úrovni zemědělského podniku byl spojen s menší velikostí skupiny, menší ohrazenou plochou na kance, s novějším ustajovacím zařízením, které nepraktikují restriktivní krmení v posledním období porážkou, s delším hladověním v období před porážkou, s vyšší porážkovou hmotností a nižším podílem kanců z čistokrevných linií prasnic nebo kanců plemene Pietrain. Tyto zjištěné vlastnosti mohou být použity k vývoji intervenčních strategií ke kontrole pohlavního pachu na úrovni zemědělského podniku. Je potřeba vyvinout větší úsilí v oblasti výzkumu, aby byly zjištěny kauzální vztahy (Van Wagenberg et al., 2013).

Ve studii Prunier et al. (2013) je pojednáno o pokusu, kdy byli kanci od 84 dnů věku chováni ve skupinách po 10 zvířatech buď v konvenčních kotcích ($1\text{m}^2/\text{zvíře}$, roštová podlaha) nebo v kotcích obohacených ($2,5\text{m}^2/\text{zvíře}$, na podestýlce ze slámy, s venkovním výběhem), krmení byli ad libitum. Chování bylo pozorováno po dobu 3 hodin při třetím, čtvrtém a pátém měsíci věku. Čas strávený ve venkovním výběhu byl také zaznamenán po dobu 3 dní za měsíc. Zvířata byla porážena ve 161 \pm 1 dnech věku a při živé hmotnosti 122 \pm 9 kg. Testosteron a estradiol v plazmě, androstenon a skatol v tuku a hmotnost varlat kanců se nelišila mezi různými systémy ustájení. Celkově tato studie naznačuje vliv sezóny na pohlavní vývoj, vliv systému ustájení na chování a ukazuje vazby mezi pohlavními hormony, chováním a výskytem kančího zápachu.

Bylo navrženo, že skatol, který je jednou z nejdůležitějších sloučenin zodpovědných za výskyt kančího zápachu, může být snížen, pokud budou kanci udrženi čistí, jelikož skatol může být absorbován kůží a/nebo do plic (Hansen et al., 1994).

Hansen et al. (1994) zjistili, že prasata chovaná ve vysoké hustotě osazení a ve špinavých kotcích měla vyšší koncentrace skatolu než prasata, která byla udržována v nízké hustotě osazení a v čistých kotcích.

Při experimentu Aluwé et al. (2011) byla zkoumána hypotéza, a to pomocí srovnání velmi čistých zvířat se zvířaty extrémně znečištěnými pokud se jedná o výskyt kančího

zápachu. Jedna skupina prasat byla denně myta a jejich ohrady byly denně čištěny, druhá skupina prasat byla denně potírána výkaly a třetí kontrolní skupina prasat byla držena v kontrolních podmínkách. Tato opatření byla prováděna v průběhu posledních 4 týdnů před porážkou. Podle standardizovaných spotřebitelských hodnocení měli kanci, kteří byli extrémně znečištěni vyšší koncentrace výskytu kančího zápachu než kanci, kteří byli drženi velmi čistí. Laboratorní analýzy však neprokázaly žádné významné rozdíly v přítomnosti indolu, skatolu a androstenonu v tuku a séru. Takže nebyl potvrzen závěr, že by snížení úrovně skatolu a androstenonu mohlo být ovlivněno zlepšením čistoty prasat, nebyly nalezeny.

3.7 Produkční ukazatele

Množství výkrmových studií za posledních 30 let jasně ukazuje, že jsou prasničky ve svých výkrmových vlastnostech a podílu libového masa lepší než vepřici, a kanci jsou pak lepší než prasničky (Sather et al., 1991).

Tato hierarchie je vysvětlena endogenní sekrecí anabolických hormonů, která se liší mezi pohlavími (Claus et al., 1994).

Ve srovnání hmotností jatečně upravených těl bylo procentuální vyjádření odhadovaného obsahu libového masa jatečně upravených těl vyšší u imunokastrátů a kanců nežli u vepřiků. Tloušťka svalu byla vyšší u imunokastrátů a vepřiků v porovnání s kanci, zatímco tloušťka tuku byla nejnižší u imunokastrátů a kanců. Vepřici, imunokastráti a kanci se lišili v kapacitě vaznosti vody a také výskytu kančího pachu. Hlavní experimenty byly provedeny za účelem zhodnocení chutnosti. Spotřebitelé zjistili rozdíly v měkkosti a šťavnatosti masa (Aluwé et al., 2013).

Nekastrovaní samci prasat mají vyšší obsah libového masa (o 5%). Jatečně upravená těla nekastrovaných samců mají také méně tuku a jejich tuková tkáň je měkčí vzhledem k vyšší úrovni nenasycených mastných kyselin. Mají však mírně vyšší výskyt DFD (dark, firm, dry = tmavé, tuhé, suché) vady masa a mírně vyšší úroveň výskytu poškození kůže (Babol et Squires, 1995).

Při studii D'Souza et Mullan (2003) bylo prokázáno, že mají kanci méně hřbetního tuku než chirurgicky či imunologicky kastrovaní samci. Maso kanců je dle výsledků tohoto pokusu sušší, tvrdší a mělo celkově nižší skóre přijatelnosti spotřebitelem než maso chirurgických kastrátů nebo imunokastrátů.

Dle studie Xue et al. (1997) mají kanci ve srovnání s vepřiky snížený příjem krmiva, lepší konverzi krmiva, méně hřbetního tuku, vyšší retenci dusíku a libovější jatečně upravená

těla. Dále studie také ukázala, že pokud jsou zvířatům podávány odpovídající aminokyseliny, je rychlost růstu kanců vyšší nežli rychlost růstu vepřίκů. Lepší růstový výkon a lepší vlastnosti jatečně upravených těl kanců nastávají primárně kvůli anabolickým účinkům androgenů a estrogenů produkovaných ve varlatech. Nicméně zatím nebylo prokázáno zlepšení rychlosti růstu či kvality jatečně upravených těl vepřίκů podáváním vyráběných anabolik androgenů a estrogenů.

Vzhledem k nižším výrobním nákladům a vyššímu obsahu libového masa nekastrovaných samců prasat ve srovnání se samicemi, či samci kastrovanými, se použití kanců pro výkrm na maso jeví jako možný způsob, jak zvýšit ziskovost ve výrobě vepřového masa. Jejich maso je libovější a má vyšší nutriční hodnoty, což může zvýšit zájem spotřebitelů o vepřové maso. Jediná důležitá nevýhoda výkrmu kanců je výskyt nežádoucího kančího pachu (Babol et Squires, 1995).

4 Metodika a materiál

4.1 Počty zvířat, genotyp

Do testační stanice bylo naskladněno celkem 54 ks prasat (prasniček, vepřίκů, kanečků a imunokastrátů) genotypu DanBred [(BUxL)xD]. Jejich průměrná živá hmotnost při zahájení pokusu činila 28,17 kg, na konci 104,65 kg.

4.2 Rozdělení skupin

Zvířata byla rozdělena do čtyř skupin, a to dle pohlaví následovně

- **1. skupina** - 10 ks prasniček
- **2. skupina** - 10 ks vepřίκů
- **3. skupina** - 24 ks kanečků
- **4. skupina** - 10 ks imunokastrátů

Skupina kanců byla dále rozdělena na dvě skupiny dle živé hmotnosti při porážce: pod 104 kg živé hmotnosti a nad 104 kg živé hmotnosti.

4.3 Ustájení zvířat

Ustájení prasat bylo provedeno dle metodiky pro testy čistokrevných a hybridních prasat tak, aby bylo dodrženo dvojicové ustájení zvířat (v tomto případě stejného pohlaví).

4.4 Výživa a krmení

Krmení prasat se realizovalo KKS na bázi pšeničného, sojového, řepkového, ječného šrotu a premixů na dohodnuté živinové hladině. Dávkování jednotlivých skupin a zvířat (dvojice) bylo realizováno dle zadaných krmných křivek samokrmítky Duräumat. Před zahájením testu byly provedeny rozborů jednotlivých komponentů použitých v KKS na obsah hlavních živin a na jejich základě byly sestaveny krmné směsi (A1, A2, A3). Spotřeba krmiva byla zjišťována pro dvojici (jeden kotec) a následně rozpočítána na jednotlivá zvířata.

4.5 Složení KKS

Tab. č. 3 Složení KKS používaných při testu

Komponenty KKS Cena/t (Kč)	Surovina	Podíl (%)		
		A1	A2	A3
27 000	Premix	3	3	3
3 600	Ječmen	32	35,5	35,5
3 750	Pšenice	45	43	44,5
9 000	SEŠ -48	15	8,5	-
5 100	ŘEŠ	5	10	17
Ø cena t KKS (Kč)	-	5,164	4,881	4,522

4.6 Živinové složení KKS

Tab. č. 4 Živinové složení KKS používaných při testu

Ukazatel			
KKS / hmotnost	A1	A2	A3
MEp (MJ)	12,9	12,8	12,7
NL (g)	180,3	165,3	147,6
Vlák. (g)	39,7	44,0	49,1
LYZ (g)	10,7	9,6	8,3
MET (g)	3,2	3,1	3,0
MET+CYS (g)	6,8	6,5	6,3
THRE (g)	6,8	6,2	5,6

TRY (g)	2,2	2,0	1,7
Ca (g)	7,2	7,2	7,2
P (g)	4,7	4,4	3,9
Na (g)	1,8	1,7	1,7

4.7 Sledované proměnné

4.7.1 Produkční užitkovost - ukazatele výkrmnosti

Za účelem zjištění produkčních parametrů užitkovosti prasat v testu byla prasata pravidelně vážena v 7 denních intervalech.

Ze znaků výkrmnosti se *ante mortem* sledovaly

- živá hmotnost na začátku testu v kg,
- živá hmotnost při porážce v kg,
- věk při porážce ve dnech,
- celkový přírůstek živé hmotnosti v kg,
- průměrný denní přírůstek v g,
- denní spotřeba KKS v kg,
- celková spotřeba KKS za dobu testu v kg,
- konverze krmiva za dobu testu v kg/kg,
- zastoupení svaloviny v průběhu růstu, a to 7 a 14 dní před porážkou(%) , přičemž se měřila *plocha* MLLT během a při ukončení testu pomocí sonografie přístrojem ALOKA SSD 500 - MICRUS, a to v místech A, B, dle metodiky pro přístroj Sonomark SM100
- zdravotní stav a úhyny prasat.

4.7.1.1 Měření plochy, výšky, šířky MLLT

Ve střední linii se vyznačí pomocné body

A0 - na kohoutku - kolmo nad výčnělkem loketního kloubu,

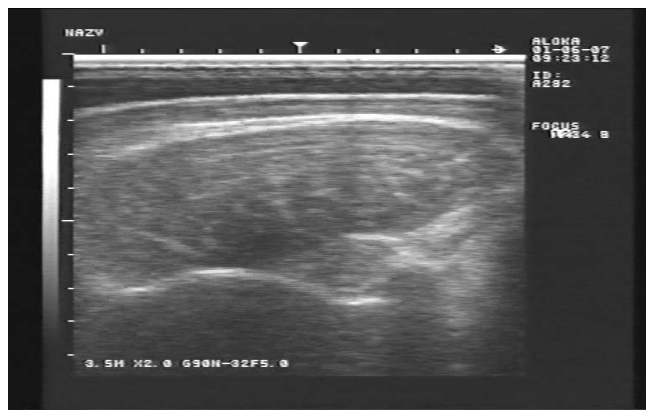
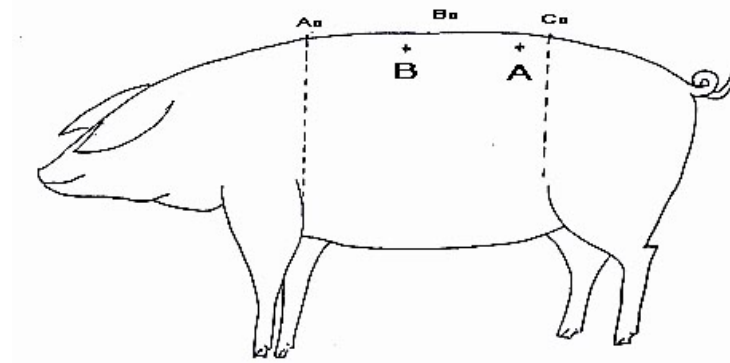
C0 - v krajině bederní kolmo nad čéškou,

B0 - střed mezi body A0 + C0.

Měření se provádí 70 mm laterálně od středu hřbetu v bodech

A - 3/4 kaudálně mezi místem B0 + C0 výška tuku → *průměrná výška tuku*,

B - 3/4 + 30 mm kaudálně mezi místem A0 + B0 výška tuku + hloubka svalu → *průměrná výška tuku + % svaloviny*



4.7.2 Produkční užitkovost - ukazatele jatečné hodnoty

Při dosažení celkové průměrné živé hmotnosti cca 104,65 kg byla prasata poražena a realizována na jatkách v systému SEUROP metodou FOM (ČSN 46 6160; Pulkrábek et al. 2004, aj.).

Za účelem monitoringu kvantitativní a kvalitativní stránky jatečné hodnoty testovaných prasat se u každého zvířete *post mortem* zjistili

- hmotnost jatečně upraveného těla (JUT) za tepla v kg,
- podíl masa zjištěný ultrazvukem 14 dní před porážkou v %,
- podíl masa zjištěný ultrazvukem 7 dní před porážkou v %,
- podíl masa zjištěný před porážkou pomocí ZP v %,
- jatečná výtěžnost v %,
- hmotnost HMČ v kg,
- podíl HMČ v jatečných půlkách v %,
- výška hřbetního tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže v mm,
- plocha MLLT v mm²,
- hmotnost varlete v g,
- hmotnost nadvarlete v g,

- hladina androstenonu v $\mu\text{g/g}$ tuku,
- hladina skatolu v $\mu\text{g/g}$ tuku.

4.7.2.1 Stanovení podílu svaloviny

Stanovení podílu svaloviny v průběhu růstu bylo pomocí sonomarkové rovnice.

$$y = 63,87 - 0,447 * \text{TUK1} - 0,51 * \text{TUK2} + 0,128 * \text{SVAL2}$$

kde:

y = podíl svaloviny (%)

TUK1 = tloušťka sádla včetně kůže (mm) v místě měření A

TUK2 = tloušťka sádla včetně kůže (mm) v místě měření B

SVAL2 = hloubka svalu mezi (mm) v místě měření B

Po porážce zvířat na jatkách bylo u pravé poloviny JUT stanoveno procento libové svaloviny přístrojem FOM podle Pulkrábek et al. (2005) a hmotnost jatečně upraveného těla (kg).

Rovnice zpeněžení JUT pro FOM (Pulkrábek et al., 2005)

$$y = 59,86131 - 0,72930 S + 0,12853 M$$

kde:

y = podíl svaloviny (%)

S = tloušťka sádla včetně kůže (mm)

M = hloubka svalu mezi 2. a 3. posledním žebrem, 70 mm laterálně od linie pŕlicího řezu (mm)

4.7.2.2 Stanovení hladiny androstenonu a skatolu

V testu byla ke stanovení hladin androstenonu a skatolu použita modifikovaná metoda založená na základě HPLC (High-performance liquid chromatography) metod Hansen-Møller (1994) a Chen et al. (2007).

Androstenon a skatol byly extrahovány z hřbetního tuku zvířat pomocí methanolu z roztaveného tuku, derivatizovány s použitím DNSH (5-dimethylaminoaphthalen-1-sulfohydrazid) a detekovány za použití HPLC metody s flourescenční detekcí.

Vzorky hřbetního tuku byly odebírány 24 hodin post mortem z oblasti mezi prvním a třetím obratlem krční páteře. Vzorky bez kůže a svalů byly vakuově zabaleny a skladovány v mrazícím zařízení při -80°C až do doby, kdy byla prováděna analýza.

4.7.3 Výsledky, zpracování

Veškeré dílčí údaje byly zpracovány běžnými matematicko-statistickými metodami a vyjádřeny tabulkově jak bez ohledu, tak s ohledem na pohlaví.

5 Výsledky a diskuze

5.1 Průměrné hodnoty vybraných ukazatelů

V tabulce č. 5 jsou uvedeny průměrné hodnoty vybraných produkčních ukazatelů pro celý sledovaný soubor, a to bez ohledu na pohlaví či hmotnostní kategorie zvířat.

Z tabulky vidíme, že průměrný věk zvířat při porážce byl 139 dní a jejich průměrná živá hmotnost při porážce činila 104,65 kg. Celkový přírůstek živé hmotnosti za dobu testu byl v průměru 76,48 kg, přičemž průměrný denní přírůstek zvířat se pohyboval kolem 1042 g.

Zvířata v testaci dosáhla velmi dobré hodnoty konverze kompletní krmné směsi za dobu testu, a to 2,23 kg/kg přírůstku.

V tabulce vidíme nárůst podílu masa před porážkou. To je způsobeno použitím jiné metody měření.

Dále vidíme, že průměrná jatečná výtěžnost celého sledovaného souboru činí 75,89 % a výška tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže byla v průměru 16 mm.

Tab. č. 5 Vybrané produkční ukazatele za testovaný soubor

Ukazatel	n	\bar{x}	s	Minimum	Maximum
Živá hmotnost na začátku testu (kg)	53	28,17	4,665	18,00	40,60
Živá hmotnost při porážce (kg)	53	104,65	10,906	77,00	125,50
Věk při porážce (dny)	53	139,00	4,418	119	140
Hmotnost JUT (kg)	53	79,41	8,436	59,00	97,40
Celkový přírůstek živé hmotnosti (kg)	53	76,48	7,962	55,30	90,60
Průměrný denní přírůstek (g)	53	1042	93,621	788	1224
Denní spotřeba KKS (kg)	40	2,48	0,203	2,08	3,08
Celková spotřeba KKS za dobu testu (kg)	40	173,47	14,222	145,76	215,81
Konverze krmiva za dobu testu (kg/kg)	40	2,23	0,198	1,72	2,68
Podíl masa 14 dní před porážkou (%)	44	57,60	0,895	55,84	59,93
Podíl masa 7 dní před porážkou (%)	44	56,16	1,000	54,24	58,69
Podíl masa před porážkou - ZP (%)	53	59,92	1,402	56,88	62,97
Jatečná výtěžnost (%)	53	75,89	1,714	71,11	79,65
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	53	20,33	2,170	14,29	24,51
Podíl hlavních masitých částí (%)	53	52,78	1,902	49,19	56,44
Výška tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže (mm)	53	16	4,702	4	26
Plocha MLLT (mm ²)	44	4113	484,691	2956	5002

5.2 Vybrané produkční ukazatele dle pohlaví

V tabulkách č. 6, 7, 8 a 9 jsou zobrazeny průměrné hodnoty vybraných produkčních ukazatelů, směrodatné odchylky a taktéž minimální a maximální naměřené hodnoty pro soubor vepřků (n = 10), prasniček (n = 10), kanečků (n = 23) a imunokastrátů (n = 10).

V tabulce č. 10 jsou potom vyznačeny statistické významnosti rozdílů daných hodnot mezi soubory.

Vidíme, že průměrná živá hmotnost při porážce se u všech souborů pohybovala na přibližně podobné úrovni a to u vepřků na úrovni 105,06 kg, u prasniček kolem 106,65 kg, u kanečků kolem 104,07 kg a u imunokastrátů 103, 58 kg.

Statisticky významný rozdíl (P = 0,05) byl prokázán u věku zvířat při porážce a to mezi souborem kanečků s ostatními soubory, kde jak z průměrných, tak minimálních a maximálních hodnot jasně vidíme, že zatímco soubory vepřků, prasniček i imunokastrátů byly poráženy přesně ve 140 dnech věku, soubor kanečků byl porážen v rozmezí 119 až 140 dní věku, a to z důvodu rozdělení kanečků do dvou skupin dle porážkových hmotností, kdy jedna skupina byla porážena dříve (při nižší živé hmotnosti zvířat).

Dále byl vyjeven statisticky významný rozdíl ($P = 0,05$) mezi souborem vepříků a prasniček v celkové spotřebě kompletní krmné směsi za dobu testu. U vepříků celková spotřeba činí v průměru 181,76 kg, a soubor vepříků tak dosáhl nejvyšší celkové spotřeby. U prasniček je to naopak 167,29 kg, což je nejnižší celková spotřeba mezi všemi soubory.

Mezi všeobecně známé výhody výkrmu kanečků dle Grauera (2014) patří mimo jiné právě lepší konverze krmiva ve srovnání s vepříky.

Také Xue et al. (1997) uvádí, že kanci mají nižší příjem krmiva a lepší konverzi krmiva než vepřici.

Vysoce statisticky významný rozdíl ($P = 0,01$) byl objeven v podílu masa zjištěného ultrazvukem 7 dní před porážkou, a to mezi souborem vepříků, kde podíl masa činí v průměru 55,42 %, a souborem prasniček, kde se průměrná hodnota pohybuje na úrovni 56,78 %. Statisticky významný rozdíl ($P = 0,05$) byl u této hodnoty také prokázán mezi souborem vepříků a souborem kanečků, u kterých je průměrná hodnota 56,23 %.

Vysoce statistický významný rozdíl ($P = 0,01$) byl dále prokázán i u hodnoty podíl masa zjištěný před porážkou pomocí ZP, a to mezi souborem vepříků s průměrnou hodnotou 58,18 %, která je ze všech souborů jednoznačně nejnižší, a všemi ostatními soubory, kde se průměrné hodnoty pohybují u prasniček na úrovni 60,39 %, u kanečků 60,58 % a u imunokastrátů 59,70 %. Z tohoto ukazatele je tedy průkazně vidět, že nejvyšší % libového masa měli kanečci.

Gispert et al. (2010) také uvádí, že jatečně upravená těla nekastrovaných samců jsou libovější nežli jatečně upravená těla imunokastrátů.

Dle Merks et al. (2009) je produkce masa nekastrovaných samců prasat o 5-12 % efektivnější než u masa samců kastrovaných.

I Babol et Squires (1995) uvádí, že mají nekastrovaní samci prasat vyšší obsah libového masa, a to o 5% oproti kastrovaným samcům.

Taktéž Sather et al. (1991) tvrdí, že množství výkrmových studií jasně ukazuje, že jsou kanci ve svých výkrmových vlastnostech a podílu libového masa lepší než prasničky, a ty jsou lepší než vepřici.

Značné rozdíly byly také nalezeny v tučnosti zvířat, konkrétně pomocí ukazatele výška tuku na posledním hrudním obratli bez kůže. Vysoce statisticky významný rozdíl ($P = 0,01$) je uveden mezi souborem vepříků s nejvyšší průměrnou hodnotou 20 mm a souborem kanečků s naopak nejnižší průměrnou hodnotou 14 mm. U této hodnoty je také uveden statisticky významný rozdíl ($P = 0,05$) mezi souborem vepříků a souborem prasniček, které mají druhou

nejnižší průměrnou hodnotu 15 mm. Z tohoto ukazatele tedy jasně vidíme, že jednoznačně nejtučnější jsou vepřici.

Ke stejnému výsledku ve své studii došli i Xue et al. (1997), kde prokázali, že mají kanci ve srovnání s vepřicí méně hřbetního tuku a celkově libovější jatečně upravená těla.

Aluwé et al. (2013) ve své studii také dokázal, že nejnižší tloušťka hřbetního tuku je u kanců. Avšak uvádí, že dále mají nejnižší tloušťku hřbetního tuku imunokastráti.

D'Souza et Mullan (2003) při své studii také prokázali, že mají kanci méně hřbetního tuku než chirurgicky či imunologicky kastrovaní samci.

Také Babol et Squires (1995) uvádí, že jatečně upravená těla nekastrovaných samců prasat mají méně tuku oproti jatečně upraveným tělům samců kastrovaných.

Vysoce statisticky významný rozdíl ($P = 0,01$) byl vyjeven i u hodnoty plocha MLLT mezi souborem vepřiků, kde se průměr pohybuje kolem 4361 mm^2 , a souborem imunokastrátů, kde se průměr pohybuje kolem 3728 mm^2 . A taktéž mezi souborem prasniček s průměrem 4410 mm^2 a souborem imunokastrátů.

Dále byl vysoce statisticky významný rozdíl ($P = 0,01$) prokázán pro hladinu androstenonu, a to mezi souborem kanečků s výrazně nejvyšší průměrnou hodnotou $3,19 \text{ } \mu\text{g/g}$ tuku a všemi ostatními soubory, s nejnižší průměrnou hodnotou pro soubor vepřiků $0,18 \text{ } \mu\text{g/g}$, následně s hodnotou $0,19 \text{ } \mu\text{g/g}$ pro soubor prasniček a s druhou nejvyšší hodnotou $0,53 \text{ } \mu\text{g/g}$ pro soubor imunokastrátů.

To samé platí i pro hladinu skatolu, kde opět výrazně nejvyšší průměrnou hodnotu $0,19 \text{ } \mu\text{g/g}$ vykazoval soubor kanečků, a nejnižší hodnotu $0,05 \text{ } \mu\text{g/g}$ shodně soubory vepřiků i prasniček. U souboru imunokastrátů byla průměrná hodnota $0,06 \text{ } \mu\text{g/g}$. Z posledních dvou ukazatelů je tedy naprosto zřejmé, že nejvyšší riziko výskytu kančího zápachu hrozí právě u souboru kanečků, a to vzhledem k nejvyšším hladinám androstenonu a skatolu, jako látek jež jsou za jeho výskyt zodpovědné.

Potvrdila se tedy shoda s Aluwé et al. (2013), Kubale et al. (2013), Gispert et al. (2010), Pauly et al. (2013), Škrlep et al. (2012) a dalšími autory, kteří uvádějí, že se pomocí imunokastrace samců prasat dá dosáhnout velmi přijatelných výsledků, co se týče snížení hladin androstenonu a skatolu a tím tedy i redukce kančího zápachu.

Tab. č. 6 Vybrané produkční ukazatele u souboru vepřků (n = 10)

Ukazatel	\bar{x}	s	Minimum	Maximum
Hmotnost na začátku testu (kg)	26,81	5,264	18,00	34,70
Živá hmotnost při porážce (kg)	105,06	9,472	92,40	119,50
Věk při porážce (dny)	140	0	140	140
Hmotnost JUT (kg)	80,86	7,104	71,60	92,40
Celkový přírůstek živé hmotnosti (kg)	78,25	7,541	64,40	90,60
Průměrný denní přírůstek (g)	1057	101,906	870	1224
Denní spotřeba KKS (kg)	2,60	0,189	2,41	3,08
Celková spotřeba KKS za dobu testu (kg)	181,76	13,206	168,78	215,81
Konverze krmiva za dobu testu (kg/kg)	2,27	0,245	1,95	2,68
Podíl masa 14 dní před porážkou (%)	57,14	0,960	55,84	59,00
Podíl masa 7 dní před porážkou (%)	55,42	1,012	54,24	57,67
Podíl masa před porážkou - ZP (%)	58,18	1,091	56,88	59,59
Jatečná výtěžnost (%)	77,00	1,932	73,21	79,65
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	20,46	1,848	17,30	22,92
Podíl hlavních masitých částí (%)	52,55	2,201	50,04	56,44
Výška tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže (mm)	20	4,002	14	26
Plocha MLLT (mm ²)	4361	416,457	3762	4889
Hmotnost varlete (g)	-	-	-	-
Hmotnost nadvarlete (g)	-	-	-	-
Androstenon (μg/g tuku)	0,18	0,140	0,03	0,52
Skatol (μg/g tuku)	0,05	0,020	0,02	0,10

Tab. č. 7 Vybrané produkční ukazatele u souboru prasniček (n = 10)

Ukazatel	\bar{x}	s	Minimum	Maximum
Hmotnost na začátku testu (kg)	30,47	3,078	24,50	34,40
Živá hmotnost při porážce (kg)	106,65	7,725	93,50	120,00
Věk při porážce (dny)	140	0	140	140
Hmotnost JUT (kg)	81,14	5,767	71,00	90,60
Celkový přírůstek živé hmotnosti (kg)	76,18	7,331	62,10	87,40
Průměrný denní přírůstek (g)	1029	99,068	839	1181
Denní spotřeba KKS (kg)	2,39	0,192	2,08	2,85
Celková spotřeba KKS za dobu testu (kg)	167,29	13,422	145,76	199,24
Konverze krmiva za dobu testu (kg/kg)	2,22	0,248	1,72	2,64
Podíl masa 14 dní před porážkou (%)	58,15	0,854	56,71	59,93
Podíl masa 7 dní před porážkou (%)	56,78	0,873	55,59	58,69
Podíl masa před porážkou – ZP (%)	60,39	1,274	58,09	62,20
Jatečná výtěžnost (%)	76,09	1,091	73,99	77,95
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	21,47	1,614	18,93	24,03
Podíl hlavních masitých částí (%)	54,27	1,172	52,66	55,86
Výška tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže (mm)	15	4,560	8	21
Plocha MLLT (mm ²)	4410	394,803	3880	5002
Hmotnost varlete (g)	-	-	-	-
Hmotnost nadvarlete (g)	-	-	-	-
Androstenon (μg/g tuku)	0,19	0,169	0,05	0,63
Skatol (μg/g tuku)	0,05	0,029	0,01	0,11

Tab. č. 8 Vybrané produkční ukazatele u souboru kanečků (n = 23)

Ukazatel	\bar{x}	s	Minimum	Maximum
Hmotnost na začátku testu (kg)	27,82	5,373	18,80	40,60
Živá hmotnost při porážce (kg)	104,07	13,330	77,00	125,50
Věk při porážce (dny)	137	6,286	119	140
Hmotnost JUT (kg)	78,42	10,147	59,60	97,40
Celkový přírůstek živé hmotnosti (kg)	76,25	8,961	55,30	87,30
Průměrný denní přírůstek (g)	1049	89,020	869	1180
Denní spotřeba KKS (kg)	2,45	0,208	2,09	2,79
Celková spotřeba KKS za dobu testu (kg)	171,72	14,587	146,44	195,44
Konverze krmiva za dobu testu (kg/kg)	2,16	0,083	1,98	2,26
Podíl masa 14 dní před porážkou (%)	57,72	0,738	56,43	59,55
Podíl masa 7 dní před porážkou (%)	56,23	0,774	54,66	57,87
Podíl masa před porážkou – ZP (%)	60,58	1,145	58,16	62,97
Jatečná výtěžnost (%)	75,38	1,899	71,11	78,73
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	19,84	2,292	15,61	24,51
Podíl hlavních masitých částí (%)	52,10	1,647	49,19	55,43
Výška tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže (mm)	14	4,409	4	21
Plocha MLLT (mm ²)	4000	378,515	3321	4529
Hmotnost varlete (g)	414,68	93,269	256,74	506,41
Hmotnost nadvarlete (g)	130,27	31,421	94,74	193,00
Androstenon (μg/g tuku)	3,19	2,674	0,91	14,48
Skatol (μg/g tuku)	0,19	0,062	0,11	0,32

Tab. č. 9 Vybrané produkční ukazatele u souboru imunokastrátů (n = 10)

Ukazatel	\bar{x}	s	Minimum	Maximum
Hmotnost na začátku testu (kg)	28,01	3,120	21,90	32,80
Živá hmotnost při porážce (kg)	103,58	9,834	80,20	113,00
Věk při porážce (dny)	140	0	140	140
Hmotnost JUT (kg)	78,52	8,169	59,00	85,20
Celkový přírůstek živé hmotnosti (kg)	75,57	7,403	58,30	83,80
Průměrný denní přírůstek (g)	1021	100,043	788	1132
Denní spotřeba KKS (kg)	2,47	0,195	2,13	2,71
Celková spotřeba KKS za dobu testu (kg)	173,10	13,670	149,40	189,85
Konverze krmiva za dobu testu (kg/kg)	2,25	0,181	2,08	2,63
Podíl masa 14 dní před porážkou (%)	57,35	0,846	56,34	58,51
Podíl masa 7 dní před porážkou (%)	56,18	1,039	54,81	57,60
Podíl masa před porážkou - ZP (%)	59,70	0,772	58,47	61,41
Jatečná výtěžnost (%)	75,74	1,070	73,57	77,79
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	20,21	2,504	14,29	23,22
Podíl hlavních masitých částí (%)	53,10	2,055	49,95	56,43
Výška tuku na posledním hrudním obratli bez kůže (mm)	17	3,629	11	23
Plocha MLLT (mm ²)	3728	485,417	2956	4499
Hmotnost varlete (g)	190,65	81,123	65,06	296,84
Hmotnost nadvarlete (g)	67,62	14,828	48,50	95,27
Androstenon (μg/g tuku)	0,53	0,704	0,03	2,10
Skatol (μg/g tuku)	0,06	0,049	0,02	0,15

Tab. č. 10 Vybrané produkční ukazatele dle pohlaví

	Vepřící	Prasničky	Kanečci	Imunokastráti
Ukazatel	\bar{x}	$\bar{x}2$	$\bar{x}3$	$\bar{x}4$
Hmotnost na začátku testu (kg)	26,81	30,47	27,82	28,01
Živá hmotnost při porážce (kg)	105,06	106,65	104,07	103,58
Věk při porážce (dny)	140 ^a	140 ^b	137 ^{abc}	140 ^c
Hmotnost JUT (kg)	80,86	81,14	78,42	78,52
Celkový přírůstek živé hmotnosti (kg)	78,25	76,18	76,25	75,57
Průměrný denní přírůstek (g)	1057	1029	1049	1021
Denní spotřeba KKS (kg)	2,60 ^a	2,39 ^a	2,45	2,47
Celková spotřeba KKS za dobu testu (kg)	181,76 ^a	167,29 ^a	171,72	173,10
Konverze krmiva za dobu testu (kg/kg)	2,27	2,22	2,16	2,25
Podíl masa 14 dní před porážkou (%)	57,14 ^a	58,15 ^{ab}	57,72	57,35 ^b
Podíl masa 7 dní před porážkou (%)	55,42 ^{Aa}	56,78 ^A	56,23 ^a	56,18
Podíl masa před porážkou - ZP (%)	58,18 ^{ABC}	60,39 ^A	60,58 ^{Ba}	59,70 ^{Ca}
Jatečná výtěžnost (%)	77,00 ^a	76,09	75,38 ^a	75,74
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	20,46	21,47	19,84	20,21
Podíl hlavních masitých částí (%)	52,55 ^a	54,27 ^{Aa}	52,10 ^A	53,10
Výška tuku na posledním hrudním obratli bez kůže (mm)	20 ^{Aa}	15 ^a	14 ^A	17
Plocha MLLT (mm ²)	4361 ^{Aa}	4410 ^{Bb}	4000 ^{ab}	3728 ^{AB}
Hmotnost varlete (g)	-	-	414,68	190,65
Hmotnost nadvarlete (g)	-	-	130,27	67,62
Androstenon (µg/g tuku)	0,18 ^A	0,19 ^B	3,19 ^{ABC}	0,53 ^C
Skatol (µg/g tuku)	0,05 ^A	0,05 ^B	0,19 ^{ABC}	0,06 ^C

5.3 Vybrané produkční ukazatele dle živé hmotnosti

V tabulkách č. 11 a 12 jsou uvedeny průměrné hodnoty vybraných produkčních ukazatelů, jejich směrodatné odchylky a minimální a maximální naměřené hodnoty těchto ukazatelů pro soubor kanečků s živou hmotností do 104 kg (n = 11) a pro soubor kanečků s živou hmotností nad 104 kg (n = 12).

V tabulce č. 13 jsou potom vyznačeny statistické významnosti rozdílů daných hodnot mezi oběma soubory.

Soubor zvířat do 104 kg živé hmotnosti měl průměrnou porážkovou hmotnost 93,24 kg, u souboru zvířat nad 104 kg živé hmotnosti se průměrná hmotnost při porážce pohybovala na úrovni 114 kg.

Z tabulky na první pohled vidíme vysoce statisticky významné rozdíly (P = 0,01) ve věku kanečků při porážce. Zatímco soubor zvířat do 104 kg živé hmotnosti byl průměrně porážen

ve věku 133 dní, a to v rozpětí od 119 do 140 dní, soubor zvířat nad 104 kg živé hmotnosti byl jednotně poražen ve 140 dnech věku.

Také si z tabulky hned na první pohled všimneme vysoce statisticky významného rozdílu ($P = 0,01$) u hmotností souborů na začátku testu. Soubor zvířat do 104 kg měl průměrnou hmotnost na začátku testu 23,91 kg. Soubor zvířat nad 104 kg měl průměrnou hmotnost na začátku testu téměř o 8 kg vyšší, a to 31,41 kg.

Vysoce statisticky významný rozdíl ($P = 0,01$) byl prokázán u hmotnosti jatečně upravených těl. Průměrná hmotnost JUT u souboru zvířat do 104 kg se pohybovala kolem 70,01 kg, průměrná hodnota u souboru zvířat nad 104 kg činila 86,13 kg.

Zcela logicky se také prokázal vysoce statisticky významný rozdíl ($P = 0,01$) v celkovém přírůstku živé hmotnosti zvířat, kdy soubor zvířat do 104 kg měl průměrný celkový přírůstek živé hmotnosti zvířat kolem 69,33 kg a soubor zvířat nad 104 kg měl průměrnou hodnotu okolo 82,59 kg.

Vysoce statisticky významný rozdíl ($P = 0,01$) se prokázal i u průměrného denního přírůstku. Soubor zvířat do 104 kg živé hmotnosti měl průměrný denní přírůstek kolem 977 g, soubor zvířat nad 104 kg pak měl průměrný denní přírůstek kolem 1116 g.

Statisticky významný rozdíl ($P = 0,05$) byl prokázán u hodnoty celkové spotřeby kompletní krmné směsi za dobu testu, která u souboru zvířat do 104 kg činí v průměru 159,07 kg a u souboru zvířat nad 104 kg se průměrná hodnota pohybuje kolem 180,16 kg. Taktéž byl statisticky významný rozdíl ($P = 0,05$) prokázán i u průměrné denní spotřeby kompletní krmné směsi. Průměrná denní spotřeba kompletní krmné směsi souboru zvířat do 104 kg živé hmotnosti byla 2,27 kg. Průměrná denní spotřeba kompletní krmné směsi souboru zvířat nad 104 kg byla 2,57 kg.

Vysoce statisticky významný rozdíl ($P = 0,01$) byl také prokázán u hodnoty hmotnost hlavních masitých částí. Průměrná hodnota u souboru zvířat do 104 kg živé hmotnosti činí 18,04 kg a průměrná hodnota u souboru zvířat nad 104 kg živé hmotnosti je 21,49 kg.

Statisticky významný rozdíl ($P = 0,05$) je uveden i u podílu hlavních masitých částí. Ten se u souboru zvířat do 104 kg živé hmotnosti pohybuje v průměru kolem 52,83%, zatímco u souboru zvířat nad 104 kg živé hmotnosti je průměrná hodnota tohoto ukazatele 51,42%. Důvodem je výrazný růst jiných partií a také výraznější tvorba tuku u souboru zvířat o vyšší živé hmotnosti.

Také byl vysoce statisticky významný rozdíl ($P = 0,01$) prokázán u hodnoty plocha MLLT. U souboru zvířat do 104 kg živé hmotnosti se průměrná hodnota tohoto ukazatele

pohybuje na úrovni 3537 mm². U souboru zvířat nad 104 kg živé hmotnosti je hodnota v průměru 4258 mm².

Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl u průměrných hodnot pro hladiny androstenonu a skatolu. Přesto však vidíme značný rozdíl mezi soubory, obzvláště u hladiny androstenonu, kde je průměrná hodnota hladiny androstenonu u souboru do 104 kg živé hmotnosti 2,64 µg/g tuku a průměrná hodnota hladiny androstenonu u souboru zvířat nad 104 kg živé hmotnosti je kolem 3,69 µg/g tuku. Průměrná hodnota pro hladinu skatolu pak činí u souboru zvířat do 104 kg živé hmotnosti 0,18 µg/g tuku a u souboru zvířat nad 104 kg živé hmotnosti v průměru 0,20 µg/g tuku. S pomocí těchto hodnot tedy vidíme, že se zvyšující se porážkovou hmotností zvířat stoupají také hladiny androstenonu a skatolu, jako složek zodpovědných za výskyt a úroveň kančího zápachu, a tím pádem tedy i samotné úrovně výskytu kančího zápachu.

K obdobným výsledkům došli ve své studii i Aluwé et al. (2011), kde odborníci prokázali vliv živé hmotnosti kanců na vnímání zápachu androstenonu spotřebiteli.

Zamaratskaia et al. (2005a) ve své studii uvádí, že hladina skatolu byla signifikantně vyšší u kanců ze skupiny o vysoké živé hmotnosti oproti skupinám s nižšími živými hmotnostmi. Avšak hladinu androstenonu v tuku nebylo dle její studie možné snížit ani snížením porážkové hmotnosti kanců.

Také Aluwé (2011) uvádí, že je porážení kanců při nižší živé hmotnosti potenciální strategie managementu ke snížení úrovně pohlavního pachu nekastrovaných samců prasat.

Výskyt vyšších hladin skatolu u kanců o vyšších porážkových hmotnostech prokázali ve své studii i Zamaratskaia et al. (2012).

Tab. č. 11 Vybrané produkční ukazatele u souboru zvířat s živou hmotností do 104 kg

Ukazatel	n	\bar{x}	s	Minimum	Maximum
Hmotnost na začátku testu (kg)	11	23,91	3,649	18,80	29,70
Živá hmotnost při porážce (kg)	11	93,24	10,054	77,00	76,60
Věk při porážce (dny)	11	133	7,668	119	140
Hmotnost JUT (kg)	11	70,01	6,670	59,60	103,00
Celkový přírůstek živé hmotnosti (kg)	11	69,33	7,826	55,30	77,30
Průměrný denní přírůstek (g)	11	977	60,561	869	1045
Denní spotřeba KKS (kg)	4	2,27	0,121	2,09	2,34
Celková spotřeba KKS za dobu testu (kg)	4	159,07	8,471	146,44	163,94
Konverze krmiva za dobu testu (kg/kg)	4	2,15	0,062	2,08	2,22
Podíl masa 14 dní před porážkou (%)	5	57,94	1,105	56,43	59,55
Podíl masa 7 dní před porážkou (%)	5	56,54	1,007	55,06	57,87
Podíl masa před porážkou - ZP (%)	11	60,71	1,338	58,16	62,97
Jatečná výtěžnost (%)	11	75,22	2,461	71,11	78,73
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	11	18,04	1,306	15,61	19,74
Podíl hlavních masitých částí (%)	11	52,83	1,500	49,65	55,43
Výška tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže (mm)	11	13	5,258	4	18
Plocha MLLT (mm ²)	5	3537	128,432	3321	3652
Hmotnost varlete (g)	5	441,53	68,675	341,54	506,41
Hmotnost nadvarlete (g)	5	125,35	38,187	100,38	193,00
Androstenon (μg/g tuku)	11	2,64	1,203	0,91	5,35
Skatol (μg/g tuku)	11	0,18	0,063	0,11	0,29

Tab. č. 12 Vybrané produkční ukazatele u souboru zvířat s živou hmotností nad 104 kg

Ukazatel	n	\bar{x}	s	Minimum	Maximum
Hmotnost na začátku testu (kg)	12	31,41	4,036	27,10	40,60
Živá hmotnost při porážce (kg)	12	114,00	6,208	107,00	125,50
Věk při porážce (dny)	12	140	0	140	140
Hmotnost JUT (kg)	12	86,13	5,461	79,00	97,40
Celkový přírůstek živé hmotnosti (kg)	12	82,59	3,619	77,40	87,30
Průměrný denní přírůstek (g)	12	1116	48,905	1046	1180
Denní spotřeba KKS (kg)	6	2,57	0,161	2,31	2,79
Celková spotřeba KKS za dobu testu (kg)	6	180,16	11,240	161,95	195,44
Konverze krmiva za dobu testu (kg/kg)	6	2,16	0,101	1,98	2,26
Podíl masa 14 dní před porážkou (%)	9	57,60	0,479	57,06	58,12
Podíl masa 7 dní před porážkou (%)	9	56,06	0,613	54,66	56,56
Podíl masa před porážkou - ZP (%)	12	60,46	0,980	58,22	61,66
Jatečná výtěžnost (%)	12	75,53	1,286	73,83	77,61
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	12	21,49	1,658	19,47	24,51
Podíl hlavních masitých částí (%)	12	51,42	1,529	49,19	53,62
Výška tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže (mm)	12	15	3,516	8	21
Plocha MLLT (mm ²)	9	4258	127,268	4132	4529
Hmotnost varlete (g)	9	399,77	105,247	256,74	500,79
Hmotnost nadvarlete (g)	9	133,00	29,184	94,74	169,12
Androstenon (μg/g tuku)	12	3,69	3,523	1,57	14,48
Skatol (μg/g tuku)	12	0,20	0,061	0,13	0,32

Tab. č. 13 Vybrané produkční ukazatele dle porážkové hmotnosti -

Ukazatel		do 104kg ž.hm.	nad 104kg ž.hm.	Diference
		\bar{x}	$\bar{x}2$	
Hmotnost na začátku testu	(kg)	23,91	31,41	7,5**
Živá hmotnost při porážce	(kg)	93,24	114,00	20,76**
Věk při porážce	(dny)	133	140	7**
Hmotnost JUT	(kg)	70,01	86,13	16,12**
Celkový přírůstek živé hmotnosti	(kg)	69,33	82,59	13,26**
Průměrný denní přírůstek	(g)	977	1116	139**
Denní spotřeba KKS	(kg)	2,27	2,57	0,3*
Celková spotřeba KKS za dobu testu	(kg)	159,07	180,16	21,09*
Konverze krmiva za dobu testu	(kg/kg)	2,15	2,16	0,01
Podíl masa 14 dní před porážkou	(%)	57,94	57,60	0,34
Podíl masa 7 dní před porážkou	(%)	56,54	56,06	0,48
Podíl masa před porážkou – ZP	(%)	60,71	60,46	0,25
Jatečná výtěžnost	(%)	75,22	75,53	0,31
Hmotnost hlavních masitých částí	(kg)	18,04	21,49	3,45**
Podíl hlavních masitých částí	(%)	52,83	51,42	1,41*
Výška tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže	(mm)	13	15	2
Plocha MLLT	(mm ²)	3537	4258	721**
Hmotnost varlete	(g)	441,53	399,77	41,76
Hmotnost nadvarlete	(g)	125,35	133,00	7,65
Androstenon	(μg/g tuku)	2,64	3,69	1,05
Skatol	(μg/g tuku)	0,18	0,20	0,02

5.4 Korelace mezi vybranými ukazateli u souboru kanečků

V tabulce č. 14 jsou vyznačeny korelace mezi vybranými produkčními ukazateli u souboru kanečků (n = 23).

Středně silnou statisticky významnou korelaci (r = 0,42) můžeme vidět hned na začátku mezi živou hmotností zvířat na začátku testu a hladinou skatolu. Vysokou korelaci (r = 0,56) potom mezi živou hmotností na začátku testu a hladinou androstenonu.

U skatolu dále vidíme středně silné korelace (r = 0,49; r = 0,41) i s živou hmotností při porážce a hmotností jatečně upraveného těla.

Pokud jde o korelaci mezi živou hmotností při porážce zvířat a hladinou skatolu, shodujeme se s Babol et al. (2002), kteří zjistili významnou korelaci mezi živou hmotností a obsahem skatolu v tukové tkáni. Avšak Babol et al. (2002) ve své studii tvrdí mimo jiné i že našel významnou korelaci mezi porážkovou hmotností zvířat a hladinou androstenonu

v tukové tkáni a slinných žlázách. V našem výzkumu ale korelace mezi těmito veličinami vyšla spíše slabá ($r = 0,34$).

Pozitivní korelace mezi výskytem kančího zápachu a porážkovou hmotností zvířat byla zdokumentována i ve studii Aluwé (2011).

I Hansen et al. (1997) uvedl ve své studii pozitivní korelace mezi hladinami skatolu a živou hmotností zvířat při porážce.

Silná korelace ($r = 0,57$) byla objevena mezi hladinou skatolu a věkem při porážce. Zatímco mezi hladinou androstenonu a věkem při porážce byla naměřena pouze slabá korelace ($r = 0,14$). Z toho nám tedy vyplývá, že na věku při porážce zvířat je závislá spíše hladina skatolu nežli hladina androstenonu.

Možnost ovlivnění hladiny skatolu věkem prasat při porážce ve své studii zmínil i Hansen et al. (1997).

V rozporu s našimi výsledky uvedli Zamaratskaia et al. (2012) ve své práci zvyšující se hladiny androstenonu se zvyšujícím se věkem zvířat.

Dále vidíme i silnou korelaci ($r = 0,50$) u hmotnosti nadvarlete kanečků a hladiny skatolu. Významné korelace mezi hmotností varlete kanečků a hladinami androstenonu a skatolu nebyly vyjeveny.

Byly objeveny i středně silné korelace ($r = 0,41$; $r = 0,48$) mezi hladinou skatolu a hmotností hlavních masitých částí a celkovým přírůstkem živé hmotnosti za dobu testu. S hmotností hlavních masitých částí středně silně koreluje i hladina androstenonu.

Tab. č. 14 Korelace mezi vybranými ukazateli u souboru kanečků

	Androstenon	Skatol	Živá hmotnost při porážce	Podíl masa zjištěný před porážkou pomocí ZP	Věk při porážce	Hmotnost varlete	Celkový přírůstek živé hmotnosti
Hmotnost na začátku testu	0,56 0,0134	0,42 0,0759	0,86 <.0001	-0,18 0,3768	0,62 0,0008	-0,08 0,7594	0,67 0,0002
Živá hmotnost při porážce	0,34 0,1482	0,49 0,032	1,00	-0,39 0,0483	0,78 <.0001	-0,18 0,4851	0,92 <.0001
Věk při porážce	0,14 0,1134	0,57 0,0826	0,78 <.0001	-0,42 0,111	1,00 0,0001		0,57 <.0001
Hmotnost JUT	0,38 0,559	0,41 0,011	0,98 <.0001	-0,32 0,0345	0,69	-0,15 0,574	0,91 0,0023
Celkový přírůstek živé hmotnosti	0,18 0,4661	0,48 0,0354	0,96 <.0001	-0,46 0,017	0,77 <.0001	-0,20 0,4401	0,95 <.0001
Průměrný denní přírůstek	0,17 0,4872	0,45 0,0532	0,92 <.0001	-0,39 0,0502	0,57 0,0023	-0,20 0,4401	1,00
Celková spotřeba KKS za dobu testu	-0,16 0,6525	-0,01 0,9866	0,78 0,0002	-0,10 0,7046		-0,10 0,7032	0,71 0,0013
Konverze krmiva za dobu testu	-0,55 0,0992	-0,11 0,7679	0,17 0,5138	0,16 0,5472		-0,17 0,502	0,10 0,6954
Podíl masa 14 dní před porážkou	-0,70 0,0254	-0,37 0,292	-0,18 0,4911	0,41 0,1049		-0,09 0,7199	-0,17 0,5186
Podíl masa 7 dní před porážkou	-0,56 0,0951	-0,60 0,0642	-0,30 0,2498	0,60 0,0104		-0,13 0,6246	-0,33 0,1977
Podíl masa před porážkou - ZP	-0,34 0,1493	-0,43 0,068	-0,39 0,0483	1,00	-0,42 0,0345	-0,43 0,0815	-0,39 0,0502
Jatečná výtěžnost	0,14 0,5788	-0,49 0,0351	-0,13 0,5284	0,39 0,0459	-0,52 0,0068	0,03 0,8959	-0,07 0,7505
Hmotnost hlavních masitých částí	0,43 0,0643	0,41 0,078	0,95 <.0001	-0,32 0,1844	0,65 0,0026	0,22 0,5477	0,90 <.0001
Podíl hlavních masitých částí	0,06 0,805	-0,09 0,7195	-0,44 0,0608	0,44 0,0609	-0,49 0,0342	-0,16 0,6628	-0,48 0,0396
Výška tuku nad posledním hrudním obratlem bez kůže	0,37 0,1229	0,26 0,2764	0,43 0,0268	-0,20 0,3385	0,29 0,1464	-0,11 0,6622	0,35 0,0799
Plocha MLLT	0,17 0,6411	0,00 0,9924	0,88 0,0007	0,06 0,86		0,04 0,9099	0,88 0,0008
Hmotnost varlete	0,06 0,8606	0,24 0,5114	-0,18 0,4851	-0,43 0,0815		1,00	-0,20 0,4401
Hmotnost nadvarlete	0,31 0,3757	0,50 0,1436	-0,17 0,524	-0,55 0,021		0,62 0,0074	-0,06 0,8286

6 Závěr

Cílem této práce bylo ověřit hypotézu, zda má dosažená živá hmotnost a věk kanečků vliv na úroveň výskytu kančího zápachu. Úroveň výskytu kančího zápachu byla hodnocena dle hladin látek zodpovědných za jeho projevení a vnímání spotřebiteli, a to skatolu a steroidního hormonu androstenonu. Dále byly v práci také sledovány produkční ukazatele zvířat, a to jak mezi pohlavími, tak i mezi různými hmotnostními kategoriemi.

Ve shodě s jinými autory bylo i v této práci zjištěno, že kanečci a prasničky mají nižší spotřebu krmiva a taktéž lepší konverzi krmiva nežli vepřici.

Vysoce statisticky významné rozdíly byly prokázány u hodnot vyjevujících podíly masa v jatečně upraveném těle (podíl masa zjištěný ultrazvukem 14 a 7 dní před porážkou a podíl masa zjištěný před porážkou pomocí ZP). Zjistili jsme, že nejvyšší podíl masa mají kanečci a následně prasničky, naopak nejnižší podíl masa byl změřen u vepřiků a imunokastrátů.

Značné vysoce statisticky významné rozdíly byly nalezeny i v tučnosti zvířat, konkrétně v parametru výška tuku nad posledním hrudním obratlem. Nejvyšší hodnoty byly dle očekávání a shody s množstvím jiných autorů naměřeny u vepřiků, nejnižší hodnoty u souboru kanečků, jejichž jatečná těla jsou zcela bez pochyby nejméně tučná, a dále potom prasničky.

Co se týče hladin androstenonu a skatolu, byly jednoznačně nejvyšší hodnoty naměřeny u kanečků, nejnižší hodnoty byly naměřeny u prasniček a vepřiků.

Mezi soubory kanečků o různých živých hmotnostech (soubor do 104 kg a soubor nad 104 kg) nebyly prokázány statisticky významné rozdíly v úrovních androstenonu a skatolu, avšak přesto z hodnot vidíme, že vyšší hodnoty vždy vychází u souboru o vyšší živé hmotnosti, z čehož můžeme usuzovat na to, že živá hmotnost kanečků měla vliv na úroveň výskytu kančího zápachu.

Také se prokázala středně silná korelace mezi hladinou skatolu a živou hmotností zvířat při porážce. Silná korelace byla prokázána mezi hladinou skatolu a věkem zvířat při porážce. Významné korelace s androstenonem nebyly prokázány ani u jedné z těchto hodnot. Hladina androstenonu středně silně koreluje s hmotností hlavní masité části a živou hmotností zvířat na začátku testu.

7 Literatura

- Abdulmawjood, A., Krischek, C., Wicke, M., Klein, G. 2012. Determination of pig sex in meat and meat products using multiplex real time-PCR, *Meat Science*, 91, 272-276.
- Aldal, I., Andresen, O., Egeli, A.K., Haugen, J.E., Grodum, A., Fjetland, O., Eikaas, J.L.H. 2005. Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars, *Livestock Production Science*, 95, 121-129.
- Aleksic, J., Dokmanovic, M., Aleksic, Z., Teodorovic, V., Stojic, V., Trbovic, D., Baltic, M.Ž. 2012. Investigation of the efficacy of immunocastration aimed at the prevention of sex odour in boar meat, *Acta Veterinaria*, 62, 653-663.
- Aluwé, M., Langendries, K.C.M., Bekaert, K.M., Tuyttens, F.A.M., De Brabander, D.L., De Smet, S., Millet, S. 2013. Effect of surgical castration, immunocastration and chicory-diet on the meat quality and palatability of boars, *Meat Science*, 94, 402-407.
- Aluwé, M., Millet, S., Bekaert, K.M., Tuyttens, F.A.M., Vanhaecke, L., De Smet, S., De Brabander, D.L. 2011. Influence of breed and slaughter weight on boar taint prevalence in entire male pigs, *Animal*, 5 (8), 1283-1289.
- Aluwé, M., Millet, S., Nijs, G., Tuyttens, F.A.M., Verheyden, K., De Brabander, H.F., De Brabander, D.L., Van Oeckel, M.J. 2009. Absence of an effect of dietary fibre or clinoptilolite on boar taint in entire male pigs fed practical diets, *Meat Science*, 82, 346-352.
- Annor-Frempong, I.E., Nute, G.R., Whittington, F.W., Wood, J.D. 1997. The Problem of Taint in Pork: 1. Detection Thresholds and Odour Profiles of Androstenone and Skatole in a Model System, *Meat Science*, 46 (1), 45-55.
- Babol, J., Zamaratskaia, G., Juneja, R.K., Lundstrom, K. 2004. The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc, *Meat Science*, 67, 351-358.
- Babol, J., Squires, E.J., Gullett, E.A. 2002. Factors affecting the level of boar taint in entire male pigs assessed by consumer sensory panel, *Meat Science*, 61, 33-40.
- Babol, J., Squires, E.J. 1995. Quality of meat from entire male pigs, *Food Research International*, 28 (3), 201-212.

- Babol, J., Squires, E.J., Gullett, E.A. 1995. Investigation of factors responsible for the development of boar taint, *Food Research International*, 28 (6), 573-581.
- Baes, C., Mattei, S., Luther, H., Ampuero, S., Sidler, X., Bee, G., Spring, P., Hofer, A. 2013. A performance test for boar taint compounds in live boars, *Animal*, 7 (5), 714-720.
- Baltic, M., Raicevic, S., Tadic, I., Drljadic, A. 1997. Influence of zeolite on skatole content of swine fat tissue, *Boar Taint in Entire Male Pigs*, 92, 97-99.
- Blanch, M., Panella-Riera, N., Chevillon, P., Font i Furnols, M., Gil, M., Gil, J.M., Kallas, Z., Oliver, M.A. 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., 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., Walstra, P., Claudi-Magnussen, C., Kempster, A.J., Tornberg, E., Fischer, K., Diestre, A., Siret, F., Chevillon, P., Claus, R., Dijksterhuis, G., Punter, P., Matthews, K.R., Agerhem, H., Beague, M.P., Oliver, M.A., Gispert, M., Weiler, U., von Seth, G., Leask, H., Font I Furnols, M., Homer, D.B., Cook, G.L. 2000. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV. Simulation studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations, *Meat Science*, 54, 285-295.
- Bonneau, M. 1982. Compounds responsible for boar taint, with special emphasis on androstenone: a review, *Livestock Production Science*, 9 (6), 687-707.
- Brooks, R.I., Pearson, A.M. 1986. Steroid hormone pathways in the pig, with special emphasis on boar odour: A review, *Journal of Animal Science* 62, 632-645.
- Chen, G., Zamaratskaia, G., Andersson, H.K., Lundstrom, K. 2007. Effects of raw potato starch and live weight on fat and plasma skatole, indole and androstenone levels measured by different methods in entire male pigs, *Food Chem*, 101, 439-448.
- Claus, R., Herbert, E., Dehnhard, M. 1997. Comparative determination of the boar taint steroid androstenone in pig adipose tissue by a rapid enzyme immunoassay and an HPLC-method, *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 48, 25-48.

- Claus, R., Weiler, U., Herzog, A. 1994. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar- a review with experimental data, *Meat Science*, 38 (2), 289-305.
- Claus, R. 1979. Boar taint as model od steroidal pheromone, *Acta endocrinologica*, 91, 432-433
- Claus, R., Karg, H. 1974. Determination of 5alpha-androst-16-en-3-one by radioimmunoassay in fatty tissue and serum of normal and active-immunized boars, *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 5 (4), 399-400.
- Čítek, J. 2002. Stanovení nejvhodnější porážkové hmotnosti jatečných prasat v České republice. Disertační práce. Praha, 130 s.
- Deslandes, B., Gariépy, C., Houde, A. 2001. Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production, *Livestock Production Science*, 71, 193-200.
- Doran, E., Whittington, F.M., Wood J.D., McGivan, J.D. 2003. Characterisation of androstenone metabolism in pig liver microsomes, *Chemico-biological interactions*, 147 (2), 141-149.
- Doran, E., Whittington, F. W., Wood, J. D., McGivan, J. D. 2002. The relationship between adipose tissue skatole levels, rates of hepatic microsomal skatole metabolism and hepatic cytochrome P450IIE1 expression in two breeds of pig, *Animal Science*, 74(2), 461–468.
- D'Souza, D.N., Mullan, B.P. 2003. The effect of genotype and castration method on the eating quality characteristics of pork from male pigs, *Animal Science*, 77, 67-72.
- Fabrega, E., Velarde, A., Cros, J., Gispert, M., Suárez, P., Tibau, J., Soler, J. 2010. Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing hormone, using Improvac®, on growth performance, body composition, behaviour and acute phase proteins, *Livestock Science*, 132, 53-59.
- Font i Furnols, M., Guerrero, L., Serra, X., Ruis, M.A., Oliver, M.A. 1999. Sensory characterization of boar taint in entire male pigs, *Journal of sensory studies*, 15 (4), 393-409.
- Fredriksen, B., Font i Furols, M., Lundstrom, K., Migdal, W., Prunier, A., Tuytens, F.A.M., Bonneau, M. 2009. Practise on castration of piglets in Europe, *Animal*, 3 (11), 1480-1487.

- Frieden, L., Neuhoff, C., Grosse-Brinkhaus, C., Cinar, M.U., Schellander, K., Looft, C., Tholen, E. 2012. Breeding potential of selection against boar taint, *Zuchtungskunde*, 84 (5), 394-411.
- Gispert, M., Oliver, M.A., Velarde, A., Suarez, P., Pérez, J., Font i Furols, M. 2010. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs, *Meat Science*, 85, 664-670.
- Grauer, P. 2014. Výživa kanečků ve výkrmu. *Náš chov*. 2014 (4). 52-57.
- Haberland, A.M., Luther, H., Hofer, A., Tholen, E., Simianer, H., Lind, B., Baes, C. 2014. Efficiency of different selection strategies against boar taint in pigs, *Animal*, 8 (1), 11-19.
- Hansen, L.L., Lundstrom, K., Laue, A., Jensen, M.T., Agergaard, N., Baek, C.A.E., Hansen-Møller, J. 1997. Skatole and androstenone patterns during the growth period from 90 to 120 kg live weight in pigs with high or low skatole levels in back fat at slaughter, *Boar Taint in Entire Male Pigs*, 92, 131-134.
- Hansen, L.L., Larsen, A.E., Jensen, B.B., Hansen-Møller, J., Bartongade, P. 1994. Influence of stocking rate and feces deposition in the pen at different temperatures on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat, *Animal Production*, 59, 99-110.
- Hansen-Møller, J. 1994. Rapid high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of androstenone, skatole and indole in back fat from pigs, *J Chromatogr B*, 661, 219-230.
- Hansson, K.E., Lundstrom, K., Fjelknermodig, S., Persson, J. 1980. The importance of androstenone and skatole for boar taint, *Swedish Journal of Agricultural Research*, 10 (4), 167-173.
- Jedlička, M. 2014. Chov prasat 2014 aneb O čem se mluví. *Náš chov*. 2014 (4). 47-50.
- Jensen, M.T., Jensen, B.B., Laue, A., Agergaard, N., Bibby, B.M. 1997. Effect of various carbohydrate sources on the production of skatole in the hind gut of pigs and skatole concentration in blood plasma, *Boar Taint in Entire Male Pigs*, 92, 80-83.
- Jensen, M.T., Cox, R.P., Jensen, B.B. 1995. Microbial production of skatole in the hind gut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat, *Animal Science*, 61, 293-304.
- Kubale, V., Batorek, N., Škrlep, M., Prunier, A., Bonneau, M., Fazarinc, G., Čandek-Potokar, M. 2013. Steroid hormones, boar taint compounds, and reproductive organs

in pigs according to the delay between immunocastration and slaughter, *Theriogenology*, 79, 69-80.

- Kroyer Rasmussen, M., Brunius, C., Zamaratskaia, G., Ekstrand, B. 2012. Feeding dried chicory root to pigs decrease androstenone accumulation in fat by increasing hepatic 3 β hydroxysteroid dehydrogenase expression, *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 130, 90-95.
- Lundstrom, K., Malmfors, B., Stern, S., Rydhmer, L., Eliassonselling, L., Mortensen, A.B. 1994. Skatole levels in pigs selected for high lean tissue-growth rate on different dietary-protein levels, *Livestock Production Science*, 38, 125-132.
- Lundstrom, K., Malmfors, B., Stern, S., Petterson, H., Mortensen, A.B., Sorensen, S.E. 1988. Skatole, androstenone and taint in boars fed two different diets, *Livestock Production Science*, 18, 55-63.
- Marvan, F., Hampl, A., Hložánková, E., Kresan, J., Massanyi, L., Vernerová, E. 2007. *Morfologie hospodářských zvířat*, Nakladatelství Brázda, Praha, 303 s. ISBN: 978-80-213-1658-4.
- Merks, J.V.M., Hanenberg, E.H.A.T., Bloemhof, S., Knol, E.F. 2009. Genetic opportunities for pork production without castration, *Animal Welfare*, 18 (4), 539-544.
- Patterson, R.L.S. 1968. 5-androst-16-en-3-one, compound responsible for taint in boar fat, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19, 31-38.
- Pauly, C., Spring, P., O'Doherty, J. V., Kragten, S.A., Bee, G. 2009. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac (R)) and entire male pigs and individually penned entire male pigs, *Animal*, 3 (7), 1057-1066.
- Peet-Schwering, C.M.C. van der, Binnedijk, G.P., Vermeer, H.M., Vereijken, P.F.G., Classens, P.J.A.M., Verheijen, R.G.J.A. 2013. Towards successfully keeping boars, *Wageningen UR Livestock Research*, 733, 44-45.
- Prunier, A., Brillouet, A., Merlot, E., Meunier-Salaun, M.C., Tallet, C. 2013. Influence of housing and season on pubertal development, boar taint compounds and skin lesions of male pigs, *Animal*, 7 (12), 2035-2043.
- Pulkrábek, J., Čeřovský, J., Dolejš, J., Drábek, J., Dubanský, V., Hájek, J., Kernerová, N., Kvapilík, J., Matoušek, V., Novák, P., Pražák, Č., Pytloun, J., Rozkot, M., Špínka, M., Toufar, O., Vališ, L., Zeman, L. 2005. *Chov prasat*. Profi Press. Praha. 157 s. ISBN: 80-86726-11-8.

- Pulkrábek, J., Wolf, J., Vališ, L., Vítek, M., Horeth, R. 2004. Vergleich verschiedener methoden zur bestimmung des muskelfleischanteils im schlachtkörper des schweins, *Züchtungskunde*, 76, 6-17.
- Sather, A.P., Jones, S.D.M., Joyal, S. 1991. Feedlot performance, carcass composition and pork quality from entire male and female Landrace and Large White market-weight pigs, *Canadian Journal of Animal Science*, 71 (1), 29-42.
- Squires, E.J. 2003. *Applied Animal Endocrinology*, CABI Publishing, Cambridge, p.234. ISBN: 0-85199-594-2.
- Staněk, S. Chov prasat obecně [online]. *Zootechnika*. 8.ledna 2009 [cit. 2014-10-18]. Dostupné z <<http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-prasat/chov-prasat-obecne/chov-prasat-obecne.html>>.
- Stupka, R., Čítek, J., Fantová, M., Ledvinka, Z., Navrátil, J., Nohejlová, L., Stádník, L., Šprysl, M., Štolc, L., Vacek, M., Zita, L. 2010. *Chov zvířat*, Powerprint, Praha, 289 s. ISBN: 978-80-87415-08-5.
- Škrlep, M., Batorek, N., Bonneau, M., Prevolnik, M., Kubale, V., Čandek-Potokar, M. 2012. Effect of immunocastration in group-housed commercial fattening pigs on reproductive organs, malodorous compounds, carcass and meat quality, *Czech Journal of Animal Science*, 57, 290-299.
- Van Wagenberg, C.P.A., Snoek, H.M., Van der Fels, J.B., Van der Peet-Schwering, C.M.C., Vermeer, H.M., Heres, L. 2013. Farm and management characteristics associated with boar taint, *Animal*, 7 (11), 1841-1848.
- Verheyden, K., Noppe, H., Aluwé, M., Millet, S., Vanden Bussche, J., De Brabander, H.F. 2007. Development and validation of a method for simultaneous analysis of the boar taint compounds indole, skatole and androstenone in pig fat using liquid chromatography–multiple mass spektrometry, *Journal of Chromatography A*, 1174, 132-137.
- Weiler, U., Wesoly, R. 2012. Physiology of skatole and androstenone formation in the boar, *Züchtungskunde*, 84 (5), 365-393.
- Wiercinska, P., Lou, Y., Squires, E.J. 2012. The roles of different porcine cytochrome P450 enzymes and cytochrome B5A in skatole metabolism, *Animal*, 6 (5), 834-845.
- Wysocki, C.J., Beauchamp, G.K. 1984. Ability to smell androstenone is genetically determined, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 81, 4899-4902.

- Xue, J.L., Dial, G.D., Pettigrew, J.E. 1997. Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrows: A literature review, *Swine Health and Production*, 5 (1), 21-28.
- Yokoyama, M.T., Carlson, J.R. 1979. Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract with special reference to skatole, *American Journal of Clinical Nutrition*, 32 (1), 173-178.
- Zamaratskaia, G., Berger, T. 2014. Skatole Metabolism in the Pigs with Reduced Testicular Oestrogen Synthesis, *Reproduction in Domestic Animals*, 49, 302-305.
- Zamaratskaia, G., Stefanovic, S., Lundstrom, K., Doran, O. 2012. Expression of the hepatic skatole- and androstenone-metabolising enzymes in entire male pigs of two live weights, *Livestock Science*, 145, 124-130.
- Zamaratskaia, G., Squires, E.J. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs, *Animal*, 3 (11), 1508-1521.
- Zamaratskaia, G., Babol, J., Andresson, H.K., Andersson, K., Lundstrom, K. 2005a. Effect of live weight and dietary supplement of raw potato starch on the levels of skatole, androstenone, testosterone and oestrone sulphate in entire male pigs, *Livestock Production Science*, 93, 235-243.
- Zamaratskaia, G., Rydhmer, L., Chen, G., Madej, A., Andersson, H.K., Lundstrom, K. 2005b. Boar Taint is Related to Endocrine and Anatomical Changes at Puberty but not to Aggressive Behaviour in Entire Male Pigs, *Reproduction in Domestic Animals*, 40, 500-506.
- Zamaratskaia, G., Babol, J., Andersson, H., Lundstrom, K. 2004. Plasma skatole and androstenone levels in entire male pigs and relationship between boar taint compounds, sex steroids and thyroxine at various ages, *Livestock Production Science*, 87, 91-98.