

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Hladina androstenonu ve vztahu k věku kanců

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Veronika Křížová

Obor: Živočišná produkce

Vedoucí práce: doc. Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hladina androstenonu ve vztahu k věku kanců" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Jaroslavu Čítkovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky, ochotu a vstřícný přístup při zpracování diplomové práce. Za odborné konzultace děkuji Ing. Kamile Pokorné. Dále za psychickou podporu děkuji své rodině a přátelům.

Hladina androstenonu ve vztahu k věku kanců

Souhrn

Pro spotřebitele je velice důležitá kvalita masa, ale i prostředí, ve kterém zvířata žijí. S tím souvisí zvýšený zájem veřejnosti o welfare zvířat a s tím spojené i negativní názory na kastraci kanců bez použití anestezie. Kastrace příznivě napomáhá k eliminaci kančího pachu, který připomíná zápach podobný potu a výkalů a objevuje se zejména v tepelně opracovaném mase nekastrovaných kanců. Je způsoben především třemi látkami – androstenonem, skatolem a indolem. Tyto látky vznikají v souvislosti s dosažením pohlavní dospělosti kanců, která nastává v 7 – 8 měsících věku.

Cílem diplomové práce bylo stanovit hladiny androstenonu u kanců ve vztahu k pohlavnímu dospívání. A dále potvrdit či vyvrátit hypotézy: 1. S rostoucím věkem a hmotností kanců roste hladina androstenonu ve slinách; 2. Hladina androstenonu ve slinách stoupá kontinuálně až do doby dosažení pohlavní dospělosti.

Vlivem pohlavního dospívání kanců se začínají v těle tvořit feromony, které napomáhají pohlavní stimulaci prasnic. Nejčastěji mluvíme o androstenonu, který se následně ukládá v tuku, kde poté zapříčiňuje nepříjemný pach, který připomíná pach moči, a tím znehodnocuje kvalitu masa. Androstenon společně s jeho metabolity 3α a 3β – androstenolem jsou produkovány především ve varlatech, odkud jsou krví přeneseny do podčelistní slinné žlázy a následně uvolňovány jako feromony pro pohlavní stimulaci samic v období říje. Proto byly v naší studii sliny kanců zvoleny jako vhodná neinvazivní metoda pro detekci androstenonu a s tím spojeného kančího pachu.

Vzorky slin byly odebrány pomocí vatového tamponu od dvanácti kanců tří plemen – Pietrain, Česká landrase, České bílé ušlechtilé, kteří byli ustájeni ve stáji společně s prasničkami. Po laboratorní přípravě byly sliny vyhodnoceny na přístroji MDGC – MS, který vyhodnotil případnou koncentraci androstenonu a jeho metabolitů ve slinách. Následně byly výsledky statisticky vyhodnoceny pomocí statistického programu SAS.

V naší studii byly prokázány vyšší hladiny androstenonu ve většině případů u nejstarších zvířat, proto byla hypotéza 1 částečně potvrzena. Dále výsledky, které měly prokázat kontinuální vzestup hladiny androstenonu do doby dosažení pohlavní dospělosti, byly velmi proměnlivé, a proto byla hypotéza 2 vyvrácena.

Vysoká variabilita hladin androstenonu mohla být způsobena dobou odběru nebo při některých odběrech mohla být přítomna říje u prasniček. Po zdokonalení způsobu odběru slin by mohla být tato metoda velice perspektivní pro včasnou detekci androstenonu, tedy pro diagnostiku kančího pachu, který díky svému nepříjemnému zápachu a chuti může být velkou překážkou pro konzumenty vepřového masa. Mimo jiné je tato metoda vhodnou alternativou pro zrušení chirurgické kastrace bez anestezie, díky zachování welfare zvířat, které je v současné době často diskutovaným problémem.

Klíčová slova: androstenon, kančí pach, sliny, věk

Androstenone level in relation to boars age

Summary

The quality of the meat is very important for consumers, but also the environment in which the animals live. Related to this is the increased public interest in animal welfare and the associated negative views on the castration of boars without the use of anesthesia. Castration favorably helps to eliminate the smell of boar, which resembles an odor similar to sweat and faeces, and appears mainly in the heat-treated meat of uncastrated boars. It is caused mainly by three substances - androstenone, skatole and indole. These substances are created in connection with the sexual maturity of boars, which occurs at 7 - 8 months of age.

The aim of the diploma thesis was to determine the levels of androstenone in boars in relation to puberty. And further confirm or refute the hypotheses: 1. With increasing age and boar weight increases the level of androstenone in saliva; 2. Androstenone levels in saliva rise continuously until they reach sexual maturity.

Due to the sexual maturation of boars, pheromones begin to form in the body, which help the sexual stimulation of sows. Most often we talk about androstenone, which is then stored in fat, where it then causes an unpleasant odor that resembles the smell of urine, and thus degrades the quality of meat. Androstenone together with its metabolites 3α and 3β - androstenol are produced mainly in the testes, from where they are transferred by blood to the submandibular salivary gland and subsequently released as pheromones for sexual stimulation of females during the oestrus period. Therefore, in our study, boar saliva was chosen as a suitable non-invasive method for the detection of androstenone and the associated boar taint.

Saliva samples were taken using a cotton swab from twelve boars of three breeds - Pietrain, Czech landras, Czech white nobles, who were housed in a stable together with sows. After laboratory preparation, saliva was evaluated on an MDGC - MS instrument, which evaluated the possible concentration of androstenone and its metabolites in saliva. Subsequently, the results were statistically evaluated using the SAS statistical program.

In our study, higher levels of androstenone were demonstrated in most cases in the oldest animals, hypothesis 1 was partially confirmed. Furthermore, the results, which were to demonstrate a continuous increase in androstenone levels until puberty, were highly variable, and therefore hypothesis 2 was refuted.

The high variability in androstenone levels may have been due to the time of collection or, in some samples, oestrus may be present or absent in sows. After improving the method of saliva collection, this method could be very promising for the early detection of androstenone, ie for the diagnosis of boar taint, which due to its unpleasant odor and taste can be a major obstacle for pork consumers. Among other things, this method is a suitable alternative after the abolition of surgical castration without anesthesia, thanks to the preservation of animal welfare, which is currently a frequently discussed problem.

Keywords: androstenone, boar taint, saliva, age

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	9
2.1	Vědecké hypotézy	9
2.2	Cíl práce.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Reprodukční vlastnosti kanců.....	10
3.1.1	Plodnost	10
3.1.1.1	Ukazatelé plodnosti	11
3.2	Faktory ovlivňující plodnost kanců	11
3.2.1	Vnitřní.....	11
3.2.1.1	Pohlavní dospívání kanců	11
3.2.1.2	Genetické založení	12
3.2.1.3	Věk	13
3.2.1.4	Zdravotní stav	13
3.2.1.5	Kondice.....	13
3.2.1.6	Pohlavní potence	14
3.2.2	Vnější	14
3.2.2.1	Frekvence odběru ejakulátu	14
3.2.2.2	Ustájení.....	14
3.2.2.3	Mikroklima	15
3.2.2.4	Sezóna.....	15
3.2.2.5	Výživa.....	15
3.3	Hormonální řízení reprodukce kanců	16
3.3.1	Folikulostimulační hormon (FSH) a luteinizační hormon (LH)	16
3.3.2	Testosteron.....	17
3.4	Kančí pach	17
3.4.1	Androstenon (AND).....	18
3.4.2	Skatol (SKA).....	19
3.4.3	Indol (IND)	20
3.5	Metody eliminace kančího pachu.....	20
3.5.1	Kastrace	20
3.5.1.1	Chirurgická kastrace.....	21
3.5.1.2	Imunokastrace	22
3.5.2	Výživa	23

3.5.3	Genetické založení.....	24
3.5.4	Prostředí	24
3.5.5	Hmotnost	25
3.6	Detekce kančího pachu.....	25
3.7	Efekt kančích slin	26
4	Metodika	28
4.1	Sběr vzorků	28
4.2	Laboratorní analýza vzorků	28
4.3	Statistické vyhodnocení vzorků	28
5	Výsledky	30
6	Diskuze	41
7	Závěr	43
8	Literatura.....	44
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	50

1 Úvod

Chov prasat se řadí mezi nejvýznamnější chovy hospodářských zvířat na světě. Cílem tohoto chovu, je zejména zabezpečení dostatečného množství živočišné bílkoviny pro stále vzrůstající počet obyvatel a to je chov prasat schopen zabezpečit díky multiparitě, krátkému generačnímu intervalu a četnosti vrhů. Celosvětově dochází ke zvyšování spotřeby vepřového masa každým rokem. Díky tradiční české kuchyni patří vepřové maso mezi nejoblíbenější a nejvíce konzumované maso i u nás. V České republice v roce 2018 činila spotřeba vepřového masa 43,2 kg na osobu z celkové spotřeby masa 80 kg na osobu (ČSÚ 2018).

I přes velkou oblibu vepřového masa dochází v posledních letech k velkému poklesu stavů prasat. Pokles stavů byl způsoben nízkou konkurenceschopností způsobenou dovozem, nízkým výkupním cenám, stále rostoucím cenám krmiva, tlakem na technologie ustájení z hlediska welfare, zvýšenou pozorností na potravinovou bezpečnost a další rizika, která souvisí s chovem prasat. V roce 2019 se v České republice chovalo 1 508 913 kusů prasat, což je o 1 168 kusů méně než v prvním pololetí tohoto roku. Tato čísla dokazují nadálý pokles stavů prasat v České republice.

Pro spotřebitele je velice důležitá kvalita masa, ale i prostředí, ve kterém zvířata žijí. S tím souvisí zvýšený zájem veřejnosti o welfare zvířat a s tím spojené i negativní názory na kastraci kanců bez použití anestezie, která se provádí do 7. dne věku kanců. Kastrace příznivě napomáhá k eliminaci kančího pachu a snížení agresivního chování kanců.

Kančí pach, který připomíná zápach podobný potu a výkalů, se objevuje zejména v tepelně opracovaném mase nekastrovaných kanců. Je způsoben především třemi látkami – androstenonem, skatolem a indolem. Tyto látky vznikají v souvislosti s dosažením pohlavní dospělosti kanců, která nastává v 7 – 8 měsících věku a projevuje se v závislosti na věku a dědičném založení jedince. Detekce a prevence kančího pachu je velice složitá. Nezáleží jen na koncentraci výše zmíněných látek, ale i na tom, jak konzumenti vnímají chuť a vůni těchto látek. Chuť i vůně se může u konzumentů lišit, což dokazují rozdíly ve vnímání kančího pachu jak mezi spotřebiteli v různých zemích, tak mezi pohlavími.

Díky výše zmíněným negativům se v České republice produkuje maso pouze z kastrovaných jedinců. Vzhledem k rostoucímu zájmu a tlaku veřejnosti na zajištění dobrých podmínek zvířat je zde možnost zakázání chirurgické kastrace, a s tím se nabízí možnosti nalezení nových alternativ k eliminaci kančího pachu.

Z hlediska welfare mají neinvazivní metody eliminace kančího pachu největší potenciál, který povede jak ke spokojenosti konzumentů, tak i chovatelů.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Vědecké hypotézy

1. S rostoucím věkem a hmotností kanců roste hladina androstenonu ve slinách.
2. Hladina androstenonu ve slinách stoupá kontinuálně až do doby dosažení pohlavní dospělosti kanců.

2.2 Cíl práce

Cílem práce je stanovit hladiny androstenonu u kanců ve vztahu k pohlavnímu dospívání.

3 Literární rešerše

3.1 Reprodukční vlastnosti kanců

Kvalita reprodukce úzce souvisí s efektivní produkcí v živočišné výrobě. Pro produkci jatečných prasat je z hlediska ekonomiky nejdůležitějším ukazatelem počet odchovaných selat na prasnici a rok, s čímž úzce souvisí vysoká reprodukční výkonnost kanců (Říha 2001).

Pulkrábek et al. (2005) popisuje reprodukci prasat jako hlavní faktor pro dlouhotrvající rentabilitu chovů. Výhodou reprodukce prasat je, že se vyznačují vysokou reprodukční výkonností, krátkým generačním intervalem, možností časného odstavu, vysokým počtem odstavených selat, rychlým nástupem prasníc do říje atd.

Reprodukce je komplexní vlastností, která spočívá ve více aspektech. Mezi nejdůležitější aspekty patří nástup pohlavní zralosti a aktivace fyziologických funkcí reprodukčních orgánů. Mezi další řadíme například schopnost připuštění a schopnost oplození vajíčka (Čechová 2015).

Graeme & Roese (2006) doplňují, že u kance je nejdůležitější genetický potenciál pro zlepšení užitkovosti svého potomstva a dále výborný zdravotní stav, díky kterému může být aktivním plemenným samcem. Konečný výběr mladých kanců se provádí, jakmile je dokončeno testování reprodukčního výkonu ve věku 20 – 30 týdnů.

3.1.1 Plodnost

Plodnost je vyjádřena jako schopnost produkovat zdravé a životaschopné potomstvo. Je charakteristická nízkou heritabilitou, neboli dědivostí, a to okolo $h^2 = 0,1 - 0,2$. Biologie rozmnožování kanců je velmi složitý proces, který ovlivňuje řada biologických faktorů. Například pohlavní dospělost, ochota k páření a produkce pohlavních buněk. Tyto faktory jsou podmíněné nejen geneticky, ale také podmínkami vnějšího prostředí a biotechnologickými opatřeními (Hovorka et al. 1987).

Savić et al. (2017) uvádí, že nejdůležitější součástí v reprodukčním managementu je kontrola plodnosti kanců. Plodnost kanců je označována jako schopnost vykonávat koitus a produkovat sperma do vysokého věku. U plemenného kance je plodnost závislá především na pohlavní potenci, oplozovací schopnosti, dále na období, kdy byl kanec narozen, na pohlavní dospělosti, která se začíná projevat okolo 4. měsíce a vrcholí v 5. – 6. měsíci a také na vhodné době zařazení do plemenitby a na správné výživě. Robinson & Buhr (2005) doplňují informaci o rozdělení vlastností plodnosti na in vitro, kdy mluvíme o vlastnostech spermií a in vivo, kdy jde zejména o rentabilitu, velikost vrhu a počet vrhů na prasnici a rok.

Variabilita u vlastností spermií kanců je ovlivněna zejména genetickými faktory, mezi které řadíme například individualitu konkrétního kance a jeho plemeno. Dále variabilitu ovlivňují vnější faktory, negenetické, kam řadíme například věk, roční období a také reprodukční zatížení kance (Flowers 2009).

Mezi důležité vlastnosti kanců nesmíme opomenout zařadit sexuální potenci, kterou lze hodnotit pomocí stupně libida, neboli silou pohlavního instinktu, která napomáhá k atraktivitě kance pro říjné prasnice, tedy schopnosti se pářit. Potenci lze hodnotit i důsledností a tempem průběhů sexuálních reflexů, počtem skoků za časovou jednotku při vyrovnané kvalitě

i kvantitě ejakulátu (Savić et al. 2017). Hovorka et al. (1987) doplňuje informaci o pohlavní potenci, která je v přímém vztahu k sekreční funkci varlat, to znamená, že při dlouhodobém přetížení kance dochází ke snížení kvality ejakulátu.

Správné řízení reprodukce znamená včasnou identifikaci kanců s nízkou plodností. Míra a intenzita plodnosti je totiž základem pro počet odchovaných selat i produkci jatečných prasat (Čechová 2015). Robinson & Buhr (2005) doplňují, že nejčastějšími důvody pro vyřazení kanců z plemnitby jsou kvalita spermií a fyzické zdraví. Důležité je zmínit, že se jedná o geneticky podmíněné faktory.

3.1.1.1 Ukazatelé plodnosti

U kanců můžeme plodnost hodnotit pomocí přímých ukazatelů, jako je velikost vrhu a hmotnost vrhu nebo také míra zabřezávání. Lze hodnotit také ukazatele nepřímé (tzv. ukazatele potenciální plodnosti), kam řadíme morfologické a fyziologické znaky, u kterých je, nebo bude prokázán vztah k přímým ukazatelům. Jedná se například o koncentraci hormonů v krvi, velikost varlat a nadvarlat, hodnocení libida, sledování kvality spermatu, testy penetrace spermií apod. (Smítal 1998).

Gadea (2005) doplňuje, že u hodnocení ukazatelů kvality spermatu se řeší koncentrace spermií (200 000/mm³), počet spermií v ejakulátu (30 – 60 miliard), počet spermií v jedné inseminační dávce (1 – 3 miliardy), dále pak objem (100 – 500 ml), aktivita (70 %), abnormality spermií (20 %), konzistence (mléčná) a pH (7,2).

Plodnost kanců může být vyjádřena pomocí indexu reprodukce, který vyjadřuje celoživotní reprodukční užítkovost kanců, tedy počet zabřezlých prasníc, počet vrhů a počet narozených selat ve vrhu. Pokud bude kanec mít vysoké hodnoty tohoto indexu, můžeme mluvit o dobré reprodukční schopnosti, tedy i o vysoké návratnosti chovu (Savić et al. 2015).

3.2 Faktory ovlivňující plodnost kanců

3.2.1 Vnitřní

3.2.1.1 Pohlavní dospívání kanců

Pulkrábek et al. (2005) ve své publikaci popisuje pohlavní dospělost kanců, jako projev plné funkčnosti pohlavních žláz, schopnosti páření, viditelnými sekundárními pohlavními znaky a vytvořením pohlavního reflexu. V období dospívání kanců prochází spermiogeneze určitými fázemi vývoje a to od tvorby primárních spermatocytů až po tvorbu zralých spermií.

Přeměnu látek ovlivňují v těle kance anabolicky působící hormony pohlavních žláz (androgeny). Díky těmto hormonům má kanec schopnost zvyšovat intenzitu ukládání bílkovin v těle, tudíž intenzivně tvořit svalovou tkáň oproti vepřům. Vývoj pohlavních funkcí ovlivňují zejména hormony adenohipofýzy, tj. FSH (folikulostimulační hormon) a LH (luteinizační hormon). LH inhibuje syntézu a sekreci testosteronu v Leydigových buňkách. Testosteron společně s hormonem FSH řídí začátek spermiogeneze. S pohlavním dospíváním tedy souvisí vývin varlat i produkce samčích pohlavních hormonů a spermatu. Hormony varlat jsou z velké části ovlivněny vlivy vnějšího prostředí, jako je například výživa, ustájení, klimatické podmínky nebo stres (Hovorka et al. 1987).

Na pohlavní dospělost a tvorbu kvalitního ejakulátu má bezpochyby vliv i ranost kance. Ejakulát s pohyblivými spermii lze získat od 5. měsíce věku kance. Tento ejakulát bude mít však nízkou koncentraci spermii. Od 8. měsíce věku lze s omezením používat kance k přirozené plemenitbě. K plnému využití lze zařadit kance v 10. měsíci věku. S rostoucím věkem plodnost kanců vrcholí, nejvyšší je ve věku 18 – 30 měsíců (Stupka et al. 2013).

S pohlavním dospíváním souvisí i pohlavní potence, která se hodnotí stupněm vyjádření libida, důsledností a rychlostí průběhu sexuálních reflexů, dále pak počtem skoků za časovou jednotku i dobou erekce při maximální kvalitě i kvantitě ejakulátu (Oberlender et al. 2012).

Peñaranda et al. (2017) uvádí, že vlivem pohlavního dospívání kanců se začínají v těle tvořit feromony, které napomáhají pohlavní stimulaci prasníc. Nejčastěji mluvíme o androstenonu, který se následně ukládá nejvíce v tuku společně se skatolem a indolem. Tyto látky jsou zodpovědné za vznik kančího pachu v mase, který je z hlediska spotřebitelů ve velké míře nežádoucí.

3.2.1.2 Genetické založení

Z mnoha experimentů vyplývá, že se kanci v reprodukčních schopnostech, tedy v plodnosti, liší zejména díky genetickému založení. Plodnost sice vykazuje nízkou dědivost ($h^2 = 0,1 - 0,2$), ale je velice důležitá pro zachování druhu, z čehož můžeme usuzovat, že geny zodpovědné za plodnost jsou v průběhu evoluce stabilní. Nízká hodnota dědivosti plodnosti znamená variabilitu této vlastnosti hlavně díky negenetickým vlivům, tedy vlivům vnějšího prostředí (Graeme & Roese, 2006).

Dle Pinart & Puigmulé (2013) o variabilitě znaků plodnosti prasat svědčí zjištěné rozdíly mezi jednotlivými plemeny v následujících ukazatelích, jako například průměrná velikost vrhu (4 – 30 selat), průměrný věk puberty (od 3 do 7 měsíců), dále také hodnoty ukazatelů ejakulátu, například objem ejakulátu kolísá u různých plemen v rozmezí 150 – 300 ml. Příkladem je plemeno Landrase, které dosahuje nejvyšších hodnot objemu ejakulátu (až 270 ml), oproti tomu nejnižší objem ejakulátu lze získat od plemene Duroc (180 ml).

Lze předpokládat, že u hybridních kanců má příznivý vliv heterózní efekt hlavně pro ukazatele ejakulátu, a to u objemu až o 16 %. Objem ejakulátu má také vyšší heritabilitu, a to až $h^2 = 0,7$ (Smítal 2016).

Kulonová (2001) naopak ve své publikaci zmiňuje kanadskou studii, která porovnávala vlastnosti spermatu různých plemen, kde závěrem bylo, že žádné z plemen nevynikalo ve všech vlastnostech. Hybridní kanci mladší 8 měsíců mívají vyšší pohlavní agresivitu, pohyblivost spermii, objem ejakulátu, počet normálních spermii atd., avšak u dospělců, ať už kříženců nebo čistokrevných kanců, jsou rozdíly minimální.

Sonderman & Luebbe (2008) ve své publikaci doplňují informaci o vlivu příbuzenské plemenitby nebo křížení. Uvádějí, že s vyšším koeficientem příbuznosti dochází k poklesu počtu spermii v ejakulátu. Dále uvádějí pozitivní vliv křížení kanců, kdy kříženci dosahují prokazatelně lepších hodnot ukazatelů reprodukce, jako například objemu ejakulátu. Dále je pak komentován vliv heterospermie, který má na oplozovací schopnost výborné výsledky.

3.2.1.3 Věk

První příznaky sexuálního chování se objevují poprvé okolo 3. měsíce věku a první ejakulát lze získat od 5. měsíce věku. Ačkoli mohou kanci v 6 – 7 měsících vypadat tělesně dospělí, schopnost produkovat spermie je ještě ve vývoji. Ihned po pubertě (okolo 6 měsíců věku) je u kanců produkce spermií nízká, ale následně se až do věku 3 – 4 let zvyšuje a poté postupně klesá. Vliv věku kance na úroveň porodů a na velikosti vrhů nebyl zatím prokázán (Kulovaná 2001). Smítal (2016) ve své publikaci nedoporučuje využívat v plemenitbě kance mladší 8 měsíců věku. Optimální věk využití kance je od 10 měsíců, kdy začíná sekrece optimálního množství pohlavních hormonů ve varlatech. S tím souvisí produkce dostatečného množství androstenonu, který jako feromon pozitivně ovlivňuje chování prasnic. Proto lze považovat kance za plnohodnotného až od 10 měsíců věku.

Hovorka et al. (1987) zmiňuje, že byl zaznamenán kontinuální vzestup kvantitativních vlastností spermií u kanců od 5. do 9. měsíce věku, a přitom počet spermií v ejakulátu byl závislý nejen na věku kanců, ale také na živé hmotnosti. I při vysoké kvalitě ejakulátu kanečků ve věku 6 – 8 měsíců dosahují tyto kanci špatných výsledků plodnosti.

3.2.1.4 Zdravotní stav

Z hlediska vnitřních faktorů hraje významnou roli zdravotní stav kanců. Při výběrů kanců je důležitý nákup zvířat ze zcela zdravých stád, kde jsou kanci řádně ošetřeni a zbaveni chorob a parazitů. Vypuknutí choroby může způsobit velké potíže nejen z pohledu reprodukce a zdraví, ale zejména z pohledu ekonomických ztrát. Důležitá je také karanténa nových kanců, která by měla trvat 4 – 6 týdnů, zejména kvůli jistotě, že nedojde k zavlečení nákazy a aklimatizaci, která napomáhá k získání imunity vůči agens v domácím chovu (Graeme & Roesse 2006).

Pinart & Puigmulé (2013) doplňují, že zvláštní pozornost by měla být věnována zdraví končetin, které jsou velice namáhány při páření, a také správnému vývoji varlat. Jakékoliv známky problémů v raném věku by mohly signalizovat vážné problémy v dospělosti.

3.2.1.5 Kondice

Dalším důležitým vnitřním faktorem je kondice. Kondice kanců by měla odpovídat intenzitě jeho využití. V rámci chovu rozlišujeme kondici: chovná, výstavní, žírná, hladová a pastevní. Za odpovídající se považuje kondice chovná, to je v pětibodovém hodnocení na úrovni 3,5 bodu, u samců je vyjádřena dostatečným množstvím semene s vysokou oplozovací schopností a dobrou pohlavní aktivitou. Takzvaná žírná kondice je problém a zapříčiňuje problémy s pohybovým aparátem, které vedou k vyřazení kance z plemenitby (Pulkrábek et al. 2005).

Pohybový aparát se musí neustále kontrolovat, kanec by se měl pohybovat volně, bez známek ztuhlosti nebo kulhání. Kontrolovat by se měl i vývin varlat, velikost, symetrické uložení varlat, konzistence varlat a hladký povrch. Velikost varlat je přímo úměrná celkové kapacitě spermií, není to však skutečný ukazatel libida či sexuální aktivity kance (Graeme & Roesse 2006).

3.2.1.6 Pohlavní potence

Pohlavní potence je kritérium pro využití k plemenitbě. Hodnotí se stupněm vyjádření libida, důsledností a tempem průběhů sexuálních reflexů, dále počtem skoků za časovou jednotku při správné kvantitě a kvalitě ejakulátu (Stupka et al. 2013).

Libido neboli síla pohlavního instinktu je důležitá vlastnost kanců, která napomáhá vysoké plodnosti. Tato reprodukční vlastnost nebo také schopnost, je velice závislá na prostředí, ve kterém zvířata žijí. Prasata jsou sociální zvířata, a proto svůj normální sexuální vývoj vytváří právě kontaktem ve skupině stejného druhu. Sociální prostředí může ovlivnit jak věk dospívání, tak projev sexuálního instinktu a chování během páření. Proto je velice důležité zajistit během dospívání ustájení ve skupině, nebo přítomnost prasnic ve stájích nebo v testáčnických stanicích, kde jsou kanci chováni (Savić et al. 2017).

Levis & Reicks (2005) doplňují, že projev libida je závislý jak na genetických a hormonálních faktorech, ale také na negenetických dopadech jako například na sociálním prostředí, ročním období, ustájení, mikroklimatu stáje, zoohygieně, stresu a nekvalifikovaných pracovnících.

3.2.2 Vnější

3.2.2.1 Frekvence odběru ejakulátu

Mezi významný vnější faktor ovlivňující plodnost kanců, patří frekvence odběru ejakulátu nebo také intenzita pohlavního využívání. Často opakující se odběry spermatu mají za příčinu vymizení sexuálního libida, prudké snížení produkce spermií a celkové zhoršení kvality spermatu, až předčasné vyřazení z inseminace (Rothchild & Ruvinsky 2011).

Dle Smítala (2009) má frekvence odběrů mimo jiné i vliv na dlouhověkost kanců a to tak, že čím intenzivněji bude kanec využíván, tím bude kratší jeho působnost v reprodukci.

Dalším faktorem, který souvisí s frekvencí odběru ejakulátu, je prodlužování tzv. pohlavní pauzy, která má za následek pokles inseminačních dávek za celý reprodukční život kance. Za optimální frekvenci odběru se považuje jednou za 3 – 5 dní, tedy nejideálnější je 2,3 odběrů týdně (Gonzalez – Peña et al. 2016).

3.2.2.2 Ustájení

Petrović et al. (1994); Knox et al. (2002) ve svých studiích uvádějí, že prostředí má významný vliv na rozvoj sexuálních schopností kanců vzhledem k modernímu testování kanců, kdy jsou umístěni buď v individuálních kotcích nebo ve skupinových kotcích za účelem kontroly produkčních parametrů. Různé studie uvádějí, že mladí kanci, kteří jsou chováni odděleně, dospívají později, mají slabý projev sexuálního instinktu a mají nižší objem ejakulátu. Taková zvířata mohou být dokonce asociální a mohou projevovat agresivitu.

Pro zlepšení reprodukčních schopností a socializace je nezbytné, aby byla kancům zajištěna alespoň přítomnost jiných kanců ve stáji nebo přítomnost prasnic. Tímto způsobem můžeme očekávat, že kanci budou mít lepší libido, větší objem ejakulátu, lepší parametry spermií a nepřímo také větší velikost vrhu během jejich reprodukčního života (Petrović et al. 1994).

Levis et al. (1997) doplňuje informace o individuálně chovaných kancích, kdy mimo dopadu na sexuální chování může mít individuální chov dopad i na zdraví končetin. Kromě toho je třeba brát v úvahu chování ošetřovatelů ke zvířatům při veterinárních nebo zootechnických úkonech, kdy nesmí být ohroženy dobré životní podmínky zvířat.

Pulkrábek et al. (2005) zmiňuje požadovanou ustájovací plochu pro plemenného kance, která má mít rozlohu minimálně 6 m². V podmínkách tohoto ustájení je důležité, aby kanec viděl, slyšel a cítil jiná prasata. Pro zajištění zdraví končetin a sucha v kotci napomůže stelivo, například sláma, separát nebo správně zvolený materiál pro roštovou či zpevněnou část podlah.

3.2.2.3 Mikroklima

Vliv na plodnost kanců má také mikroklima. Z mikroklimatických faktorů je důležitá zejména teplota prostředí, která může způsobit teplotní stres. Teplotní stres způsobuje vyšší výskyt abnormálních spermií, snižuje pohyblivost spermií a objem ejakulátu, hladinu pohlavních hormonů v krvi, zvyšuje rektální teplotu a také intenzitu dýchání. Příčiny teplotního stresu se objevují po 7 – 14 dnech a návratnost do normálních hodnot se projeví za 5 – 8 týdnů, při době tvorby spermií ve varlatech 45 dnů (Wolf & Smítal 2014).

Nejpříznivější teplota pro normální produkci spermatu je do 25 °C a nesmí klesnout pod 5 °C. Diagnostika tepelného stresu vyplývá z intenzity dýchání, kdy za normální hodnoty se považuje 15 – 20 dechů za minutu a při tepelném stresu stoupá frekvence až na 50 dechů za minutu (Pulkrábek et al. 2005).

3.2.2.4 Sezóna

Sezóna nebo také období roku je jedním z dalších důležitých faktorů ovlivňující plodnost. Díky snižující se délce světelného dne na podzim v naší zeměpisné šířce dochází u prasat k fyziologickým změnám, které podporují vyšší pohlavní aktivitu. U kanců se zejména tato změna projevuje zvýšením hladiny steroidních hormonů a také zvýšením produkce spermatu. Pro přežití všech druhů zvířat je důležité, aby se mláďata rodila v nejpříznivější roční dobu, přičemž tato doba mírnému zeměpisnému pásmu odpovídá jaru (Smítal 2016).

Stupka et al. (2013) ve své publikaci uvádějí, že vliv na plodnost má i doba narození kance, kdy právě naopak nejlepších reprodukčních parametrů dosahují kanci narození na podzim.

Savić et al. (2013) ve své studii hodnotili variabilitu objemu ejakulátu a progresivní pohyb spermií vlivem sezóny. V září a v říjnu byly hodnoty objemu nad průměrem, ale spermie měly nižší pohyblivost. Nejvyšší počet dávek, které přesahovaly průměr hodnot, jak pro objem, tak i pro pohyblivost spermií, bylo možné získat v červnu. Tyto dávky byly nejlepší z hlediska reprodukční schopnosti.

3.2.2.5 Výživa

Výživa a technologie krmení působí na plodnost kanců, respektive na produkci spermatu, prostřednictvím vyhovující kondice a výborného zdravotního stavu. Nejčastěji jsou kanci vyřazováni z důvodu nadměrné tělesné hmotnosti, která nepříznivě působí na zdraví končetin

a libido. Proto se u kanců doporučuje restrikce krmiva pro zvýšení dlouhověkosti a zlepšení libida, avšak nedostatečná výživa má za následek snížení libida a snížení produkce spermií u dospělých plemenných kanců (Smítal 2009).

Ve výživě kanců se nejčastěji používá kompletní krmná směs, která by měla být obohacena zejména o aminokyseliny, minerální látky a vitamíny. Pro udržení zdravých a pevných končetin je důležitý zinek a biotin (Pulkrábek et al. 2005).

Obsah krmných složek v kompletních krmných směsích závisí na využití kance, a na tom jestli je využíván k přirozené plemenitbě nebo v inseminačních stanicích pro produkci inseminačních dávek. Základními komponenty ve všech typech směsí jsou nejčastěji oves, pšenice, ječmen, extrahovaný sójový šrot, krmné kvasnice a sušené mléko. Směs lze obohatit okopaninami nebo zelenou pící (Václavková 2013).

Kvalita výživy kanců by měla být přizpůsobena intenzitě využití a kondici. Z aminokyselin jsou pro výživu kanců potřebné hlavně limitující lyzin, dále metionin + cystein, treonin a tryptofan, které jsou velice důležité pro spermiogenezi. Tělesná kondice kanců využívaných v přirozené plemenitbě by měla dosahovat nižších hodnot, protože je nezbytné zajistit i zapouštění prasniček a prasnic menšího tělesného rámce (Smítal 2016).

3.3 Hormonální řízení reprodukce kanců

Řídícím centrem pohlavních funkcí samce je hypotalamo – hypofyzární systém. Podněty z vnějšího a vnitřního prostředí přijímá mozková kůra prostřednictvím smyslových orgánů. Poté jsou zpracovány a přeneseny do hypotalamu, kde je pomocí releasing hormonů ovlivněna syntéza gonadotropinů z oblasti adenohipofýzy (Meneses & Martins 2019).

Nejdůležitější období z pohledu hormonálního řízení je pohlavní dospívání. Toto období je charakteristické rychlým růstem živé váhy, ale hlavně sekundárních pohlavních znaků a psychickými změnami, které jsou z velké části ovlivněny hormonálně (Reece 2010).

3.3.1 Folikulostimulační hormon (FSH) a luteinizační hormon (LH)

Pro začátek puberty je významné počáteční zvýšení FSH a LH. Hypotalamus začne vylučovat vysokou koncentraci hormonu uvolňující gonadotropin (GnRH). V reakci na to začne hypofýza uvolňovat FSH a luteinizační hormon LH (Meneses & Martin 2019).

Simoni et al. (1999) uvádějí, že FSH je prioritní pro zahájení spermatogeneze v pubertě nebo po jejím fyziologickém či patologickém ukončení, stimuluje také Sertoliho buňky, které napomáhají vyživovat spermie ve varlatech. Rovněž FSH stimuluje sekreci estrogenu Sertoliho buňkami. Produkce estrogenu u samců se může zvyšovat intracelulární přeměnou testosteronu. LH řídí produkci testosteronu v Leydigových buňkách. Nízká hladina testosteronu vyvolává sekreci LH v adenohipofýze, což má za následek zvýšení produkce testosteronu Leydigovými buňkami. Zvýšená hladina testosteronu následně inhibuje další sekreci LH, tudíž je hladina testosteronu stabilizována. Tento proces se nazývá negativní zpětná vazba.

3.3.2 Testosteron

Dalším významným hormonem je testosteron. Nassar et al. (2018) popisují testosteron jako hormon, který je zodpovědný za vývoj sekundárních pohlavních znaků v období dospívání. Testosteron také stimuluje spermatogenezi, tedy proces tvorby spermií ve varlatech. Aby byla zaručena správná role testosteronu ve spermatogenezi, musí difundovat do semenotvorných kanálků, kde se váže na protein vázající androgen. Tím je zajištěna správná koncentrace testosteronu a tím přiměřená spermatogeneze. Hladiny testosteronu mají tendenci klesat, to způsobuje menší velikost varlat, pokles libida, pokles svalové hmoty atd.

Negativní zpětná vazba nastává s rostoucí hladinou testosteronu, která působí na hypotalamus a přední lalok hypofýzy (adenohypofýzy), tím se způsobí uvolňování GnRH, FSH a LH. Sertoliho buňky začnou produkovat hormon inhibin, který se uvolňuje do krve, v případě příliš vysokého počtu spermií. To způsobí uvolnění GnRH a FSH, což způsobí zpomalení spermatogeneze. V případě stabilizace počtu spermií, sekrece inhibinu ustává (Reece 2010).

3.4 Kančí pach

Kančí pach, který připomíná zápach podobný moči či potu, se objevuje hlavně v tepelně opracovaném mase nekastrovaných kanců. Je způsoben především třemi látkami, androstenonem, skatolem a indolem, a protože jsou tyto sloučeniny lipofilní, hromadí se v tukové tkáni rostoucích zvířat. Tyto látky vznikají v důsledku pohlavní dospělosti kanců (7. – 8. měsíců) a projevují se pouze u části kančí populace, což závisí zejména na věku a dědičné dispozici (Peñaranda et al. 2017).

Je známo, že kanci mají lepší výkrmové tedy i ekonomické vlastnosti, díky efektivnější přeměně živin a vyššímu procentu libového masa v jatečně upraveném těle. Ve většině evropských zemí se stále používá kastrace selat do 7 – 8 dnů věku, aby se předešlo možným problémům s kančím pachem, které se projevují hlavně při tepelné úpravě masa (Zammerini et al. 2012).

Annor–Frempong et al. (1997); Zammerini et al. (2012) popisují androstenon jako feromon produkovaný ve varlatech souběžně s testosteronem, který má pach podobný moči. Skatol vzniká degradací aminokyseliny tryptofanu v tlustém střevě nebo je metabolizován v játrech a vykazuje zejména fekální zápach. Skatol se vytváří u samců i samic, u samců až třikrát více. Indol se tvoří stejně jako skatol degradací aminokyselin. Kančí pach je způsoben právě kombinací těchto látek, u kterých je detekce velice složitá, ale lze tyto látky eliminovat kastrací.

Nezáleží jen na koncentraci látek, ale také na tom, jak konzumenti vnímají chuť a vůni těchto látek. Chuť a vůně se může u konzumentů lišit, to ukázal výzkum, který dokazuje, že 30 % spotřebitelů není citlivých na androstenon. Rozdíly jsou také mezi spotřebiteli v různých zemích (Mathur et al. 2012). Matthews et al. (2000) tuto informaci doplňují o spotřebitelský průzkum, který byl proveden v sedmi zemích, kde bylo zjištěno, že největší dopad na přijatelnost masa pro spotřebitele má skatol, který dle tohoto průzkumu zvyšuje kančí pach, ale také zesiluje samotný androstenon.

Mezi alternativy, kterými lze ovlivnit kančí pach patří řízení chovu a genetický výběr, protože hladina látek způsobující zápach je dána geneticky. Dále tuto problematiku lze řešit složením krmiva, imunokastrací, ale také více tradiční chirurgickou kastrací. Lze sem zařadit úroveň zoohygieny a ustájení v chovech, dále pak předporážkový stres a detekci kančího pachu na jatkách pomocí zahřívání tuku. Prostřednictvím těchto opatření mnoho dodavatelů v Evropě přizpůsobilo svůj postup při produkci kanců a úspěšně se udrželi na trhu i s kančím masem (Jensen 2006).

3.4.1 Androstenon (AND)

Androstenon (5α – androst – 16 – en – 3 – on) je steroidní hormon produkovaný v Leydigových buňkách varlat společně s androgeny a estrogeny. Vylučuje se do oběhu a díky lipofilním vlastnostem se hromadí v tukové tkáni, kde poté zapříčiňuje nepříjemný pach, který připomíná pach moči, a tím znehodnocuje kvalitu masa. Pro konzumenta je limitující hladina androstenonu 0,5 – 1 μg / g tuku (Wesoly & Weiler 2012). S tímto tvrzením souhlasí i Squires (2003) a doplňuje informaci o metabolizaci androstenonu v játrech. Doran et al. (2004) dodává informace o metabolitech androstenonu, které se nazývají α a β androstenol. Dále také o přítomnosti androstenonu v prasečích hepatocytech, kde díky tomu dochází k potlačování exprese enzymu, který je zodpovědný za metabolismus skatolu. Bernardy (2010) doplňuje, že androstenon má svoji působnost ve slinných žlázách, odkud je uvolňován jako feromon pro pohlavní stimulaci samic v období říje. Starší výzkum Katkov et al. (1972) ukázal, že slinné žlázy kanců obsahují velké množství androstenonu, zejména metabolitů 3α – androstenolu a 3β – androstenolu, kde jsou zodpovědné za feromonální funkci kančích slin. Další metabolismus, který byl prokázán je z androstadienolu na androstadienon a 3β – androstenol ve varlatech. Dále bylo zjištěno, že 3α a 3β – androstenoly jsou zřejmě tvořeny ve varlatech redukcí 5α – androstenonu, a poté působí ve slinných žlázách kanců.

Lervik et al. (2013) ve své práci popisují aktivitu androstenonu spolu s testosteronem, která dosahuje vrcholu ve věku 2 – 4 týdnů po porodu, a to díky vývoji Leydigových buněk, které dosahují maxima právě několik týdnů po porodu. Poté následuje regrese a obnova vývoje Leydigových buněk spolu s opětovnou výraznou aktivitou steroidních hormonů v pubertálním věku.

Bezprostředně před androstenonem je nejprve syntetizován androstadienon, který je tvořen z pregnenolonu prostřednictvím androstadienolu. Androstenon se následně může štěpit na dva metabolity, to na 3α a 3β – androstenol. Produkce androstenonu Leydigovými buňkami je částečně řízena pomocí gonadotropinů LH a FSH, ale také pod kontrolou testosteronu a estradiolu. Působení těchto hormonů je zprostředkováno specifickými receptory a jsou pod negativní zpětnou vazbou hormonů produkovaných varlaty (Habert et al. 2001).

Bone et al. (2019) popisují hromadění androstenonu v tuku, které je ovlivněno nekonjugovaným androstenonem v plazmě. Variabilitu plazmatických koncentrací androstenonu je nutno pozorovat individuálně, protože existuje variabilita v transportu androstenonu, což může mít vliv na vývoj kančího pachu.

Včasná predikce hladiny androstenonu u sexuálně zralých zvířat by mohla být velice užitečná ve snaze eliminovat problém s kančím pachem. Vyloučení mladých jedinců s vysokou hladinou androstenonu by bylo výhodné zejména u chovných zvířat, protože právě

androstenon je látka, která se dá eliminovat genetickým výběrem. Například plemeno Duroc se uplatňuje v křížení kvůli výborné kvalitě masa, oproti tomu jsou však kanci plemen Duroc nežádoucí kvůli vysokým koncentracím androstenonu (Lervik et al. 2013). Toto doplňuje studie od Grindflek et al. (2011), která podporuje názor o šlechtění proti androstenonu, které se jeví jako zajímavé řešení proti kančímu pachu. Existují však studie, kde se potvrdilo, že šlechtění proti androstenonu může negativně ovlivnit reprodukční vlastnosti prasat. Robic et al. (2016) publikují opačný názor o genetickém výběru, který je dostatečný k zabránění kančímu pachu, aniž by se snížila reprodukční výkonnost.

Nedávný výzkum ukázal, že detekce androstenonu je částečně určena aminokyselinovou sekvencí lidského receptoru detekující kančí pach. Mnoho spotřebitelů je tedy velmi citlivých na androstenon, avšak stále více spotřebitelů je citlivějších na skatol. Od spotřebitelů, kteří nejsou citliví na androstenon se očekává, že akceptují všechny hladiny androstenonu ve vzorcích. Aby bylo možné třídit jatečně upravená těla, které je spotřebiteli nepřijatelná, je nutné získat více znalostí, jak spotřebitelé vnímají maso s různými hladinami androstenonu a skatolu (Lunde et al. 2010). Weiler et al. (2000) doplňuje, že se nejčastěji na detekci androstenonu používá trojúhelníkový test.

3.4.2 Skatol (SKA)

Skatol (3 – metyl indol) je sloučenina, která vzniká mikrobiální degradací aminokyseliny tryptofanu, která byla detekována ve slepém a tlustém střevě prasat, ale i v bachoru krav. Existují studie i o metabolismu skatolu v játrech. Spolu s testikulárním steroidem androstenonem je skatol považován za hlavního představitele kančího pachu, který připomíná zápach podobný moči a exkrementů. Jako limitní hladina se udává 0,2 – 0,25 $\mu\text{g} / \text{g}$ tuku (Wesoly & Weiler 2012). Jensen et al. (1995a) ve své práci doplňují informaci o metabolismu tryptofanu, který může vést k produkci dvou těkavých a lipofilních sloučenin, skatolu a indolu. Ukázalo se, že tento metabolismus tryptofanu pomocí bakterií v tlustém střevě, je podobný metabolismu tryptofanu v bachoru přežvýkavců. Tryptofan může být degradován na indol nebo převeden na kyselinu indol – 3 – octovou a poté na 3 – methylindol, tedy skatol. Bernardy (2010) doplňuje, že část skatolu odchází výkaly, část je metabolizována v játrech a část je ukládána v tukové tkáni zvířat. Deslandes et al. (2001) doplňuje ukládání skatolu. Pokud skatol prochází játry, aniž by byl metabolizován, hromadí se v tukové tkáni, játrech, ale i ledvinách. Lanthier et al. (2007) ve své studii poukazuje na pozitivní korelaci mezi koncentrací skatolu ve střevech a koncentrací skatolu v tuku.

Claus et al. (1994) uvádí, že tvorbu skatolu navíc zvyšují pohlavní hormony, ale také i růstový hormon. Důležité jsou také glukokortikoidy, které podporují rozklad buněk střevní sliznice. Zbytky těchto buněk jsou zdrojem právě pro mikrobiální tvorbu skatolu.

Akumulace skatolu v tukové tkáni závisí na rovnováze mezi degradací aminokyseliny tryptofanu ve střevech a metabolismem v játrech s následným vyloučením z těla. Je známo, že kanci s vysokou produkcí skatolu a zároveň s poruchou metabolismu v játrech mají vyšší riziko vzniku kančího pachu v mase (Wesoly et al. 2016).

Deslandes et al. (2001) ve své práci uvádějí, že skatol způsobuje velké problémy také u skotu, jako například akutní edém plic a emfyzém plic, kde působí jako pneumotoxin, a tedy

způsobuje poškození plicní tkáně. Skatol ovlivňuje i produkci serotoninu a ve vysokých koncentracích může hemolyzovat erytrocyty skotu.

Lanthier et al. (2007) zmiňují možnost absorpce skatolu kůží nebo plícemi, v případě dlouhodobého ležení zvířat v kotcích s výkaly nebo díky nedostatečné ventilaci.

Mnoho studií dokazuje, že ukládání skatolu v tuku ovlivňuje několik faktorů, jako například čistota kotců, pohlavní dospívání, porážková hmotnost, podmínky před porážkou, ale nejvíce však výživa a genetika (Deslandes et al. 2001).

Znalost tvorby a nárůstu skatolu je velice důležitá pro zdokonalení metod pro snížení jeho hladiny, spolu s androstenonem, a tím i ke snížení kančího pachu. Hladiny skatolu v plazmě výborně korelují s hladinami skatolu v tuku, pokud jsou měřena současně, a proto mohou být použity k odhadu koncentrací skatolu v tuku (Lanthier et al. 2007).

3.4.3 Indol (IND)

Indol (2,3 – benzopyrol) je třetí z látek způsobující kančí pach. Patří mezi aromatické heterocyklické organické sloučeniny. Stejně jako skatol, indol vzniká za rozkladu tryptofanu pomocí bakterií v tlustém střevě a poté se ukládá v tukové tkáni (Verheyden et al. 2007). Jensen et al. (1995a) doplňují, že je indol absorbován do krve a poté metabolizován v játrech. Tryptofan je tedy degradován na indol případně vznikne kyselina indol – 3 – octová a z ní skatol. Jeho vliv na kvalitu masa není tak zásadní, spíše nepříjemný pach zesiluje.

Deslandes et al. (2001) předpokládají, že indol je převládající metabolit vytvořený degradací tryptofanu. Indolu se věnovala v minulosti největší pozornost a jeho výskyt, funkce a regulace jsou známy. Mnoho bakterií má schopnost syntetizovat indol, jako například *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Micrococcus aerogenes* a další. Díky velkému výskytu u bakteriálních druhů a jednoduchosti detekce se indol používá jako diagnostický test pro mikrobiální metabolické aktivity ve střevech.

Claus et al. (1997) uvádí, že obsah indolu v tuku může z velké míry ovlivnit čistotu kotců, ve kterých zvířata žijí a kvalita výživa.

3.5 Metody eliminace kančího pachu

Je uváděno několik metod, které by mohly pomoci snížení výskytu kančího pachu. Některé metody mají významné účinky, některé mají proměnlivé účinky. Hlavním problémem je, že androstenon a skatol nejsou vždy ovlivnitelné stejným způsobem. Hladiny androstenonu jsou ovlivnitelné většinou genetickými faktory, které působí na jeho produkci a vylučování. Skatol a indol jsou nejvíce ovlivnitelné výživou a úrovní chovu. Ale nejúčinnějším způsobem jak odstranit kančí pach celkově je kastrace selat (Grindflek et al. 2010).

3.5.1 Kastrace

Kastrace selat se provádí za účelem odstranění kančího pachu. V současné době je vyvíjen tlak na zákaz chirurgické kastrace kanečků (Aluwé et al. 2014). Proto jsou zkoumány různé alternativy. Jednou z nich je chirurgická kastrace s použitím lokální nebo celkové anestezie a analgetik. Druhou z nich je imunokastrace, která je založena na vakcinaci proti přirozené produkci samčích hormonů (Aluwé et al. 2016).

Bonneau & Weiler (2019) zmiňují, že každá alternativa, která má nahradit chirurgickou kastraci má své klady a zápory. V závislosti na společném kontextu a cílovém trhu mohou dodavatelské řetězce vepřového masa zvolit alternativu, která odpovídá jejich situaci, zejména ekonomické. Mezi otázkami dobrých životních podmínek zvířat a ekonomickou situací dochází k negativním závěrům, zatímco otázky kvality produktů a dobrých životních podmínek zvířat jsou většinou synergické.

V Evropě je mnoho lidí znepokojeno podmínkami intenzivní produkce hospodářských zvířat z hlediska welfare zvířat a životního prostředí. Je mnoho aspektů, způsobující veřejný nesouhlas díky chirurgické kastraci, proto je nezbytné zavést udržitelná řešení, díky kterým se zbavíme všech negativních faktorů. Nejdůležitější podmínkou jsou vždy potřeby konzumentů, respektive potřeby trhu. Taková situace platí v současné době v Evropě při debatě o kastraci kanečků (Kress et al. 2019).

3.5.1.1 Chirurgická kastrace

Chirurgická kastrace je radikální metoda, při které jsou odstraněny pohlavní žlázy. Kanečci jsou kastrováni v prvním týdnu života, zejména kvůli snížení kančího pachu, ale také pro snížení agresivního a sexuálního chování. Tento postup se považuje za velmi bolestivý a spekuluje se o negativním vlivu na budoucí užitkovost zvířat, ale také se tím výrazně zvyšují náklady na krmivo a obsah tuku v jatečně upraveném těle (Baumgartner et al. 2010). Bonneau & Weiler (2019) však uvádějí, že při výkrmu kanců se sice vyhýbáme bolesti, ale zvířata během závěrečného období mohou trpět stresem kvůli zvýšenému agresivnímu chování.

Prunier et al. (2006) uvádí, že v České republice i v některých státech EU, jsou selata kastrována tradičně bez použití anestezie. Ačkoliv je tento postup legální, vznikají u veřejnosti obavy. Řada studií ukázala, že chirurgická kastrace způsobuje stres, akutní i chronickou bolest, infekce rány a také negativní vliv na nárůst tělesné hmotnosti. Toto je hlavní problém týkající se welfare zvířat. Kress et al. (2019) doplňují informaci, že po celá staletí byli v Evropě kanečci, určení k produkci vepřového masa, chirurgicky kastrováni, aby se zlepšilo jejich chování a také kvalita jejich masa. Tato metoda je z ekonomického hlediska velice výhodná.

U samců během výkrmu vzájemně kooperují gonádové hormony s endokrinní regulací růstu, a to tak, že snižují katabolické procesy a zvyšují se procesy anabolické, což vede k efektivnějšímu růstu, zvýšení retence dusíku a vyšší míře proteinového přirůstání. Dohromady všechny tyto faktory vedou k vyššímu podílu svaloviny a nižší míře ukládání tuku. Kanci mají vyšší obsah libového masa než vepři. Výkrm kanců je proto efektivnější, ale vznikají zde problémy týkající se kvality masa, a to kvůli kančímu pachu, sníženému obsahu intramuskulárního tuku, a také kvůli zvýšení nenasyčených mastných kyselin. Chirurgická kastrace tyto problémy účinně odstraňuje, ale také snižuje anabolickou výhodu, kterou disponují kanci (Kress et al. 2019).

Chirurgická kastrace se podle legislativy provádí u selat do věku 7 dnů. Sele je fixováno pomocným pracovníkem, poté je veden příčný horizontální, či dva sagitální řezy za pomoci skalpelu. Kastrace je prováděna metodou s nepokrytým semenným provazcem. Varlata jsou

poté vyjmuta z kastrovační rány společně s nadvarlaty z obalů v distální části oddělena emaskulátorem. Po zákroku je rána řádně vydezinfikována (Bernardy 2010).

Aktuálně se řeší dvě alternativy tohoto způsobu kastrace. Jedním z nich je chirurgická kastrace s použitím anestezie nebo analgetik, druhý způsob je bez fyzického odstranění žláz, jde o tzv. imunokastraci, která funguje na bázi vakcíny způsobující snížení metabolismu steroidních hormonů a také potlačení vývinu varlat. (Aluwé et al. 2014)

3.5.1.2 Imunokastrace

Imunokastrace, neboli také vakcinace, je alternativní nekrvavá metoda, která zabraňuje kančímu pachu bez nutnosti chirurgické kastrace. Tato vakcína spočívá ve snížení hladiny testosteronu, estradiolu, androstenonu a také skatolu, tedy látek způsobujících kančí pach (Heyrman et al. 2019).

Fuchs et al. (2009) & Oonk et al. (1998) uvádějí, že imunokastrace působí zejména proti uvolňování hormonu GnRH a tím narušuje hypotalamo – hypofyzární vazbu. Tato reakce zastavuje produkci samčích pohlavních steroidních hormonů, androstenonu, inhibuje produkci LH a FSH a tím se potlačí růst a vývin varlat. Zeng et al. (2002) doplňují aplikaci vakcíny, která se provádí ve dvou injekcích s anti – GnRH látkou s odstupem nejméně 4 týdnů, první dávka v 8 týdnech věku a druhá dávka se aplikuje 4 – 6 týdnů před porážkou.

Imunokastrace také podporuje nepřímo snížení skatolu v tuku díky narušení inhibice metabolismu androstenonu. Dále snižuje agresivní a sexuální chování, zejména po druhé vakcinaci lze pozorovat zvyšující se pasivní chování kanců (Baumgartner et al. 2010).

Batorek et al. (2012) ve své práci uvádějí, že byla zjištěna mírná nebo i úplná necitlivost vůči imunokastraci nebo se také může zvýšit hladina androstenonu a skatolu v tucích.

Millet et al. (2011) ve své studii uvádějí, že imunokastrace kanců zvyšuje kvalitu jatečných partií a díky tomu i kvalitu jatečně upraveného těla oproti kastrovaným kancům. Tyto výsledky mohou být ovšem ovlivněny mnoha faktory v jednotlivých chovech. Bernardy (2010) doplňuje informaci o imunokastraci, která je imunologické povahy, proto nezhoršuje kvalitu masa cizorodými látkami a nemá tedy vliv na lidské zdraví. Je také dokázáno, že imunokastrace snižuje projevy vady PSE (světlé, měkké, vodnaté), zlepšuje barvu, mramorování a šťavnatost masa. Oproti tomu studie od Aluwé et al. (2016) dokázala, že imunokastrace stimuluje vyšší příjem krmiva po druhé vakcinaci, což může způsobit ztučnění zvířat, a tudíž horší kvalitu jatečně upraveného těla.

Hlavní nevýhodou je nutnost podání vakcinace čtyři týdny před porážkou, kdy mají prasata už vysokou porážkovou hmotnost. Dále je zde i riziko sebeaplikace, které je nebezpečné pro chovatele, protože může způsobit podobné účinky jako u kanců (Bernardy 2010).

Brunius et al. (2011) zmiňují, že imunokastrace nabízí výhody týkající se dobrých životních podmínek zvířat a udržitelnosti ve srovnání se současnou chirurgickou kastrací. Zaprvé se předejde bolestivému řezu se zvýšeným rizikem infekce, zadruhé jsou kanci plnohodnotní až do druhé aplikaci vakcíny, to znamená s vyšším anabolickým potenciálem, kdy můžeme využít chudší krmivo s nižším dopadem na životní prostředí a lepším ekonomickým dopadem během této doby. Anabolický účinek je důsledkem zvýšené koncentrace estrogenů a androgenů, které působí přímo prostřednictvím podpory syntézy proteinů.

Tato metoda zajišťuje jak vysokou kvalitu produktu, tak vysokou úroveň welfare zvířat, a mohla by tak být udržitelnou alternativou k řešení výše uvedených problémů souvisejících s výrobou vepřového masa z kanců a chirurgických kastrátů, a tím by mohla zvýšit konkurenceschopnost produkce vepřového masa v Evropě (Kress et al. 2019).

Používá se komerční vakcína GnRF (Improvac™, Pfizer Animal Health), která je registrována a povolena pro použití v chovu prasat v EU, Švýcarsku, Rusku a v zemích mimo Evropu, jako je Austrálie, Mexiko a Brazílie (Baumgartner et al. 2010).

3.5.2 Výživa

Eliminaci kančího pachu lze docílit i různými výživovými doplňky. Je dokázáno, že krmná dávka, respektive složení krmné dávky ovlivňuje ve velké míře syntézu skatolu, která závisí na proteolytické aktivitě střevní mikroflóry a také na přítomnosti tryptofanu v tlustém střevě, což následně ovlivňuje obsah skatolu v mase, zejména pak v tuku (Zammerini et al. 2012).

Několik studií prokázalo, že množství a forma bílkovin nebo sacharidů přítomných v krmivu má podstatný vliv na metabolismus dusíku, a tím ovlivňuje tvorbu skatolu. Zároveň bylo prokázáno, že výživa obsahující bílkoviny s nízkou stravitelností stimuluje produkci skatolu (Jensen et al. 1995b).

Aluwé et al. (2009) uvádějí, že lze eliminovat kančí pach například sušeným kořenem čekanky, který je bohatý na polysacharid inulin, déle také zkrmováním syrového bramborového škrobu nebo jinými komponenty s vyšším procentem vlákniny.

Nielsen et al. (2007) ve své studii dokazují účinnost čekanky díky inulinu při snížení skatolu v tuku, ale i v krvi a stolici. Dále zjistili významné snížení přeměny tryptofanu na skatol ve fruktooligosacharidech a také významné snížení skatolu po podání modré lupiny v krmné dávce v intervalu dvou týdnů.

Několik studií se zaměřilo na krmiva s vysokým obsahem vlákniny, která příznivě ovlivňuje obsah skatolu v tuku kanců, ale ne všechny typy vlákniny jsou lehce stravitelné. Například pektin, který je přítomný v cukrové řepě fermentaci příznivě podporuje, ale jeho vliv na hladinu skatolu v tuku je proměnlivý (Jensen 2006).

Mikkelsen et al. (2004) uvádějí možný vliv formy krmiva a jeho strukturu na gastrointestinální trakt, respektive na proteolytickou aktivitu, a tedy zejména na produkci skatolu. Ukázalo se, že tekuté krmení snižuje hladinu skatolu, ale vliv struktury krmiva, tedy například granule nebo šrot, nebyla zatím prokázána jako skatol ovlivňující. Jensen (2006) doplňuje tuto informaci o vlivu příjmu krmiva. Existuje mnoho studií o vlivu restrikce krmení během výkrmu na hladinu pachových látek. Je dokázáno, že během výkrmu tyto pokusy význam nepřinesly, avšak 12hodinové hladovění před porážkou velice snížilo hladinu skatolu. To souvisí s posunem malého množství tráveniny do tlustého střeva, což má za následek nižší fermentaci nestráveného proteinu, a proto velmi rychlou degradaci skatolu v játrech.

Dostálová & Koucký (2008) zmiňují uplatnění dvoufázového systému výživy. Princip této metody je založen na adlibitním příjmu krmiva do 60 – 70 kg, dále pak na dávkovaném způsobu do porážkové hmotnosti. Tento způsob využívá rozdíly v různých fázích růstu a také představuje menší náklady na krmiva.

3.5.3 Genetické založení

Existují důkazy o genetických vlivech na pachové složky u kanců. Patří mezi ně rozdíly v hladinách pachových látek u různých plemen, také významné odhady heritability pro hladiny skatolu v tuku, jakož i přítomnost hlavního genu ovlivňující kančí pach (Jensen 2006).

Zammerini et al. (2012) zmiňují, že hladiny androstenonu jsou ovlivněny nejvíce právě genetickými faktory, které ve velké míře ovlivňují jeho produkci a vylučování. Proto je důležitý genetický výběr a správná genetická úprava genetických markerů, což účinně snižuje hladinu androstenonu. Willeke (1993) ve své práci doplňuje heritabilitu pro androstenon v rozmezí 0,25 – 0,87.

Protože androstenon je biochemicky příbuzný testosteronu, je důležité se zabývat korelací mezi kančím pachem a pohlavním dospíváním. Testikulární steroidy, jako jsou androgeny a estrogeny, jsou zodpovědné za vývoj pohlavních žláz, které se používají jako indikátor pro pohlavní zrání samců. Při správné detekci pohlavního dospívání a genetické korelace, by mělo být možné omezit kančí pach a současně omezit sexuální zrání (Tajet et al. 2006).

V mnoha studiích je dokázáno, že lze kančí pach eliminovat na základě genetického založení jedince, tedy správnou kombinací plemen při křížení prasat. Při použití vhodných plemen prasat je také dalším klíčem eliminace kančího pachu optimální porážková hmotnost. Tyto fakta příznivě napomáhají ke snížení chirurgické kastrace v chovech (Aluwé et al. 2011a). Dostálová & Koucký (2008) ve své práci doplňují variabilitu mezi jednotlivými plemeny či liniemi, kdy nižší tvorba látek způsobující kančí pach byla zjištěna u zušlechtěných plemen. V současné době byly pomocí molekulárně genetických metod lokalizovány geny, které způsobují syntézu a ukládání androstenonu a skatolu v těle. Díky těmto metodám se lze zaměřit na selekci kanců s předpokladem tvorby těchto látek.

3.5.4 Prostředí

Prostředí je faktor, kterým lze snadno ovlivnit kančí pach v mase. Výskyt nežádoucího pachu můžeme ovlivnit zajištěním čisté podestýlky, optimální teploty prostředí a snížením hustoty zvířat v kotci. Je uváděn častější výskyt kančího pachu v letním období. S výskytem pohlavních látek souvisí také pohlavní dospívání, kdy se zvyšuje tvorba steroidních hormonů. (Dostálová & Koucký 2008). Heyrman et al. (2018) doplňují, že s hladinami látek způsobující kančí pach souvisí i strategie přítomnosti/nepřítomnosti prasniček ve výkrmové stáji, kdy mají důležitý vliv na rozvoj puberty u kanců. Lze tedy předpokládat, že nepřítomnost prasnic eliminuje výskyt kančího pachu, proto se doporučuje oddělený výkrm dle pohlaví. Další faktory ovlivňující kančí pach je ranost jednotlivých plemen a samotné plemeno.

Aluwé et al. (2011b) ve své studii porovnávali znečištění kanců jako vliv na výskyt kančího pachu. Zjistili, že skatol může být snížen udržováním prasat v čistotě. Kanci, kteří byli ustájeni ve velkých skupinách a ve špinavých kotcích, měli vyšší koncentraci skatolu, než kanci chovaní v čistotě. Další zjištění bylo, že skatol může být absorbován kůží nebo plicemi a poté může být hromaděn v tuku. Studie potvrdily nejvyšší absorpci přes kůži na břišní části těla a absorpci plicemi hlavně při vysokých teplotách.

Studie od Wesoly et al. (2015) poukazuje na podmínky před porážkou, které můžou ovlivnit hladiny androstenonu, skatolu a indolu v těle zvířat. Pro studii byla odebrána krev,

exkrementy a moč, díky kterým byla zjištěna hladina testosteronu a kortizolu. Jatečně upravená těla byla klasifikována podle počtu kožních lézí a byly odebrány vzorky tuku pro stanovení hladiny skatolu, indolu a androstenonu, které po vyhodnocení byly vyšší. Koncentrace těchto látek byly ovlivněny dobou transportu, ale také kožními lézemi způsobené agresivitou. Lze tedy říci, že koncentrace androstenonu, skatolu a indolu v tucích závisí na podmínkách před porážkou.

Další faktor, který má vliv na hladiny látek způsobující kančí pach, je fotoperioda, kdy zkracování délky dne vede k dřívější sexuální zralosti a také k vyšším hladinám androstenonu (Bonneau 2006).

3.5.5 Hmotnost

Snížení porážkové hmotnosti je další způsob, jak snížit výskyt kančího pachu pro trh s vepřovým masem (Moore et al. 2017). Intenzita syntézy androstenonu je u selat nízká a poté se zvyšuje nejvíce v období puberty. Je prokázáno, že zvířata, která mají časnou pubertu a byla poražena v obvyklém porážkovém věku, vykazují vysoké hladiny androstenonu (Bonneau 2006). Mnoho studií poukazuje na přesvědčení, že pokud jsou kanci vykrmováni do maximálně 90 kg, tedy do cca 6 měsíců věku, není třeba použití žádné z možností kastrace, protože výskyt kančího pachu je zanedbatelný (Moore et al. 2017). Dostálová & Koucký (2008) doplňují, že zvyšující se hmotností stoupá hladina androstenonu a skatolu ve svalových a tukových tkáních. Do hmotnosti 80 kg je výskyt kančího pachu podlimitní. Lze ale vykrmovat kanečky s nízkým rizikem detekce kančího pachu i do hmotnosti 100 – 110 kg. D'Souza et al. (2011) zmiňuje jiné studie, které naopak poukázaly na překročení smyslové prahové detekční hladiny pro androstenon bez ohledu na porážkovou hmotnost a také na špatnou korelaci mezi váhou jatečného zvířete a skatolem a androstenonem. Bonneau (2006) doplňuje, že při obvyklé porážkové hmotnosti vykazují vyšší hladiny androstenonu pouze ta zvířata, která mají časnou pohlavní dospělost.

Zatímco produkce kanců by byla z hlediska etiky a welfare nejlepší, je nutné najít rychlou, spolehlivou a levnou metodu na detekci kančího pachu pro použití na jatkách Aluwé et al. (2011b).

3.6 Detekce kančího pachu

Detekce kančího pachu je velice složitá. Pro stanovení látek, které jsou zodpovědné za kančí pach, se používá zejména kolorimetrie, chromatografie a chemiluminiscence. Tyto metody jsou pro praxi však nevhodné, a to díky vysokým pořizovacím nákladům. Nejvýhodnější metodou je pak subjektivní hodnocení, tedy organoleptické, které je založené na senzoričném hodnocení pomocí vybraných konzumentů. Může se pro senzoričké testy použít tzv. senzoričkový panel, kde jsou využíváni trénovaní a proškolení hodnotitelé nebo se využívají konzumentské testy pro netrénované hodnotitele (Dostálová a Koucký 2008).

Havlicek et al. (2010) doplňují detekční prahy, které se však pro androstenon a skatol mezi jednotlivci velmi liší, proto je výběr kvalitních senzoričkových hodnotitelů klíčový. K této problematice doplňují informace Meire-Dinkel et al. (2013), kteří uvádějí, že při výběru a výcviku hodnotitelů by měla být zvýšená čichová vnímavost.

Kombinace plynové chromatografie nebo kapalinové chromatografie s hmotnostní spektrometrií poskytuje referenční metody pro analýzu steroidů jak v klinických studiích, tak v základním výzkumu. Díky své analytické specifitě, dokáží tyto technologie dosáhnout extrémní citlivosti a jsou schopni přesně měřit hladinu steroidů v biologické tkáni nebo tekutině (Goudet et al. 2019).

V České republice se pro potřeby veterinárního dohledu využívá zkouška varem, která není podmínkou pro použití výsekového kančího masa na trhu, přesto jí jatka vykonávají. V současné době se ověřuje metoda detekce za použití elektrického nosu, který je využitelný na stanovení žluknutí masa, ale také na stanovení kančího pachu a jiných nestandardních aromat (Dostálová & Koucký 2008).

Meire–Dinkel et al. (2013) ve své práci uvádějí, že mezilaboratorní srovnání odhalila značné rozdíly v hladinách látek, pro které je uváděna limitní hranice pro spotřebitele 0,5 – 1 $\mu\text{g} / \text{g}$ tuku pro androstenon a 0,2 – 0,25 $\mu\text{g} / \text{g}$ tuku pro skatol. Záleží tedy, zda jsou látky měřeny v nativní tkáni, v rozehrátém tuku nebo v čistém tuku a také z jaké partie.

Font et al. (2003) uvádějí citlivost spotřebitelů na androstenon či skatol, jako stupeň silného nebo slabého zápachu, který je důležitý při určování přijatelnosti masa s různými hladinami androstenonu a skatolu pro spotřebitele. Zatímco skatol vnímá 99 % konzumentů, tak různé procento konzumentů je proti androstenonu rezistentní. Je také dokázáno, že vnímavost k těmto pachům může být geneticky dána, ale také závisí na pohlaví spotřebitele i na zemi hodnocení. Ve všech provedených studiích jsou ženy na androstenon citlivější než muži.

3.7 Efekt kančích slin

Kančí sliny jsou jedním ze stimulačních prvků pro prasnice v říji. Tyto stimuly lze rozdělit na čichové, zrakové, sluchové a dotykové (Soede 1992).

Před a během páření kanec uvolňuje velké množství zpěněných slin, které jsou produkovány podčelistními slinnými žlázami. Sliny i moč kanců obsahují značné množství feromonů, nejčastěji pak skupinu steroidních androstenolů. Mezi steroidy řadíme zejména a androstenon společně s jeho metabolity – 3α – androstenol a 3β – androstenol, které působí signalizačně pro říjné prasnice jako impuls k páření (Booth 1987).

Booth (1982) v jiné studii popisuje steroidní feromony, které jsou produkovány především ve varlatech, odkud jsou krví přeneseny do podčelistní slinné žlázy, kde se koncentrují pomocí specifického vazebného proteinu feromaxeinu. Je možné, že právě feromaxein je důležitý pro transport feromonů z kapalného prostředí slin do tuku, protože tyto feromony jsou lipofilní a proto způsobují kančí pach, hlavně v tuku dospělých kanců.

Existují důkazy o tom, že 3α – androstenol hraje roli jako prekurzor pro urychlení vrcholu puberty u prasniček. Babol et al. (2002) ve své práci doplňují, že hladina androstenonu hodnocená spotřebiteli v mase, souvisí s velikostí bulbouretrální žlázy, ale také s velikostí slinné žlázy. Proto je možné použít výsledky hladin androstenonu z kančích slin pro odhad kančího pachu v mase a tuku.

Ve studii Booth (1987) je popisováno, že maximální množství slin produkují kanci v prostředí sdíleném s jinými kanci nebo s prasnicemi. Velké množství feromonů obsažené ve slinách, které přechází do ovzduší stáje, může urychlit říji přítomných prasnic. Goudet et al.

(2019) doplňují, že pravidelný kontakt s kancem stimuluje a synchronizuje dosažení puberty u prasniček. Tyto výsledky mohou být však variabilní, a to díky rozdílům v sexuální zralosti, věku, plemeni, sezóny a na fyziologickém vývinu prasniček.

V novější texaské studii od McGlone (2019), se mluví o novém synteticky vytvořeném feromonu ve spreji, který se nazývá „Boar Better“, který kombinuje tři molekuly, nacházející se ve slinách kanců, a to androstenon, androstenoly a chinolin. Bylo prokázáno, že prasnice po odstavu, ale také prasničky díky feromonu „Boar Better“ dosahují dřívějšího nástupu sexuálního chování. Mimo jiné tento feromon příznivě působí na hladinu sérového LH prasnic a s tím související míru zabřezávání, dále na úspěšnost porodu a velikost vrhu. Použití tohoto spreje může zlepšit reprodukční výkon prasnic o 2 – 4 selata na prasnici a rok. Dále může vyřešit problém se sezónní neplodností. Velkou výhodou je efektivnost nákladů a bezpečnost tohoto produktu, který napomáhá významně zlepšit reprodukční výkon prasnic.

4 Metodika

4.1 Sběr vzorků

Vzorky slin byly odebrány od dvanácti kanců, tří plemen – Pietrain, Česká landrase, České bílé ušlechtilé. Tito kanci byli ustájeni skupinově ve stáji Demonstračního a experimentálního pracoviště ČZU v Praze společně v jedné stáji s prasničkami. První odběry vzorků slin byly odebrány 7 týdnů před porážkou. Následně se kanci odebírali v intervalu přibližně jednoho týdne až čtrnácti dnů. Sliny byly odebírány na vatové tampony. Půl hodiny před odběrem byl zamezen kancům přístup ke krmivu a k vodě. Vatové tampony byly navázány na provázku a následně byly umístěny kancům do dutiny ústní, kde byly ponechány minimálně 5 minut. Po dobu 5 minut měl kanec možnost vatový tampon žvýkat a tím byla zajištěna maximální absorpce slin do vatového tamponu. Tekutá část slin byla napipetována do 3 ml čistých vialek a následně zamražena v $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tabulka 1 - Průměrný věk plemen při jednotlivých odběrech (ve dnech)

	21.2.2019	1.3.2019	6.3.2019	21.3.2019	4.4.2019	10.4.2019	Věk při porážce
Pn	-	-	107	122	136	142	148
ČBU	-	-	111	126	140	146	152
ČL	118	126	131	146	160	166	172

4.2 Laboratorní analýza vzorků

Vzorky slin byly temperovány na laboratorní teplotu ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$), následně byly zcentrifugovány při 6000 rpm po dobu 5 minut. Po centrifugaci byl supernatant v množství 0.5 ml odpipetován do vialek o objemu 3 ml. Extrakční směs obsahovala 5 α – androst – 16 – en – 3 – on, jako interní standard, rozpuštěný v methanolu. Pro extrakci cílových sloučenin byly použity SPE kolonky. Extrakce obsahovala čtyři kroky: promytí 5 ml methanolu, promytí 5 ml ultračisté vody, napipetování vzorků slin 0,5 ml a pomalé promývání 1,5 ml ultračisté vody, poté následovalo poslední ředění extrahovaných sloučenin 3x 0,5 ml methanolem.

Finální objem vzorků byl odpařován pomocí dusíku do objemu 50 μl a tento vzorek byl následně vyhodnocen na MDGC – MS.

4.3 Statistické vyhodnocení vzorků

Data byla následně vyhodnocena ve statistickém programu SAS (Statistický systém analýzy, verze 9. 4, 2012, SAS Institute, Cary, NC, USA). Pro vyhodnocení vlivu jednotlivých efektů (vliv plemene a věku na hladinu androstenonu ve slinách) byla použita analýza rozptylu, procedura GLM. Pro vyhodnocení závislosti mezi jednotlivými ukazateli byl použit Pearsonův korelační koeficient. Pro statistické vyhodnocení bylo nutné, díky rozdílně starým vrhům tří zmíněných plemen, sjednotit věk kanců, který odpovídá jednotlivým odběrům. Z tohoto důvodu jsou nejdůležitější první čtyři odběry, které byly

provedeny u všech plemen. Plemeno Česká landrase bylo z plemen nejstarší, proto nejsou poslední odběry srovnatelné s Pietrainem a Českým bílým ušlechtilým. Sjednocení věku pro jednotlivé odběry lze vidět v tabulce číslo 2.

Tabulka 2 - Věkově sjednocená plemena odpovídající jednotlivým odběrům

Odběr	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Věk při porážce
Pn	107	122	136	142	-	-	148
ČBU	111	126	140	146	-	-	152
ČL	118	126	131	146	160	166	172

Dále byly dopočítány a hodnoceny tyto ukazatele:

\bar{x} – průměr,

s – směrodatná odchylka,

p – významnost (hladina významnosti, zvolena byla $\alpha = 0,05$; NS – bez statistické významnosti),

r – korelační koeficient.

5 Výsledky

Tabulka 3 zahrnuje průměrné hodnoty jednotlivých ukazatelů celé skupiny testovaných kanců. Mezi sledované ukazatele patřily průměrný věk před porážkou, živá hmotnost před porážkou, hmotnost jatečně upraveného těla (JUT) a také hmotnost slinných žláz. Dále byla hodnocena koncentrace androstenonu a skatolu obsažená v tuku kanců.

Tabulka 3 – Průměrné hodnoty jednotlivých ukazatelů pro celou skupinu testovaných kanců

Ukazatelé	Počet zvířat (n)	\bar{x}	s
Věk před porážkou (dny)	12	157,5	11,025
Živá hmotnost (kg)	12	111,6	20,034
Hmotnost JUT (kg)	12	89,3	15,308
Hmotnost slinných žláz (g)	10	30,2	9,133
Skatol (μg/ml)	12	0,136	0,130
Androstenon (μg/ml)	12	4,048	1,922

V Tabulce 4 jsou uvedeny průměrné koncentrace sledovaných látek ve slinách během jednotlivých odběrů, kterých bylo celkem šest, u celé skupiny testovaných kanců. Zjišťované látky byly androstenon (5α – androst – 16 – en – 3 – on), α – androstenol (5α – androst – 16 – en – 3 α – ol) a β – androstenol (5α – androst – 16 – en – 3 β – ol) ve slinách kanců. Výsledky všech koncentrací sledovaných látek v tabulkách jsou vyjádřeny v μg/ml.

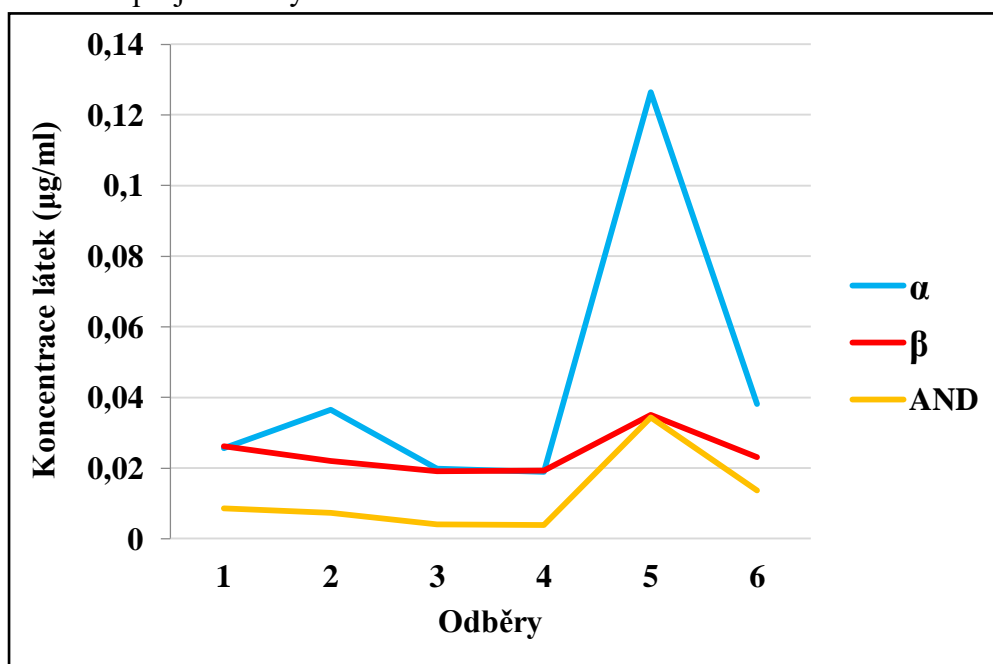
Nejvyšší koncentrace všech látek byla dosažena při pátém odběru, kdy u androstenonu průměrná koncentrace dosahovala 0,034 μg/ml, koncentrace α – androstenolu 0,126 μg/ml a koncentrace β – androstenol 0,035 μg/ml. Naopak nejnižší koncentrace všech látek se projevila při třetím a čtvrtém odběru.

Výsledky Tabulky 4 doplňuje Graf 1, kde jsou lépe viditelné proměnlivé koncentrace sledovaných látek při jednotlivých odběrech.

Tabulka 4 – Průměrné koncentrace látek u celé skupiny testovaných kanců při jednotlivých odběrech

Měřené látky (µg/ml)	Počet zvířat (n)	\bar{x}	s
AND1	12	0,009	0,016
AND2	12	0,007	0,007
AND3	12	0,004	0,005
AND4	12	0,004	0,006
AND5	4	0,034	0,037
AND6	4	0,014	0,005
α 1	12	0,026	0,023
α 2	12	0,037	0,029
α 3	12	0,020	0,016
α 4	12	0,019	0,013
α 5	4	0,126	0,159
α 6	4	0,038	0,033
β 1	12	0,026	0,024
β 2	12	0,022	0,007
β 3	12	0,019	0,004
β 4	12	0,019	0,005
β 5	4	0,035	0,021
β 6	4	0,023	0,004

Graf 1 – Průměrné koncentrace látek u celé skupiny testovaných kanců při jednotlivých odběrech



V Tabulce 5 jsou zahrnuty průměrné hodnoty hodnocených ukazatelů pro jednotlivá plemena – České bílé ušlechtilé (ČBU), Česká landrase (ČL) a Pietrain (P).

Nejvyšších průměrných hodnot u sledovaných ukazatelů dosahuje plemeno Česká landrase a to díky nejvyššímu věku před porážkou. Věk před porážkou byl u plemene Česká landrase 172,3 dní, u plemene České bílé ušlechtilé 152 dní a u plemene Pietrain 148,3 dní. Věk před porážkou mezi jednotlivými plemeny zároveň prokázal statisticky významný rozdíl. U ostatních ukazatelů – živá hmotnost před porážkou, hmotnost JUT, hmotnost slinných žláz, skatol a androstenon v tuku se prokázal statisticky významný rozdíl pouze mezi plemeny České bílé ušlechtilé a Česká Landrase, mezi plemeny České bílé ušlechtilé a Pietrain nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.

U hladiny androstenonu nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi žádnými z uvedených plemen prokázána.

Tabulka 5 – Průměrné hodnoty sledovaných ukazatelů u jednotlivých plemen

Ukazatelé	ČBU (n = 4)		ČL (n = 4)		Pn (n = 4)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Věk před porážkou (dny)	152,0 ^A	0,000	172,3 ^B	0,957	148,3 ^C	0,500
Živá hmotnost (kg)	101,8 ^A	17,633	133,5 ^B	7,539	99,5 ^A	11,825
Hmotnost JUT (kg)	80,9 ^A	13,760	105,6 ^B	6,317	81,8 ^A	9,783
Hmotnost slinných žláz (g)	28,0 ^A	6,405	41,7 ^B	4,800	23,3 ^A	2,614
Skatol (µg/g)	0,094 ^A	0,065	0,272 ^B	0,135	0,042 ^A	0,022
Androstenon (µg/g)	3,491	1,870	4,970	1,703	3,678	2,327

průměry označené různými indexy jsou statisticky významné na hladině významnosti $P < 0,05$

V tabulce 6 jsou uvedeny koncentrace látek – androstenonu, α – androstenolu a β – androstenolu ve slinách kanců pro daný odběr a dané plemeno.

První popisovanou látkou je androstenon. U plemene Česká landrase, bylo dosahováno nejvyšších hladin při prvním odběru (0,018 µg/ml) a nejnižších při třetím odběru (0,005 µg/ml). U dalších dvou plemen vyšly hladiny androstenonu velice proměnlivě, například u plemene České bílé ušlechtilé bylo nejvyšších hladin dosaženo při prvním (0,005 µg/ml) a druhém (0,006 µg/ml) odběru a nejnižších při čtvrtém (0,002 µg/ml). U plemene Pietrain bylo dosaženo nejvyšší hladiny při druhém odběru (0,009 µg/ml).

Dalšími popisovanými látkami jsou metabolity androstenonu. První z nich je koncentrace α – androstenolu, která měla stejně jako u androstenonu postupně stoupat. Celkově nejvyšších hodnot dosahuje znovu plemeno Česká landrase, kde ale naopak nejvyšší hodnoty koncentrace bylo dosaženo při prvním odběru (0,044 µg/ml) a postupně koncentrace klesala.

U zbylých dvou plemen byly hodnoty koncentrací při jednotlivých odběrech velice proměnlivé. Například u plemene České bílé ušlechtilé bylo nejvyšší koncentrace dosaženo při druhém odběru (0,026 µg/ml) a obdobně vyšly výsledky i u plemene Pietrain, kdy nejvyšší koncentrace bylo dosaženo při druhém odběru (0,032 µg/ml) a nejnižší koncentrace byla při odběru čtvrtém (0,012 µg/ml).

Hodnoty koncentrace druhého metabolitu β – androstenolu vyšly obdobně jako předešlé látky a to u plemene Česká landrase, kdy nejvyšší koncentrace bylo dosaženo při prvním odběru (0,041 µg/ml) s následným postupným poklesem při následujících odběrech. Naopak u plemene České bílé ušlechtilé vyšly výsledky koncentrace s postupným zvyšováním od prvního odběru (0,019 µg/ml) do čtvrtého (0,023 µg/ml). U plemene Pietrain byly koncentrace stanovovaných látek proměnlivé, nejvyšší koncentrace bylo dosaženo při druhém odběru (0,024 µg/ml) a nejnižší při čtvrtém (0,017 µg/ml).

Koncentrace sledovaných látek ani v jednom případě nevykazoval žádný statistický rozdíl mezi jednotlivými plemeny.

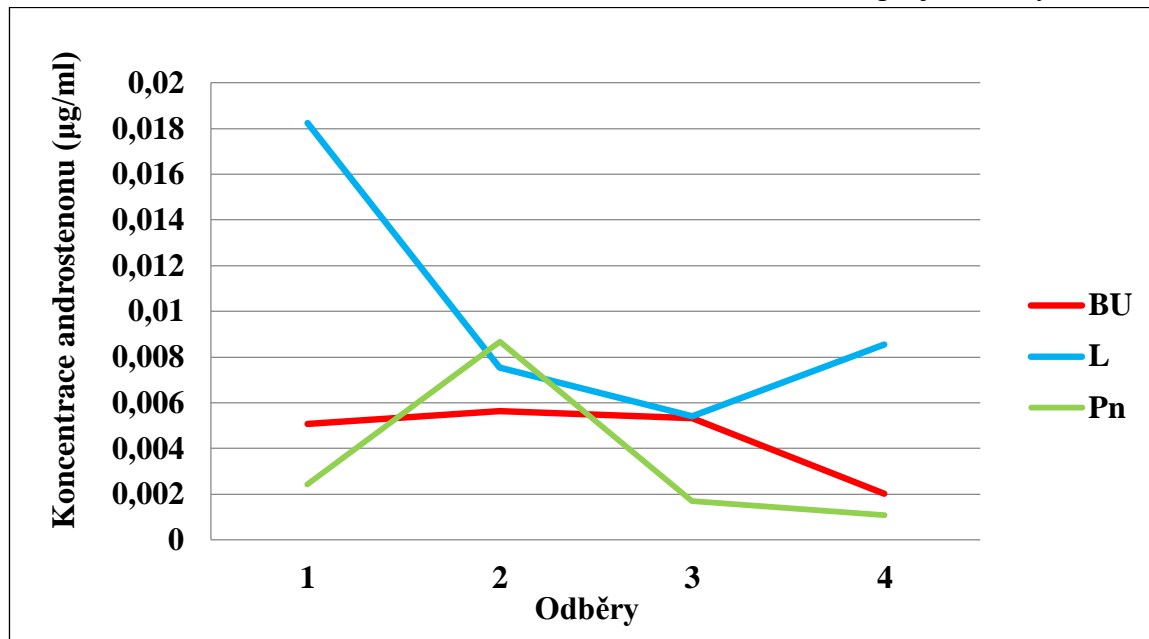
Tabulku 6 doplňují Grafy 2, 3, 4, které pomocí křivky ukazují proměnlivé koncentrace stanovovaných látek.

Tabulka 6 – Koncentrace stanovovaných látek u jednotlivých plemen

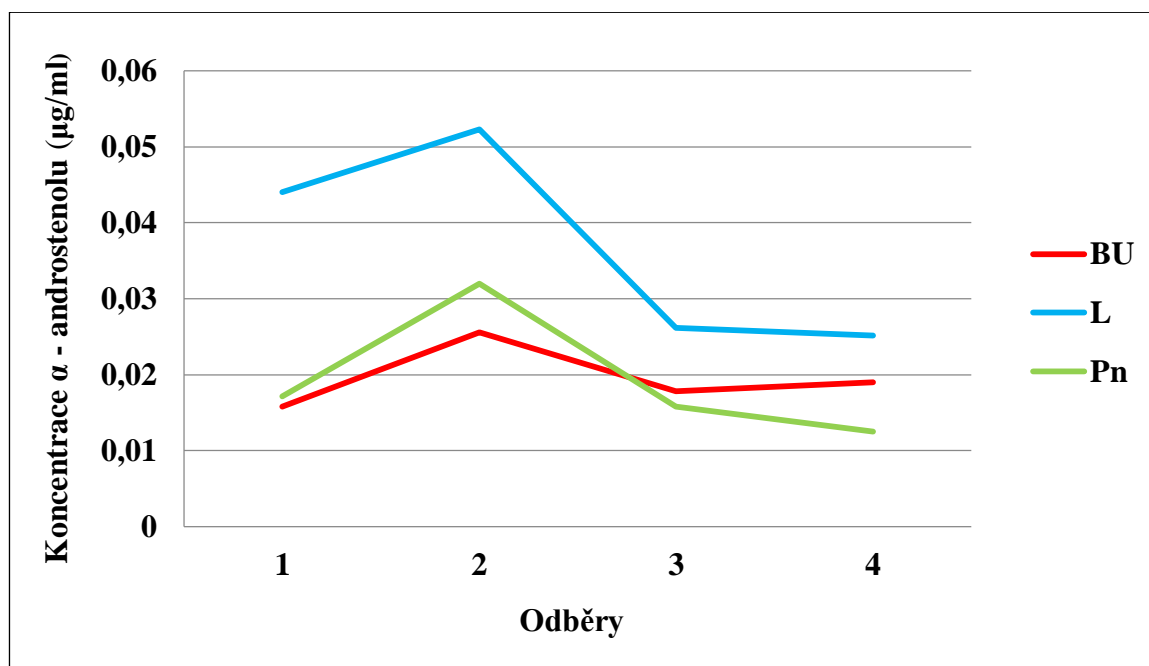
Měřené látky (µg/g)	ČBU (n = 4)		ČL (n = 4)		Pn (n = 4)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
AND1	0,005	0,004	0,018	0,028	0,002	0,003
AND2	0,006	0,010	0,008	0,007	0,009	0,007
AND3	0,005	0,004	0,005	0,008	0,002	0,002
AND4	0,002	0,002	0,009	0,009	0,001	0,001
α1	0,016	0,005	0,044	0,034	0,017	0,005
α2	0,026	0,027	0,052	0,035	0,032	0,024
α3	0,018	0,003	0,026	0,029	0,016	0,005
α4	0,019	0,007	0,025	0,020	0,012	0,006
β1	0,019	0,002	0,041	0,040	0,018	0,004
β2	0,020	0,006	0,021	0,006	0,024	0,008
β3	0,020	0,004	0,019	0,005	0,018	0,003
β4	0,023	0,008	0,018	0,003	0,017	0,002

průměry označené různými indexy jsou statisticky významné na hladině významnosti $P < 0,05$

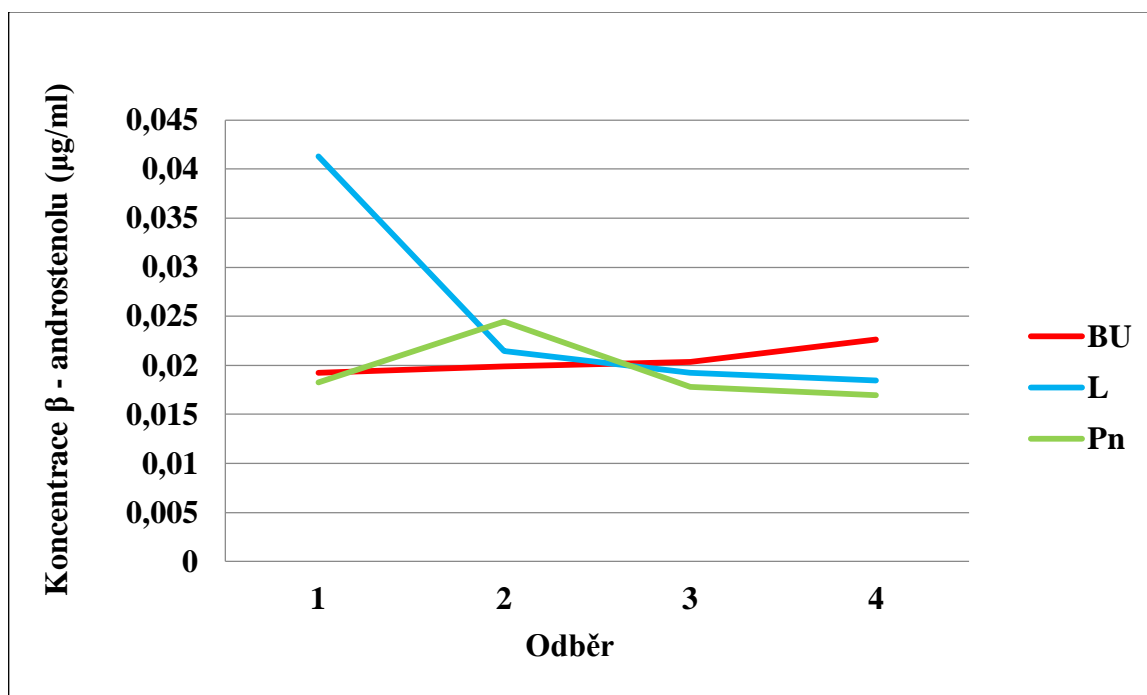
Graf 2 – Grafické znázornění koncentrace androstenonu ve slinách při jednotlivých odběrech



Graf 3 – Grafické znázornění koncentrace α - androstenolu ve slinách při jednotlivých odběrech



Graf 4 - Grafické znázornění koncentrace β – androstenolu ve slinách při jednotlivých odběrech



V Tabulce 7 jsou porovnány dvě skupiny kanců dle věku. Kanci byli rozděleni na mladší a starší skupinu, kdy mladší skupina kanců dosahovala věku před porážkou 148 dní a skupina starších zvířat 162 dní.

Mezi věkem před porážkou byl prokázán statisticky významný rozdíl. Živá hmotnost před porážkou byla vyšší u skupiny starších kanců – 117,6 kg, stejně jako hmotnost JUT – 93,2 kg a hmotnost slinných žláz – 34,8 kg. Mezi hmotnostmi slinných žláz byl prokázán statisticky významný rozdíl. U mladších kanců dosahovala průměrná hmotnost slinných žláz v průměru 23,3 g a u starších 34,8 g. Vyšší koncentrace skatolu i androstenonu v tuku byla zjištěna u skupiny starších kanců.

Tabulka 7 – Hodnoty sledovaných znaků u dvou věkově rozdílných skupin kanců

Ukazatelé	Věk (dny)			
	< 150 (n = 8)		> 150 (n = 4)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Věk před porážkou (dny)	148,3 ^A	0,500	162,1 ^B	10,842
Živá hmotnost (kg)	99,5	11,825	117,6	21,110
Hmotnost JUT (kg)	81,4	9,783	93,2	16,542
Hmotnost slinných žláz (g)	23,3 ^A	2,614	34,8 ^B	9,067
Skatol (μg/g)	0,042	0,022	0,183	0,136
Androstenon (μg/g)	3,678	2,327	4,233	1,836

průměry označené různými indexy jsou statisticky významné na hladině významnosti $P < 0,05$

V Tabulce 8 jsou uvedeny koncentrace androstenonu a jeho metabolitů ve slinách kanců u dvou rozdílných věkových skupin kanců. Koncentrace látek byla proměnlivá a ani v jednom případě nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi věkově odlišnými skupinami kanců.

Mladší skupina kanců vykazovala nejvyšší hladinu androstenonu při druhém odběru (0,009 μg/ml) a starší skupina při prvním odběru (0,012 μg/ml). Koncentrace α – androstenolu byla u obou věkových skupin kanců nejvyšší při druhém odběru, přičemž vyšší koncentrace dosáhla skupina mladších kanců (0,009 μg/ml) oproti starší skupině kanců (0,007 μg/ml). Následně koncentrace α – androstenolu klesala a při posledním odběru dosahovala nejnižších hodnot. V případě β – androstenolu byla u mladší skupiny kanců koncentrace nejvyšší při druhém odběru (0,024 μg/ml) a u starší skupiny kanců při prvním odběru (0,030 μg/ml), následně koncentrace klesala.

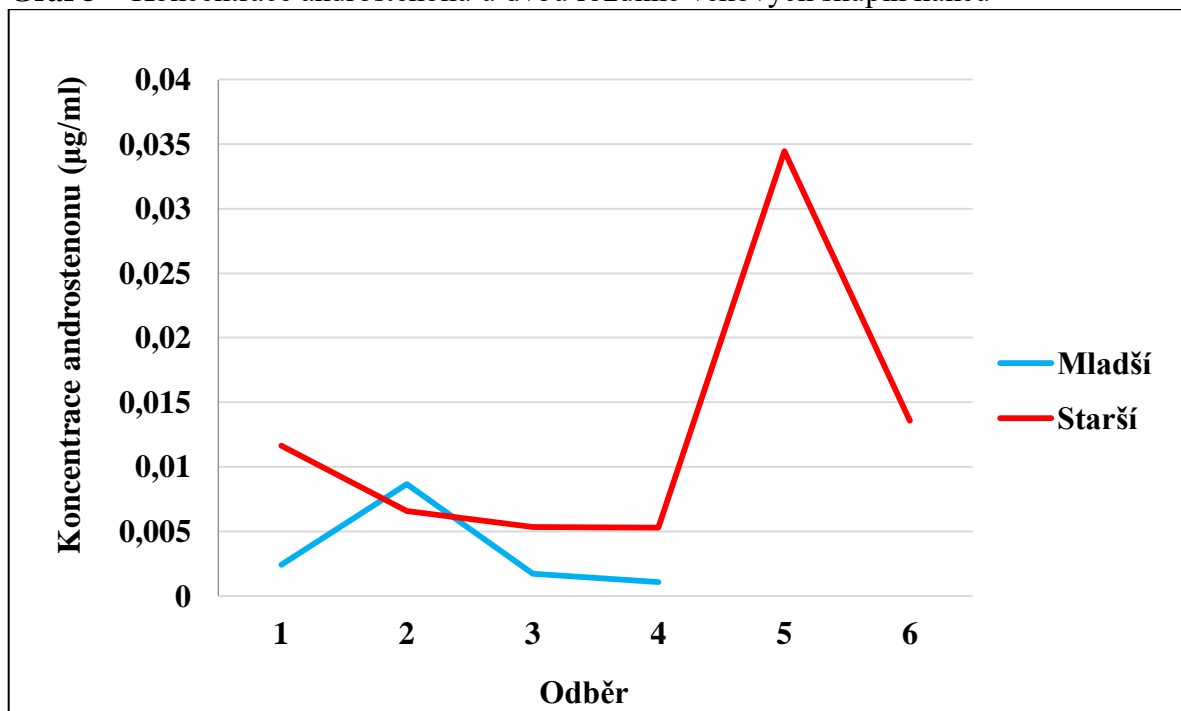
Tabulka 8 – Koncentrace stanovovaných látek u dvou věkově rozdílných skupin kanců

Měřené látky ($\mu\text{g/g}$)	Věk (dny)			
	< 150 (n = 8)		> 150 (n = 4)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
AND1	0,002	0,003	0,012	0,020
AND2	0,009	0,007	0,007	0,008
AND3	0,002	0,002	0,005	0,006
AND4	0,001	0,001	0,005	0,007
$\alpha 1$	0,017	0,005	0,030	0,027
$\alpha 2$	0,032	0,024	0,039	0,032
$\alpha 3$	0,016	0,005	0,022	0,020
$\alpha 4$	0,012	0,006	0,022	0,014
$\beta 1$	0,018	0,004	0,030	0,029
$\beta 2$	0,024	0,008	0,021	0,006
$\beta 3$	0,018	0,003	0,020	0,004
$\beta 4$	0,017	0,002	0,021	0,006

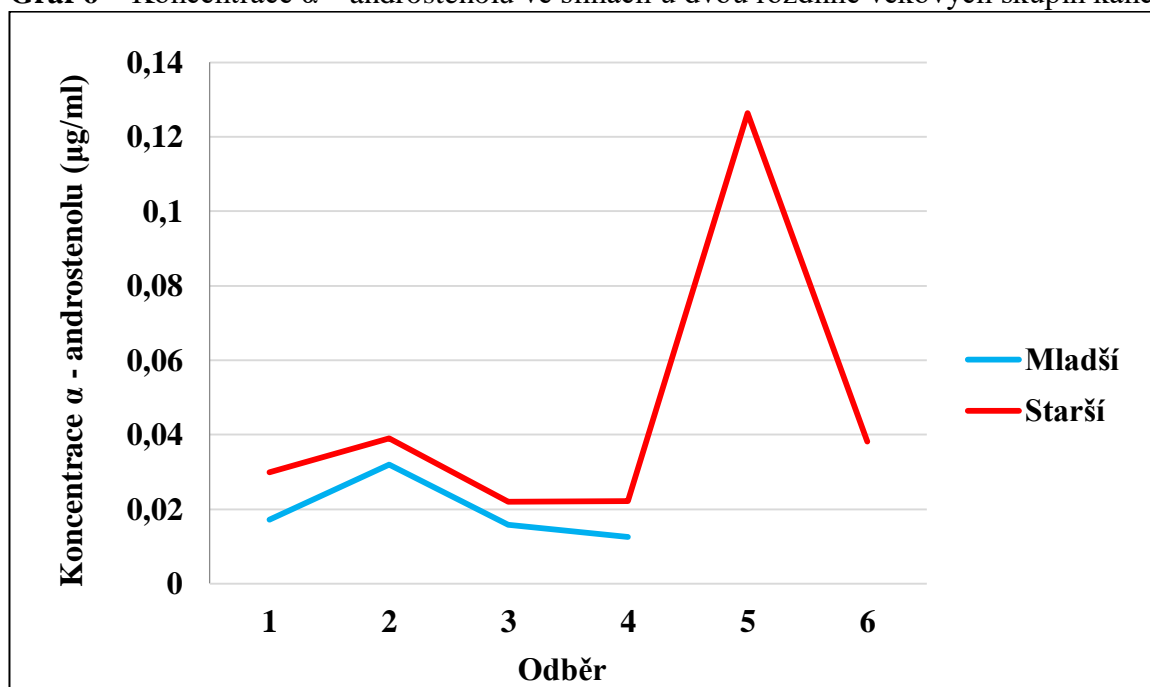
průměry označené různými indexy jsou statisticky významné na hladině významnosti $P < 0,05$

Tyto výsledky jsou doplněny Grafy 5, 6, 7, kde je graficky znázorněna proměnlivost výsledků jednotlivých látek. V grafech je pro ukázkou ponecháno všech 6 odběrů, a to z důvodu zvyšující se koncentrace sledovaných látek při pátém odběru, který byl společně se šestým odběrem proveden pouze u starší skupiny kanců.

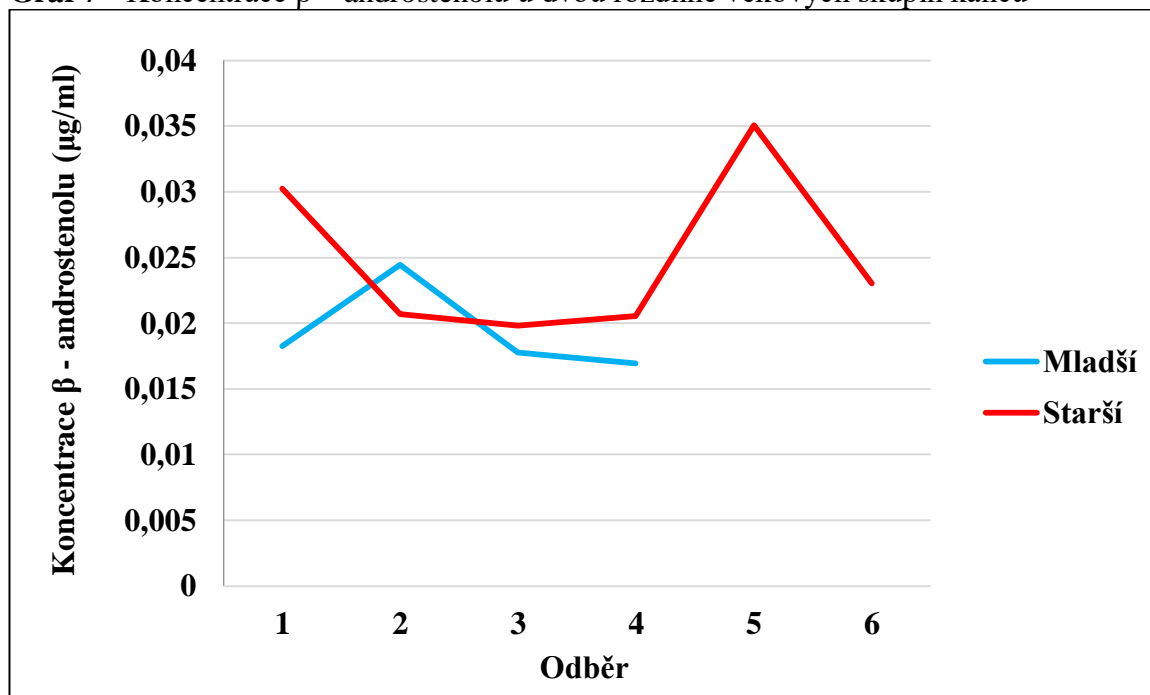
Graf 5 – Koncentrace androstenonu u dvou rozdílně věkových skupin kanců



Graf 6 – Koncentrace α – androstenolu ve slinách u dvou rozdílně věkových skupin kanců



Graf 7 - Koncentrace β – androstenolu u dvou rozdílně věkových skupin kanců



V Tabulce 9 jsou uvedeny korelace mezi sledovanými znaky a látkami během jednotlivých odběrů. Věk před porážkou pozitivně koreloval s androstenonem ve slinách, což znamená, že čím vyšší bude věk před porážkou, tím vyšší bude koncentrace androstenonu ve slinách kanců. Dále byla zjištěna pozitivní korelace mezi α – androstenolem a porážkovým věkem. V prvním odběru byla prokázána vysoká korelační závislost mezi porážkovým věkem α – androstenolem, ale ve čtvrtém odběru byla korelační závislost už nízká. Mezi β – androstenolem a porážkovým věkem byla prokázána záporná korelace ve dvou případech, to znamenalo, že čím vyšší by byl věk kanců před porážkou, tím nižší by byla koncentrace β – androstenolu.

Korelační závislost mezi živou hmotností před porážkou a androstenonem ve slinách vyšla ve většině případů kladně. To znamená, že s nárůstem živé hmotnosti kanců před porážkou by docházelo k nárůstu koncentrace androstenonu ve slinách. Toto však neplatí u živé hmotnosti a α – androstenolu, kde korelace zůstala v kladných hodnotách, avšak od prvního odběru postupně klesala a až při čtvrtém odběru se opět začala zvyšovat. Korelace mezi živou hmotností a β – androstenolem od prvního do čtvrtého odběru klesala a ve třetím odběru vyšla korelace záporná, která se opět při čtvrtém odběru opět zvýšila do kladných hodnot, ale stále byla závislost čtvrtého odběru nízká oproti prvnímu.

Korelační závislost mezi hmotností JUT a androstenonem včetně jeho metabolitů je obdobná jako v případě živé hmotnosti před porážkou a androstenonu. V případě androstenonu a hmotnosti JUT byla prokázána pozitivní korelace až na druhý odběr. Což znamená, že čím vyšší hmotnost JUT, tím vyšší hladina androstenonu. V případě hmotnosti JUT a α – androstenolu byla prokázána pozitivní korelace. Dále hmotnost JUT pozitivně korelovala s β – androstenolem kromě třetího odběru.

Hmotnost slinných žláz pozitivně korelovala s androstenonem, výjimkou je druhý odběr. To znamená, že čím bude vyšší hmotnost slinných žláz, tím bude vyšší koncentrace androstenonu ve slinách kanců. Dále byla prokázána pozitivní korelace mezi hmotností slinných žláz a hladinou α – androstenolu. V případě korelace β – androstenolu s hmotností slinných žláz byla prokázána korelace pozitivní.

Korelace mezi skatolem v tuku a androstenonem ve slinách vyšla velice proměnlivě. Korelační závislost se projevila jako nejvyšší u většiny odběrů jako pozitivní. Korelace mezi skatolem v tuku a α – androstenolem ve slinách dosahovala nízkých hodnot. Korelace skatolu s β – androstenolem vycházela obdobně jako v předchozím případě. Nejvyšší korelační závislost nastala při prvním odběru, ale i tak korelace byla velice nízká.

Korelační závislost mezi androstenonem v tuku a androstenonem ve slinách společně s jeho metabolity vyšla jako negativní. Korelace mezi androstenonem v tuku a androstenonem ve slinách vyšla pozitivně jen při prvním a čtvrtém odběru. Mezi α – androstenolem i β – androstenolem vyšla korelace s androstenonem v tuku pozitivně jen u prvního odběru, následující odběry vykazovaly záporné hodnoty, tedy α – androstenol i β – androstenol ve slinách nekoreluje s androstenonem v tuku kanců.

Tabulka 9 – Korelační závislost mezi sledovanými látkami a ukazateli

Měřené látky (µg/ml)	Věk před porážkou (dny)	Živá hmotnost (kg)	Hmotnost JUT (kg)	Hmotnost slinných žláz (g)	Skatol (µg/ml)	Androstenon (µg/ml)
AND1	0,440	0,311	0,276	0,144	0,289	0,300
AND2	0,026	-0,175	-0,157	-0,082	-0,209	-0,423
AND3	0,247	0,089	0,039	0,336	0,067	-0,266
AND4	0,593	0,421	0,367	0,564	0,349	0,190
α1	0,600	0,482	0,471	0,420	0,243	0,163
α2	0,420	0,299	0,313	0,394	-0,006	-0,249
α3	0,307	0,261	0,247	0,534	0,084	-0,173
α4	0,412	0,285	0,274	0,561	0,113	-0,234
β1	0,458	0,343	0,307	0,287	0,305	0,322
β2	-0,069	0,059	0,164	0,076	-0,283	-0,028
β3	0,079	-0,163	-0,175	0,225	0,068	-0,354
β4	-0,042	0,069	0,096	0,451	-0,091	-0,081

Korelační koeficienty označené tučně jsou statisticky průkazné $p < 0,5$

6 Diskuze

Peñaranda et al. (2017) ve své studii popisují vliv pohlavního dospívání na postupné tvoření feromonů ve slinách kanců, tedy hlavně androstenonu. S tím souhlasí i studie od Katkova et al. (1972) a doplňuje, že ve slinných žlázách kanců je v období pohlavního dospívání i v dospělosti velké množství androstenonu a jeho metabolitů – α – androstenolu β – androstenolu. Proto by nejvyšší koncentrace androstenonu ve slinách i v tuku měla nastat před porážkou, tedy ve věku, kdy kanci dosahují pohlavní dospělosti. Avšak sledovaní kanci, kteří byli použiti na výzkum, nedosahovali očekávaných výsledků, a to ani v případě vlivu plemene na koncentraci androstenonu ve slinách, ale zejména ani vlivu věku na koncentraci androstenonu ve slinách.

Průměrné koncentrace sledovaných látek dosahovaly nejvyšších hladin při pátém odběru a při šestém opět klesly. Tyto vysoké hladiny si lze vysvětlit přítomností říjících se prasniček ve stáji, přičemž říje stimuluje kance k nadměrnému slinění, a tedy i k vyššímu uvolňování feromonů (androstenon, α – androstenol, β – androstenol) do slin. To potvrzuje studie od Bootha (1987) a Goudeta et al. (2019), kteří popisují, že maximální slinění a uvolňování feromonů u kanců podporuje společné sdílení stáje s prasnicemi a naopak i slinění kanců podporuje dosažení puberty a říje u prasniček. V naší studii mohla být nižší koncentrace při šestém odběru způsobena odezněním říje u prasniček.

V této studii byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými skupinami ve věku před porážkou. Nejvyšších průměrných hodnot u většiny sledovaných ukazatelů dosahovalo plemeno Česká landrase, a to zřejmě díky nejvyššímu věku a hmotnosti před porážkou. U všech sledovaných látek se předpokládalo dosažení nejvyšších hodnot koncentrací při posledním odběru, tedy při nejvyšším věku a hmotnosti dosažené těsně před porážkou, ale tato studie prokázala, že výsledné koncentrace byly velice proměnlivé. Například u plemene Pietrian bylo dosaženo nejvyšší koncentrace androstenonu ve slinách při druhém odběru a tato hodnota je srovnatelná s hladinami androstenonu ve slinách při čtvrtém odběru u plemene Česká landrase. Tyto výsledky mohou být dány tím, že byla prokázána variabilita mezi plemeny a jejich užitkovými znaky. S tím se ztotožňuje studie od Pinarta & Puigmulého (2013), kteří mluví o variabilitě mezi plemeny v mnoha ukazatelích, jedná se především o věk při pohlavním dospívání, který se pohybuje v rozmezí od 3 do 7 měsíců. Proto si proměnlivé hladiny androstenonu lze vysvětlit tím, že je plemeno Pietrain dospívá pohlavně dříve oproti plemenu Česká landrase. To má za následek vyšší koncentraci androstenonu ve slinách u plemene Pietrain. Dále vyšší variabilitu zjištěných hladin androstenonu mohl způsobit čas odběru nebo přítomnost či nepřítomnost říje prasniček při některém odběru. Heyrman et al. (2018) tyto výsledky potvrzují a doplňují, že hladina látek způsobující kančí pach, tedy i hladinu androstenonu ve slinách a následně i v tuku koreluje právě s přítomností či nepřítomností prasniček ve stáji.

Dále byly ve studii hodnoceny skupiny mladších a starších kanců. Mladší skupina kanců dosahovala porážkového věku 148 dní a skupina starších kanců 162 dní. Předpokládalo se postupné zvyšování koncentrace sledovaných látek ve vztahu vzhledem k věku. Lervik et al. (2013) uvádí, že věk kanců je vhodný nástroj pro eliminaci hladiny androstenonu, kdy díky včasné indikaci nepříznivých látek jak už ve slinách nebo v tuku u sexuálně zralých kanců

zabrání vzniku kančího pachu. To se bohužel v naší studii nepotvrdilo, protože koncentrace stanovovaných látek byla velmi proměnlivá.

V případě látek α – androstenolu a β – androstenolu se vyšší, ale ne postupně stoupající, koncentrace projevila téměř ve všech případech u starší skupiny zvířat. Tato vysoká koncentrace mohla být způsobena právě vyšším věkem, tedy i nástupem pohlavního dospívání oproti mladší skupině kanců, dále přítomností prasniček ve stáji, které byly poraženy dříve než kanci, a to mohlo mít za následek pokles koncentrace sledovaných látek při šestém odběru. Toto tvrzení doplňuje studie od Bonneau (2006) a Moore et al. (2017), kteří mluví o vlivu hmotnosti kanců, která přímo souvisí i s věkem. Toto potvrzuje i naše studie, kde byly v některých případech vyšší koncentrace α – androstenolu a β – androstenolu u starších kanců.

Korelace mezi sledovanými ukazateli a jednotlivými odběry slin byla velmi proměnlivá. Byla zjištěna pozitivní korelace mezi hmotností slinných žláz a hladinami androstenonu při jednotlivých odběrech. Dá se tedy předpokládat, že čím vyšší hmotnost slinných žláz bude, tím bude vyšší koncentrace androstenonu a jeho metabolitů ve slinách kanců. To potvrzuje i studie od Babola et al. (2002), kde je uvedeno, že velikost slinné žlázy ovlivňuje hladinu androstenonu, a proto je možné sliny použít pro odhad kančího pachu.

Dále naše studie potvrdila pozitivní korelaci mezi porážkovým věkem a hladinami androstenonu, α – androstenolu a β – androstenolu při jednotlivých odběrech. Tuto pozitivní korelaci lze nejlépe vysvětlit tím, že čím vyšší bude věk před porážkou, tím bude vyšší koncentrace androstenonu a jeho metabolitů ve slinách kanců. Tyto výsledky potvrzuje ve své studii Booth (1982), který ve svém výzkumu popisuje vlastnost kapalných feromonů, které jsou lipofilní, jako například androstenon, který se díky tomu dostává z tuku do slin dospělých kanců. Což má za následek postupné zvyšování androstenonu ve slinách a zároveň pozitivní korelaci s věkem kanců.

Dále bylo v naší studii zjištěno, že androstenon v tuku negativně koreluje s androstenonem a jeho metabolity ve slinách. To znamená, že čím vyšší bude hladina androstenonu v tuku, tím nižší bude hladina androstenonu ve slinách a naopak. Tyto výsledky doplňuje studie Booth (1982), který prokázal, že se androstenon do slin dostává pomocí syntézy z tuku kanců až v pozdějším věku.

Dále naše výsledky ukázaly, že v případě β – androstenolu jsou korelace vůči sledovaným ukazatelům často v záporných hodnotách oproti androstenonu a α – androstenolu. Tyto výsledky mohou být vysvětleny potlačováním syntézy β – androstenolu, například vyšší produkcí androstenonu a α – androstenolu slinnými žlázami. Nebo může být β – androstenol spíše sekundárním metabolitem oproti α – androstenolu. Ve studii od Brookse & Pearsona (1986) se potvrzují tyto výsledky a doplňují, že existují teorie, které nejsou doposud ověřené a týkají se převládání α – androstenolu oproti β – androstenolu nebo i naopak, a je to zřejmé dáno tím, že α – androstenol se syntetizuje hlavně ve slinách a β – androstenol ve varlatech. Současně také prokázali nejvyšší syntézu androstenonu a jeho metabolitů – α – androstenolu, β – androstenolu ve slinné žláze kanců, která klesá například v případě kastrace kanců nebo nepřítomnosti prasniček ve stáji.

7 Závěr

- V dnešní době je aktuálním tématem problematika kančího pachu, se kterou úzce souvisí možný zákaz chirurgické kastrace bez anestezie. Proto jsou vítány všechny inovativní výzkumy vedoucí ke snížení hladiny kančího pachu. Cílem diplomové práce bylo stanovit hladiny androstenonu u kanců ve vztahu k pohlavnímu dospívání. A dále potvrdit či vyvrátit hypotézy: 1. S rostoucím věkem a hmotností kanců roste hladina androstenonu ve slinách; 2. Hladina androstenonu ve slinách stoupá kontinuálně až do doby dosažení pohlavní dospělosti. Jednou z hlavních složek způsobujících kančí pach je androstenon, který je produkován nejen varlaty, ale i slinnými žlázami a poté uvolňován do slin. Proto byly sliny kanců zvoleny jako vhodná neinvazivní metoda pro detekci androstenonu a s tím spojeného kančího pachu. Protože v naší studii byly vyšší hladiny androstenonu prokázány ve většině případů u nejstarších zvířat, byla hypotéza 1 částečně potvrzena. Dalším předpokladem této studie bylo, že hladina androstenonu bude kontinuálně stoupat do doby dosažení pohlavní dospělosti, ale hladiny androstenonu byly velmi proměnlivé u všech zvířat, čímž byla hypotéza 2 vyvrácena.
- Ve výzkumu byly navíc zahrnuty i možné rozdíly mezi plemeny – České bílé ušlechtilé, Česká landrase a Pietrain, které by mohly pomoci při řešení kančího pachu díky hybridizaci plemen, která by mohla kančí pach eliminovat.
- Vysoká variabilita hladin androstenonu mohla být způsobena dobou odběru, kdy v některých případech mohli být kanci v odpočinkovém režimu, a nemuselo docházet k nadměrné produkci slin nebo při některých odběrech mohla být přítomna říje u prasniček, které byly ve společné stáji s kanci, a proto byly koncentrace sledovaných látek při některých odběrech vysoké.
- Po zdokonalení způsobu odběru slin a sjednocení věku kanců, by mohla být tato metoda velice perspektivní pro včasnou detekci androstenonu, tedy pro diagnostiku kančího pachu, který díky svému nepříjemnému zápachu a chuti může být velkou překážkou pro konzumenty vepřového masa. Mimo jiné je tato metoda vhodná alternativa po zrušení chirurgické kastrace bez anestezie, díky zachování welfare zvířat, které je v současné době často diskutovaným problémem.

8 Literatura

- Aluwé M, Bekaert KM, Tuyttens FAM, Vanhaecke L, De Smet S, De Brabander HF, De Brabander DL, Millet S. 2011b. Influence of soiling on boar taint in boars. *Meat Science* **87**: 175 – 179.
- Aluwé M, Degezelle I, Depuydt L, Fremaut D, Van de Broeke A, Millet S. 2016. Immunocastrated male pigs: effect of 4 v. 6 weeks time post second injection on performance, carcass quality and meat quality. *Animal* **10**: 1466 – 1473.
- Aluwé M, Millet S, Bekaer KM, Tuyttens FAM, Vanhaecke L, De Smet S, De Brabander DL. 2011a. Influence of breed and slaughter weight on boar taint prevalence in entire male pigs. *Animal* **5**: 1283 – 1289.
- Aluwé M, Millet S, Nijs G, Tuyttens FAM, Verheyden K, De Brabander HF, De Brabander DL, Van Oeckel MJ. 2009. Absence of an effect of dietary fibre or clinoptilolite on boar taint in entire male pigs fed practical diets. *Meat Science* **82**: 346 – 352.
- Aluwé M, Tuyttens FAM, Millet S. 2014. Field experience with surgical castration with anaesthesia, analgesia, immunocastration and production of entire male pigs: performance, carcass traits and boar taint prevalence. *Animal* **9**: 500 – 508.
- Annor-Frempong IE, Nute GR, Whittington FW, Wood JD. 1997. The Problem of Taint in Pork–II. The Influence of Skatole, Androstenone and Indole, Presented Individually and in Combination in a Model Lipid Base, on Odour Perception. *Meat Science* **47**: 49 – 61.
- Babol J, Squires EJ, Gullett EA. 2002. Factors affecting the level of boar taint in entire male pigs as assessed by consumer sensory panel. *Meat science* **61**: 33 – 40.
- Batorek N, Čandek-Potokar M, Bonneau M, Van Milgen J. 2012. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal* **6**: 1330 – 1338.
- Baumgartner J, Laister S, Koller M, Pfützner A, Grodzycki M, Andrews S, Schmoll F. 2010. The behaviour of male fattening pigs following either surgical castration or vaccination with a GnRF vaccine. *Applied Animal Behaviour Science* **124**: 28 – 34.
- Bernardy J. 2010. Kastrace prasat jako evropské dilema. *Veterinářství*. Available from <https://www.vetweb.cz/kastrace-prasat-jako-evropske-dilema/> (accessed February 2020).
- Bone C, Anderson C, Lou Y, Squires EJ. 2019. The characterization of androstenone transport in boar plasma. *Molecular Biology* **185**: 218 – 224.
- Bonneau M, Weiler U. 2019. Pros and Cons of Alternatives to Piglet Castration: Welfare, Boar Taint, and Other Meat Quality Traits. *Animals* **9**: 884.
- Bonneau M. 2006. Factors affecting the level of androstenon. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**: S7.
- Booth WD. 1982. Testicular steroids and boar taint. In *Control of Pig Reproduction* 25 – 48.
- Booth WD. 1987. Factors affecting the pheromone composition of voided boar saliva. *Journal of Reproduction & Fertility Ltd* **81**: 427 – 431.

- Brooks RI & Pearson AM. 1986. Steroid Hormone Pathways in the Pig, with Special Emphasis on Boar Odor: A Review. *Journal of Animal Science* **62**: 632 - 645
- Brunius C, Zamaratskaia G, Andersson K, Chen G, Norrby M, Madej A, Lundstrom K. 2011. Early immunocastration of male pigs with Improvac[®] – Effect on boar taint, hormones and reproductive organs. *Vaccine* **29**: 9514 – 9520.
- 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*. **3**: 289 –305.
- Čechová M. 2015. Reprodukční a produkční užitkové vlastnosti prasat. Chov zvířat. Available from <http://www.chovzvirat.cz/clanek/714-reprodukcni-a-produkcni-uzitkove-vlastnosti-prasat/> (accessed November 2019).
- D' Souza DN, Dunshea FR, Hewitt RJE, Luxford BG, Meaney D, Schwenke F, Smits RJ, van Barneveld RJ. 2011. High boar taint risk in entire male carcasses. *Manipulating Pig Production XIII. Australasian Pig Science Association* 259.
- 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 FM, Wood JD, McGivan JD. 2004. Characterisation of androstenone metabolism in pig liver microsomes. *Chemico – Biological Interactions* **147**: 141 – 149.
- Dostálová A, Koucký M. 2008. Metodika: Výkrm kanečků v podmínkách ekologického zemědělství. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha – Uhřetěves
- Flowers WL. 2009. Selection for boar fertility and semen quality–the way ahead. *Society of reproduction and Fertility supplement* **66**: 67 – 78.
- Font – Furnols M, Gispert M, Diestre A, Oliver MA. 2003. Acceptability of boar meat by consumers depending on their age, gender, culinary habits, and sensitivity and appreciation of androstenone odour. *Meat Science* **64**: 433 – 440.
- Fuchs T, Thun R, Parvizi N, Nathues H, Koehrmann A, Andrews S, Brock F, Klein G, Sudhaus N, Grosse Beilage E. 2009. Effect of a gonadotropin–releasing factor vaccine on follicle–stimulating hormone and luteinizing hormone concentrations and on the development of testicles and the expression of boar taint in male pigs. *Theriogenology* **72**: 672 – 680.
- Gadea J. 2005. Sperm factors related to in vitro and in vivo porcine fertility. *Theriogenology* **63**: 431 – 444.
- Gonzalez–Peña D, Knox RV, Rodriguez–Zas SL. 2016. Contribution of semen trait selection, artificial insemination technique, and semen dose to the profitability of pig production systems. *Theriogenology* **85**: 335 – 344.
- Goudet G, Liere P, Pianos A, Fernandez N, Cambourg A, Savoie J, Staub C, Venturi E, Douet C, Ferchaud S, Maupertuis F, Roinsard A, Boulot S, Prunier A. 2019. Evolution of steroid concentrations in saliva from immature to pubertal gilts for the identification of biomarkers of gilts receptivity to boar effect. *Livestock Science* **228**: 5 – 17.
- Graeme T, Roese G. 2006. Basic pig husbandry – the boar. *NSW Department of Primary Industries* **69**: 1 – 4.

- Grindflek E, Berget I, Moe M, Oeth P, Lien S. 2010. Transcript profiling of candidate genes in testis of pigs exhibiting large differences in androstenone levels. *BMG Genetics* **11**: 4.
- Grindflek E, Meuwissen TH, Aasmundstad T, Hamland H, Hansen MH, Nome T, Kent M, Torjesen P, Lien S. 2011. Revealing genetic relationships between compounds affecting boar taint and reproduction in pigs. *Journal of Animal Science* **89**: 680 – 692.
- Habert R, Lejeune H, Saez JM. 2001. Origin, differentiation and regulation of fetal and adult Leydig cells. *Molecular and Cellular Endocrinology* **179**: 47 – 74.
- Havlicek J, Murray AK, Saxton TK. 2010. Current issues in the study of androstenes in human chemosignaling. *Vitamins and hormones: pheromones* **83**: 47 – 81
- Heyrman E, Kowalski E, Millet S, Tuytens FAM, Ampe B, Janssens S, Buys N, Wauters J, Vanhaecke L, Aluwé M. 2019. Monitoring of behavior, sex hormones and boar taint compounds during the vaccination program for immunocastration in three sire lines. *Research in Veterinary Science* **124**: 293 – 302.
- Heyrman E, Millet S, Tuytens FAM, Ampe B, Janssens S, Buys N, Wauters J, Vanhaecke L, Aluwé M. 2018. On farm intervention studies on reduction of boar taint prevalence: Feeding strategies, presence of gilts and time in lairage. *Research in Veterinary Science* **118**: 508 – 516.
- Hovorka F, Sidor V, Smíšek V. 1987. Chov prasat. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Jensen BB. 2006. Prevention of boar taint in pig production. Factors affecting the level of skatole. *Acta Veterinaria Scandinavia*. Norway.
- Jensen MT, Cox RP, Jensen BB. 1995a. 3-Methylindole (Skatole) and Indole Production by Mixed Populations of Pig Fecal Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. **61**: 3180 – 3184.
- Jensen MT, Cox RP, Jensen BB. 1995b. Microbial production of skatole in the hindgut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat. *Animal Science* **61**: 293 – 304.
- Katkov T, Booth WD, Gower DB. 1972. The metabolism of 16-androstenes in boar salivary glands. *Biochimica et Biophysica Acta* **270**: 546 – 556.
- Knox RV, Miller GM, Willenburg KL, Rodriguez-Zas SL. 2002. Effect Of Frequency Of Boar Exposure And Adjusted Mating Times On Measures Of Reproductive Performance In Weaned Sows. *Journal Of Animal Science* **80**: 892 – 899.
- Kress K, Millet S, Labussière É, Weiler U, Stefanski V. 2019. Sustainability of Pork Production with Immunocastration in Europe. *Sustainability* **11**: 3335.
- Kulovaná E. 2001. Chov a ošetřování pohlavně aktivních kanců. *Náš chov*. Available from: <https://www.naschov.cz/chov-a-oseetrovani-pohlavne-aktivnich-kancu/> (accessed November 2019)
- Lanthier F, Lou Y, Squires EJ. 2007. Skatole metabolism in the intact pre-pubescent male pig: The relationship between hepatic enzyme activity and skatole concentrations in plasma and fat. *Livestock Science* **106**: 145 – 153.

- Lervik S, Oskam I, Krogenaes A, Andresen O, Dahl E, Haga HA, Tajet H, Olsaker I, Ropstad E. 2013. Androstenone and testosterone levels and testicular morphology of Duroc boars related to estimated breeding value for androstenone. *Theriogenology* **79**: 986 – 994.
- Levis D, Leibbrandt V, Rozeboom D. 1997. Development of Gilts and Boars for Efficient Reproduction. *Pork Industry Handbook*. Available from: <http://digitalcommons.unl.edu/animalscifacpub/619> (accessed November 2019)
- Levis GD, Reicks LD. 2005. Assessment of sexual behavior and effect of semen collection pen design and sexual stimulation of boars on behavior and sperm output—a review. *Theriogenology* **63**:630 – 642.
- Lunde K, Skuterud E, Hersleth M, Egelanddal B. 2010. Norwegian consumers' acceptability of boar tainted meat with different levels of androstenone or skatole as related to their androstenone sensitivity. *Meat Science* **86**: 706 – 711.
- Mathur PK, Napel J, Bloemhof, Heres L, Knol EF, Mulder HA. 2012. A human nose scoring system for boar taint and its relationship with androstenone and skatole. *Meat Science* **91**: 414 – 422.
- Matthews KR, Homer DB, Punter P, Béague MP, Gispert M, Kempster AJ. 2000. An International study on the importance of androstenone, skatole for boar taint: III, Consumer survey in seven European countries. *Meat Science* **54**: 271 – 283.
- McGlone JJ. 2019. Multi – Farm Analyses Indicate a Novel Boar Pheromone Improves Sow Reproductive Performance. *Animals* **9**: 37.
- Meier–Dinkel L, Ahmad RS, Tholen E, Frieden L, Bücking M, Wicke M, Mörlein D. 2013. Sensory evaluation of boar loins: Trained assessors' olfactory acuity affects the perception of boar taint compounds. *Meat Science* **94**: 19 – 26.
- Meneses MJ, Martins AD. 2019. Hormonal Control of Male Reproductive Function. *Andrology: Current and Future Developments – Biochemistry of Andrology* **28**: 126 – 153.
- Mikkelsen LL, Naughton PJ, Hedemann MS, Jensen BB. 2004. Effects of physical properties of feed on microbial ecology and survival of *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium in the pig gastrointestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology* **70**: 3485 – 3492.
- Millet S, Gielkens K, De Brabander D, Janssens GPJ. 2011. Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. *Animal* **5**: 1119 – 1123.
- Moore KL, Mullan BP, Dunshea FR. 2017. Boar taint, meat quality and fail rate in entire male pigs and male pigs immunized against gonadotrophin releasing factor as related to body weight and feeding régime. *Meat Science* **125**: 95 – 101.
- Nassar GN, Raudales F, Leslie SW. 2018. Physiology, Testosterone. National Center for Biotechnology Information. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526128/> (accessed November 2019).
- Nielsen SS, Hansen LL, Byrne DV. 2007. Sensory emphasis on pork quality related to the diet content of fermentable fibre–rich feedstuffs (chicory and lupine) with special emphasis on the effect on boar taint. Faculty of Life Sciences Copenhagen, Denmark

- Oberlender G, Murgas LDS, Zangeronimo MG, Silva AC, Pereira LJ. 2012. Influence of Ejaculation Time on Sperm Quality Parameters in High Performance Boars. *Journal of Animal Science Advances*, **2**: 499 – 509.
- Onk HB, Turkstra JA, Schaaper WMM, Erkens JHF, Schuitemaker–de Weerd, Van Nes A, Verheijden JHM, Meloen RH. 1998. New GnRH–like peptide construct to optimize efficient immunocastration of male pigs by immunoneutralization of GnRH. *Vaccine* **16**: 1074 – 1082.
- Peñaranda I, Garrido MD, Egea M, Díaz P, Álvarez D, Oliver MA, Linares MB. 2017. Sensory perception of meat from entire male pigs processed by different heating methods. *Meat Science* **134**: 98 – 102.
- Petrović M, Popović LJ, Radojković D, Teodorović M. 1994. Uticaj genetskih i faktora okoline na plodnost nerastova. *Biotehnologija u stočarstvu* **10**: 20 – 27.
- Pinart E, Puigmulé M. 2013. Factors affecting boar reproduction testis function, and sperm qualit. *Boar Reproduction: Fundamentals and New Biotechnological Trends* 109 – 111.
- Prunier A, Bonneau M, von Borell EH, Cinotti S, Gunn M, Fredriksen B, Giersing M, Morton DB, Tuytens FAM, Velarde A. 2006. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non–surgical methods. *Animal Welfare* **15**: 277 – 289.
- Pulkrábek J, Čerovský 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, s.r.o. Praha.
- Reece WO. 2010. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada, Praha.
- Robic A, Fève K, Riquet J, Prunier A. 2016. Transcript levels of genes implicated in steroidogenesis in the testes and fat tissue in relation to androstenone accumulation in fat of pubertal pigs. *Domestic Animal Endocrinology* **57**: 1 – 9.
- Robinson JAB, Buhr MM. 2005. Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology* **63**: 668 – 678.
- Rothschild FM, Ruvinsky A. 2011. The genetics of the pig. *CAB International* **2**: 1 – 507.
- Říha, J, Čerovský J, Matoušek V, Jakubec V, Kvapilík J, Pražák Č. 2001. Reprodukce v procesu šlechtění prasat. *Asociace chovatelů masných plemen*. Rapotín.
- Savić R, Marcos RA, Petrović M, Radojković D, Radović Č, Gogić M. 2017. Fertility of Boars – what is important to know. *Biotechnology in Animal Husbandry* **33**: 135 – 149.
- Savić R, Petrović M, Radojković D, Radović Č, Parunović N, Popovac M, Gogić M. 2015. Ejaculate properties and reproductive efficiency of Large White boars during exploitation. *Biotechnology in Animal Husbandry* **31**: 397 – 405.
- Savić R, Petrović M, Radojković D, Radović Č, Parunović N. 2013. The Effect of Breed, Boar and Season on some Properties of Sperm. *Biotechnology in Animal Husbandry* **29**: 299 – 310.
- Simoni M, Weinbauer GF, Gromoll J, Nieschlag E. 1999. Role of FSH in male gonadal function. *Annales d'endocrinologie* **60**: 102 – 106.
- Smítal J. 2009. Effects influencing boar semen. *Animal reproduction*, **110**: 335 – 346.

- Smítal J. 1998. Heterospermní inseminace a hodnocení plodnosti kanců. *Náš chov* **11**: 25–26.
- Smítal J. 2016. Vlivy působící na plodnost kanců. *Agromagazín*. **9**: 5 – 8.
- Soede NM. 1992. Boar stimuli around insemination affect reproductive processes in pigs: A review. *Animal Reproduction Science* **32**: 107 – 125.
- Sonderman JP, Luebke JJ. 2008. Semen production and fertility issues related to differences in genetic lines of boars. *Theriogenology* **70**: 1380 – 3.
- Squires EJ. 2003. *Applied Animal Endocrinology*. CABI Publishing. Cambridge. *stočarstvu* **10**: 20 – 27.
- Stupka R., Šprysl M, Čítek J. 2013. *Základy chovu prasat*. Nakladatelství Poweprint. Praha.
- Tajet H, Andresen O, the Meuwissen. 2006. Estimation of genetic parameters of boar taint, skatole and androstenone and their correlations with sexual maturation. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**:S9.
- Václavková E. 2013. O optimální výživě plemenných kanců. *Zemědělec*. Available from <https://www.zemedelec.cz/o-optimalni-vyzive-plemennych-kancu/> (accessed December 2019)
- Verheyden K, Noppe H, Aluwé M, Millet S, Bussche Vanden J, De Brabander HF. 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, Font – Furnols M, Fischer K, Kemmer H, Oliver MA, Gispert M, Dobrowolski A, Claus R. 2000. Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstenone on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations. *Meat Science* **54**: 297 – 304.
- Wesoly R, Stefanski V, Weiler U. 2016. Influence of sampling procedure, sampling location and skin contamination on skatole and indole concentrations in adipose tissue of pigs. *Meat Science* **111**: 85 – 91.
- Wesoly R, Weiler U. 2012. Nutritional Influences on Skatole Formation and Skatole Metabolism in the Pig. *Animals* **2**: 221–242.
- Wesoly R, Jungbluth I, Stefanski V, Weiler U. 2015. Pre-slaughter conditions influence skatole and androstenone in adipose tissue of boars. *Meat Science* **99**: 60 – 67.
- Willeke H. 1993. Possibilities of breeding for low 5 α -androstenone content in pigs. *Pig News and Information* **14**: 31 – 33.
- Wolf J, Smítal J. 2014. Quantification of factors affecting semen traits in artificial insemination boars from animal model analyses. *Institute of Animal Science* **87**: 1620 – 1627.
- Zammerini D, Wood JD, Whittington FM, Nute GR, Hughes SJ, Hazzledine M, Matthews K. 2012. Effect of dietary chicory on boar taint. *Meat Science* **91**: 396 – 401.
- Zeng XY, Turkstra JA, Tsigos A, Meloen RH, Liu XY, Chen FQ, Schaaper WMM, Oonk Ria HB, Guo DZ, van de Wiel DF. 2002. Effects of active immunization against GnRH on serum LH, inhibin A, sexual development and growth rate in Chinese female pigs. *Theriogenology* **58**: 1315 – 1326.

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

AND – Androstenon

ČBU – České bílé ušlechtilé prase

ČL – Česká landrase

FSH – Folikulostimulční hormon

IND – Indol

JUT – Jatečně upravený trup

LH – Luteinizační hormon

Pn – Pietrain

SKA - Skatol

