

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



Analýza kančího pachu

Bakalářská práce

Autor: Dominika Pecoldová

Obor studia: Speciální chovy

Vedoucí práce: Ing. Monika Okrouhlá, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza kančího pachu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24. 6. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za odborné rady a vedení mé bakalářské práce. Zároveň bych ráda poděkovala Ing. Kateřině Folbrechtové za užitečné připomínky a tématickou diskuzi.

Analýza kančího pachu

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou kančího pachu se zaměřením na využívané metody jeho eliminace.

V práci je popsána kančí pohlavní soustava, která je s problematikou kančího pachu úzce spojena. Dále je zde charakteristika vepřového masa včetně hlavních faktorů, které ovlivňují jeho kvalitu. Mezi tyto faktory patří genetické založení, intramuskulární tuk, výživa, ustájení, doprava nebo zacházení se zvířaty.

Kančí pach je aktuálním problémem v chovu prasat. Je způsoben androstenonem, skatolem a částečně také indolem. Obsah těchto látek se v organismu zvyšuje s pohlavní dospělostí prasat. Společně tyto látky znehodnocují vepřové maso, jelikož tvoří jeho nepříjemný zápach. V současné době je otázkou, jakým způsobem nahradit stávající, nejčastěji využívanou metodu snižování kančího pachu – chirurgickou kastraci bez anestezie. Tato metoda je považována za bolestivou a v nesouladu se zvířecím welfare. I přes doporučený zákaz chirurgické kastrace bez anestezie Evropskou komisí, mnoho států tuto metodu praktikuje a je stále nejvíce využívanou v evropských chovech.

Cílem této práce bylo popsat nejvhodnější možné alternativy k chirurgické kastraci selat, které by byly šetrné ke zvířatům a zároveň ekonomicky výhodné. Aktuálně existují 3 hlavní alternativní metody ke snížení kančího pachu, které by mohly být v budoucnu využívány. Mezi zmíněné metody patří kastrace s použitím analgetik a anestetik, imunokastrace nebo výkrm kanců do pohlavní dospělosti.

Chirurgická kastrace s anestézií a analgezií je pro selata šetrnější díky zmírněné bolesti. I přes její využívání mnoha státy, není tato metoda chovateli oblíbená. Spousta chovatelů k tomuto řešení nepřistupuje z důvodu zvyšujících se nákladů na ošetření zvířat.

Imunokastrace s výkrmem kanečků do pohlavní dospělosti se zdají být v budoucnu optimálním řešením. Výhoda chovu kanečků spočívá v jejich lepší růstové intenzitě, využití krmiva a vyšší zmasilosti oproti ostatním kategoriím. Na druhé straně mají kanci oproti kastrátům výrazně agresivnější chování a mohou se navzájem zraňovat. Z tohoto důvodu je chov kanečků pro chovatele obtížnější a zůstává tedy otázka, jak podmínky ustájení přizpůsobit, aby ke zraněním samců nedocházelo. Imunokastrace vede ke zlepšení životních podmínek prasat včetně lepší kvality masa a ekonomickému zisku, což může v Evropě přispět k udržitelnosti produkce vepřového masa. Přesto, že imunokastrace agresivní chování u samců potlačuje, i tato metoda má své nevýhody. Je zde možné riziko vzniku anafylaktického šoku a pro chovatele je finančně nákladnější.

Klíčová slova: prase, kanec, kančí pach, vepřové maso

Analysis of boar taint

Summary

This bachelor thesis deals with the analysis of boar taint with focus on used methods of elimination.

Boar reproductive system, which is closely connected to the boar taint, is described in the thesis. There is also a characteristic of pork meat including main factors affecting its quality. These factors include genetic foundation, intramuscular fat, nutrition, stabling, transportation and animal treatment.

Boar taint is a current problem in pig breeding. It is caused by androstenone, skatole and partially also indole. Levels of these substances in organism are increasing with sexual maturity of pigs. Together, these substances degrade the pork meat, because they create unpleasant smell. The current question is how to replace most commonly used technique of lowering the boar taint – surgical castration without anesthesia. This method is considered painful and inconsistent with animal welfare. Despite the technique being recommended banned by the European commission, a lot of countries still use this technique and it is still the most used technique in European breeding.

The goal of this thesis is to describe the most suitable possible alternatives to surgical castration of piglets, which would be gentle to animals and would also be economically advantageous. There are currently 3 main alternative methods to decrease the boar taint, which could be used in the future. Among these methods are castration with use of analgetics and anesthetics, immunocastration or fattening of boars to sexual maturity.

Surgical castration with anesthesia and analgesia is more gentle to piglets thanks to pain relieving. Despite the technique being used in lot of countries, it is not favoured by breeders. Many breeders decline to use this technique, because the costs to treat animals are higher.

Immunocastration and fattening of boars to sexual maturity seems to be optimal solution for the future. The advantages of the fattening are better growth intensity, use of feed and higher meatiness in contrast to other categories. On the other hand the boars have significantly more aggressive behaviour in comparison to castrates and they can hurt each other. This causes this technique to be more difficult for breeders and it raises a question how to adjust conditions of stabling so the males would not hurt each other. The immunocastration leads to improvement of living conditions of pigs including higher quality of meat and economic profit, which could contribute to sustainability of production of pork meat. This method also has disadvantages despite suppressing the aggressive behaviour. There is a possible risk of anaphylactic shock and it is more expensive for breeders.

Keywords: pig, boar, boar taint, pork meat

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Cíl práce.....	8
3	Literární rešerše	9
3.1	Vepřové maso	9
3.1.1	Hlavní faktory působící na kvalitu vepřového masa	9
3.1.2	Jakostní odchylky	11
3.2	Pohlavní soustava kanců.....	11
3.2.1	Plodnost kanců.....	13
3.3	Kančí pach.....	13
3.3.1	Androstenon	14
3.3.2	Skatol	15
3.3.3	Indol	15
3.4	Metody stanovení kančího pachu	16
3.4.1	Objektivní metody	16
3.4.2	Senzorické hodnocení	16
3.4.2.1	Elektronický nos	16
3.5	Metody snižování kančího pachu	17
3.5.1	Výkrm kanečků.....	17
3.5.1.1	Porážka v nižším věku.....	17
3.5.1.2	Eliminace výživou	18
3.5.1.3	Čistota prostředí.....	20
3.5.2	Imunovakcinace	20
3.5.3	Chirurgická kastrace.....	23
3.5.3.1	Kastrace bez anestezie	23
3.5.3.2	Kastrace s anestezí	24
3.5.4	Sexace spermíí	25
3.5.5	Metody snižování kančího pachu využívané v Evropě	27
4	Závěr	30
5	Literatura.....	31
6	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	35
7	Seznam tabulek a obrázků.....	36
7.1	Seznam tabulek	36
7.2	Seznam obrázků	36

1 Úvod

Živočišná výroba a zejména chov prasat má u nás i ve světě významnou roli, především kvůli potřebné živočišné bílkovině v lidské výživě. Čím dál tím vyšší jsou nároky na produkci vepřového masa a současně vyhovující welfare zvířat.

V dnešní době je v České republice spotřeba vepřového masa odhadována na 50 % z celkového příjmu masa, tedy 42 kg masa na osobu za rok. Chov prasat je globálně tlačěn do nižších cen za kilogram masa. Tento tlak působí na celou ekonomiku chovu, která hledá řešení umožňující snížení nákladů na jednotku produkce.

Aktuálním problémem v chovu prasat je také otázka, jak zabránit vzniku kančího pachu znehodnocující vepřové maso, který je zapříčiněn látkami androstenonem, skatolem a indolem. Nejvýhodnější metodou se zdá být chov kanečků, jelikož mají lepší růstovou intenzitu, využití krmiva a zmasilost oproti ostatním kategoriím. Těchto vlastností dosahují díky androstenonu, vznikajícího z testosteronu.

Návrh Evropské komise z roku 2010 obsahuje doporučení zákazu chirurgické kastrace prasat od roku 2018. Přestože podepsání tohoto dokumentu je dobrovolné, pod tlakem veřejnosti se tento požadavek pravděpodobně uzákoní. Legislativně je tato metoda zakázána již v mnoha zemích, jako je například Dánsko, Nizozemsko nebo Německo (Prýmas 2015).

V současné době existují 3 hlavní alternativní metody ke snížení kančího pachu, které by mohly v budoucnu nahradit stále současně nejvíce využívanou chirurgickou kastraci. Mezi zmíněné metody patří kastrace s použitím analgetik a anestetik, imunokastrace nebo výkrm kanců do pohlavní dospělosti (Weiler & Bonneau 2019).

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo literární zpracování analýzy kančího pachu se zaměřením na využívané metody jeho snižování spolu s jejich výhodami a nevýhodami.

3 Literární řešerše

3.1 Vepřové maso

Maso je jedním z nejčastěji konzumovaných potravin na světě. Je to výživa poskytující vynikající zdroj kompletních bílkovin (Mabood et al. 2020). Obecně je maso charakterizováno vysokým nutričním obsahem. Je zdrojem nejen cenných bílkovin, ale také aminokyselin, vitamínů B komplexu a minerálů. Některé faktory však spotřebu masa omezují kvůli spojení s kardiovaskulárními problémy a obezitou. I přes značný podíl na světovém trhu existují mýty spojené s kvalitou vepřového masa, a to hlavně díky množství lipidů a cholesterolu (Cosgrove et al. 2005).

Vepřové maso neboli maso z vepře domácího je charakterizováno narůžovělou až světle červenou barvou. Je hůře stravitelné a z celkových druhů mas jatečných zvířat je nejučtější (Mabood et al. 2020).

3.1.1 Hlavní faktory působící na kvalitu vepřového masa

Kvalitou masa se rozumí souhrn nutričních, sensorických, technologických a hygienicko-toxikologických vlastností (Stupka et al. 2009). Ovlivňuje ji hned několik faktorů:

Genetické založení

Mezi hlavní faktory patří genetické založení. Významný vliv byl prokázán u major genu RYR 1. Tento gen má za úkol řídit membránovou bílkovinu, která zprostředkovává postup vápníku přes buněčnou stěnu. Pokud tento gen nepracuje správně, nastává syndrom zhoubné hypertermie (MHS). Lokaci RYR 1 genu nalezneme na 6. chromozomu. Pozorují se 2 alely genu RYR 1. První dominantní alely N a druhé recesivní n. Liší se od sebe záměnou bází cytosinu a thyminu v genetické informaci.

V případě cytosinu se jedná o alelu N, která nese schopnost prasat odolávat stresu. U thyminu jde o alelu n, která naopak větší náchylnost ke stresu u prasat vyvolává. Díky genotypu tedy dokážeme určit, zda jedinec bude na stres náchylnější či nikoliv, a tím i související případnou jakostní odchylku masa (Stupka et al. 2009).

Intramuskulární tuk

Intramuskulární tuk (IMT) tvoří mezi buňkami ve formě žilek tzv. mramorování a hraje klíčovou roli v různých kvalitativních vlastnostech masa. Jeho obsah závisí na pohlaví, genotypu, stravě a během růstu se dle genotypového pohlaví mezi a uvnitř svalu mění (Brun et al. 2018). Stejně tak tomu je i v rámci jednoho plemene mezi jednotlivými typy svalu. Obecně se pod pojmem IMT řadí lipidy a jejich doprovodné látky v libové svalovině.

Variabilita obsahu intramuskulárního tuku je spojena hlavně s počtem a velikostí intramuskulárních tukových buněk neboli adipocytů. Rychlost narůstání IMT závisí na rychlosti růstu svalu. Zvířata vykazující vysokou svalovou sílu s vysokou glykolytickou aktivitou mají

snížený vývoj IMT. To značí, že svalové buňky s adipocyty se během růstu vzájemně prolínají. Zvyšující se svalovina také zředí konečný obsah tuku ve svalech (Hocquette et al. 2009).

V dnešní době je snaha pomocí šlechtění dosáhnout u prasat co největšího podílu masa. To má za následek pokles intramuskulárního tuku a zvyšující se podíl polynenasycených mastných kyselin, které zhoršují konzistenci tuku.

Mezi jeho nejvýznamnější vlastnosti, pomocí kterých ovlivňuje senzorické vlastnosti masa, patří obalování svalových vláken, přímý vliv na protučnělost masa, jeho křehkost, šťavnatost a chuť. Dále pak snižuje tuhost masa a ztrátu vody, vyvolává jemnější pocit masa při konzumaci (Amills 2016).

Výživa

Výživa spolu s technikou krmení má významný podíl na dosažení vepřového masa a tuku nejvyšší kvality. Při postupném dospívání zvířete se podíl tuku v těle zvyšuje a jatečné partie dozrávají. Při krmení *ad-libitum* se můžeme setkat u moderních genotypů s problémem vyššího ukládání tuku v nižších hmotnostech.

Mezi hlavní nutriční faktory řadíme: úroveň výživy, výběr krmiva, technologickou úpravu krmiva, techniku a technologii krmení, kdy při krmení *ad-libitně* dochází k větší křehkosti masa a vyššímu ukládání tuku, nikoli mramorování. Dále sem patří také plnohodnotnost diet nebo zdravotní nezávadnost krmiv a hygienické parametry.

Vitamín E je přirozený antioxidant, jehož vysoké hladiny v krmné dávce zabraňují oxidaci nenasycených mastných kyselin. To má za následek snížení chuti masa obsahující vysoký podíl nenasycených MK. Zvýšená hladina vitamínu E také zvyšuje stabilitu barvy a odkap masa. Zároveň spolu se selenem snižují oxidační stres a potlačují dopad tepelného stresu na integritu střevní bariéry, při kterém může docházet k hypertermii v gastrointestinálním traktu, hypoxii, a dokonce i zánětu (Liu et al. 2016).

Ustájení

Pro zajištění kvalitní produkce je důležité vytvořit pro zvířata vhodné podmínky ustájení, které zvířata nestresují a poskytují jim potřebnou životní pohodu neboli welfare (Stupka et al. 2009). Cílem je zamezit tak nižší kvalitě masa, která může být způsobena stresem v důsledku změny prostředí, ustájením s jinými zvířaty, poraněním prasete vzniklým během ustájení nebo špatnou teplotou (Altera & Alterová 2007).

Doprava a zacházení

Jsou dalšími významnými faktory ovlivňujícími kvalitu výsledného jatečného produktu. Při nakládání a přepravě prasat na porážku je nutné dodržovat zásady welfare a obecně platné podmínky, které mají za úkol při těchto úkonech minimalizovat stres u prasat (Stupka et al. 2009).

Transport na jatka může ve zvířatech vyvolat strach v důsledku situace, kterou ještě nezažila. Klidné a opatrné zacházení spolu s dodržováním všech zásad během nakládky a vykládky má klíčový vliv a může ve vysoké míře ovlivnit míru stresu u prasat (Grandin 1997).

Porážka a chlazení

Porážka se významně podílí na intenzitě glykolytických procesů ve svalovině a tím ovlivňuje výslednou kvalitu masa. Před porážením je důležité dodržet časové intervaly v čekacích boxech. Chlazení dále zabraňuje odpařování a odkapu vody z masa, které zároveň chlazením tuhne (Stupka et al. 2009).

3.1.2 Jakostní odchylky

Jelikož se prasata řízeně selektují na vysoký podíl libové svaloviny v mase, jsou v menší či větší míře více náchylná ke stresu. To se následně může projevit výskytem jakostních odchylek masa. Nejedná se o vady vrozené, ale o vady projevující se až po porážce zvířat (Pulkrábek et al. 2005).

Nežádoucí jakostní odchylky masa se řadí ke znakům kvantitativním neboli ovlivněným velkým počtem genů malého účinku. Projevení těchto odchylek v prostředí je závislé na dědivosti. Jde o středně dědivou vlastnost. Při vzniku jakostních odchylek masa má hlavní vliv vnější prostředí (Stupka et al. 2009).

Nejvíce vyskytující se jakostní vady vepřového masa jsou PSE – pale, soft, exudative (bledé, měkké, vodnaté) a DFD – dark, firm, dry (tmavé, tuhé, suché). Obě tyto vady snižují trvanlivost masa, jeho výtěžnost a přijatelnost spotřebitelem. Dnes existuje mnoho technologií ke snížení výskytu těchto vad, které zahrnují přizpůsobený návrh přepravního vozidla a jatek, metody omračování nebo procesy chlazení (Adzitey & Nurul 2011).

3.2 Pohlavní soustava kanců

Hlavním úkolem samčí reprodukční soustavy je tvorba spermií a jejich doprava do pohlavního ústrojí samice. Z anatomického hlediska lze dělit orgány rozmnožovací soustavy na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní orgány reprodukční soustavy kanců řadíme varlata, nadvarlata a chámovody. Vnější soustavu tvoří přídatné pohlavní žlázy, pohlavní a močové cesty, šourek a pyj (Kyriazakis & Whittemore 2006).

Varlata

Varlata jsou samčí párová žláza uložená v šourku, jejíž hlavní funkcí je tvorba samčích pohlavních buněk neboli spermií. K vývoji spermií dochází v semenotvorných kanálcích varlat, kde jsou poté přes síť kanálků varlete dopravovány do nadvarlete.

Spermiogeneze je děj začínající již nitroděložně a končící v období senia. Rychlost vývoje spermií nelze ovlivnit, ovlivnit můžeme jen kvalitu. Jako výživa pro spermie slouží Sertoliho buňky. Celý proces spermiogeneze trvá 35 dní a dochází k ní od dosažení pohlavní dospělosti kance, a následně pak po celý jeho život.

Pro správný vývoj spermií je teplota ve varlatech u kance o 3,2 % nižší než v řitním otvoru (Sjaastad et al. 2010).

Nadvarlata

Nadvarle slouží jako úložiště spermií, kde postupně spermie dozrávají a dostávají schopnost pohybu. Je rozdělena na 3 části: hlava, tělo a ocas. První rozšířená část se nazývá hlava, která se dále zužuje do vývodu nadvarlete, který je součástí těla a ocasu nadvarlete.

Do nadvarlete se spermie dostávají pomocí tekutiny ze semenotvorných kanálků, která se následně v hlavě nadvarlete resorbuje. Díky zásaditému pH je aktivita spermií v nadvarletu utlumena a znovu se obnovuje až při ejakulaci (Reece 2011).

Chámovody

Jsou párové vývodné cesty spojující nadvarle s močovou trubicí. Spolu s varletní tepnou, žílou, nervy, lymfatickými cévami a vnitřním zdvihačem varlete vytváří semenný provazec protáhlého kuželovitého tvaru. Chámovod dále pokračuje do pánevní dutiny, zatímco cévy a nervy po vstupu do břišní dutiny pokračují směrem dorzálním.

U prasete není chámovod ampulovitě rozšířen a do močové trubice ústí samostatně na nízkém semenném hrbolku tvořeném vyvýšením sliznice močového měchýře (Marvan et al. 1992).

Přídavné pohlavní žlázy

Tyto žlázy produkují sekrety, které jsou vylučovány do močové trubice, kde slouží jako výživa pro spermie, přirozené ředidlo nebo pomáhají připravit pro spermie optimální prostředí v samičích pohlavních orgánech. V pohlavním ústrojí kance můžeme vidět tyto přídavné pohlavní žlázy: měchýřkovitou, předstojnou a bulbouretrální žlázu. Všechny se od sebe velikostně i tvarově liší a některé mohou u různých živočišných druhů chybět. Při ejakulaci se sekrety všech přídavných pohlavních žláz smísí se spermii a společně vytváří semeno (Reece 2011).

Semeno neboli sperma je tekutina skládající se ze dvou částí. První buněčná část je tvořena spermii a druhou tekutou část tvoří semenná plazma. U kance představuje semenná plazma 95 - 98 % z celkového objemu 100 - 700 ml ejakulátu. Množství vyprodukovaného ejakulátu je velice variabilní a individuální. Vzhled ejakulátu bývá u kance podobný řídké, mléčně vodnaté tekutině.

Ejakulace trvá 5 - 20 minut a semeno je vypuzováno postupně ve třech frakcích. První – předpermiová fáze neobsahuje téměř žádné spermie, ale je zde bohatě zastoupena semenná plazma. Její úlohou je vyčistit močovou trubici od zbytků moči. Druhá, permiová fáze je bohatá na spermie a obsahuje relativně málo semenné plazmy. Poslední postpermiová obsahuje málo spermií a více semenné plazmy. Při odbírání spermatu u kanců se pro odběr využívá jen prostřední permiová fáze (Marvan et al. 1992).

Pyj

Pyj neboli penis je samčí kopulační orgán dopravující semeno do pohlavního ústrojí samice. Díky tomu má pyj stavbu, která mu tuto funkci umožňuje. Pro snazší prostoupení do

samičích genitálií dojde při vzrušení samce k napřímení a zpevnění pyje. Po zasunutí dochází k výronu spermií a sekretů z přídatných pohlavních žláz.

Pyj se skládá z kořene a těla zakončeného žaludem. U kance je pyj poměrně dlouhý, tenký, postupně se zužující a stáčí se v esovité ohbí, které se při erekci natáhne a vyrovná. Součástí penisu je také předkožka neboli ochranná kožní duplikatura. Ta se skládá z vnějšího listu tvořeného ochlupenou kůží břicha a vnitřního listu, který má charakter sliznice. U kance je vytvořena na dorzální stěně předkožková výduť, ve které se hromadí moč (Marvan et al. 1992).

3.2.1 Plodnost kanců

Plodností se rozumí schopnost samce vykonávat koitus a zároveň produkovat dostatečné množství spermatu do vysokého věku, za účelem poskytování životaschopného potomstva. Tuto vlastnost vyjadřujeme několika znaky, které dělíme na skutečné a potencionální.

Mezi skutečné znaky plodnosti se řadí velikost a hmotnost vrhu či míra zabřezávání. Do znaků potencionálních řadíme morfologické a fyziologické znaky související s plodností skutečnou. Tím může být hodnocení *libida sexualis*, velikost a hmotnost varlat, kvalita a kvantita spermatu, testy penetrace, hladiny hormonů a jiných chemických sloučenin nebo také individuální geny plodnosti. Zároveň na tuto vlastnost působí mnoho vnitřních i vnějších faktorů, které ji mohou ovlivnit. Nejdůležitějšími jsou genetické založení, výživa, věk, zatížení kance, sezóna, vnější prostředí a sociální kontakt (Smital 2016).

3.3 Kančí pach

Kančí pach je nepříjemný zápach vepřového masa, který se uvolňuje při jeho vaření nebo ohřevu. Setkáváme se s ním zejména u dospělých jedinců při změně hormonálního systému v dosažené pohlavní dospělosti. Hlavní příčinou kančího pachu jsou látky skatol, androstenon a dále také v menší míře indol a androstenol. Kvůli předcházení tomuto pachu se kanečci již v ranném věku kastrují, což je v dnešní době opakovaně společností kritizováno, jelikož je to bolestivý zákrok a není v souladu s dobrými životními podmínkami zvířat. V evropských chovech by měla být kastrace prasat od roku 2018 zakázána, i když výskyt kančího pachu, hlavní důvod, proč se kastrace provádí, nebyl dosud vyřešen. Pokud jsou však nekastrovaní jedinci vykrmeni, můžeme výskyt kančího pachu potlačit opakovaným testováním jatečně upravených těl s dostatečnou přesností, rychlostí a snížením výskytu kančího pachu v porážkovém věku. Toho se dá docílit různými způsoby. Příkladem je genetický výběr, výživa nebo management (Looft et al. 2012).

Kančí pach vzniká vlivem genetických i negenetických faktorů. Studie dokázaly, že dvě hlavní složky zodpovědné za kančí pach (androstenon a skatol), jsou středně až vysoce dědivé. Obě se ukládají v tuku a jejich koncentrace se zvyšuje s pohlavní dospělostí. Měření

androgenon a skatolu v tukové tkáni je proto zahrnuto do stále více šlechtitelských programů. Mezi negenetické faktory působící na úroveň androgenonů v těle patří individuální nebo skupinová technika ustájení a osvětlení. Mezi negenetické faktory ovlivňující úroveň skatolu pak výživa, systém ustájení a hygiena. Identifikace hlavních genetických faktorů, jako jsou kandidátní geny a SNP (jednonukleotidové polymorfismy), které ovlivňují množství androgenonů a skatolu v tukové tkáni prasat, by urychlila redukci kančího pachu chovem, a tím eliminovala potřebu kastrace (Frieden et al. 2011).

3.3.1 Androgenon

Androgenon (5α -androst-16-en-3-on) je samčí steroidní hormon produkovaný společně s androgeny a estrogeny Leydigovými buňkami, které se nachází ve varlatech (Frieden et al. 2011). Je uložen v tukové tkáni a slinných žlázách, odkud se uvolňuje do ovzduší jako feromon stimulující ochotu pářit se u samic. Jeho hromadění v tukové tkáni má za následek nepříjemnou chuť a potu podobný zápach masa (Zadinová et al. 2016). Tvorbu a akumulaci hormonu v tukové tkáni ovlivňuje několik endogenních a exogenních faktorů, jako například plemeno, věk, fotoperioda a dále také sociální postavení, agresivita, sexuální aktivita nebo změna prostředí. Mezi liniemi prasat a uvnitř nich jsou značné rozdíly v androgenonu a skatolu. Androgenon má odhad dědivosti v rozmezí 0,25 až 0,88 (Duijvesteijn et al. 2010).

Nižší koncentrace tohoto hormonu byly nalezeny také v krevním séru prasniček, což může znamenat možnou produkci androgenonů v kůře nadledvin. Androgenon, progesteron a testosteron mají společný prekurzor, proto malé množství samčích pohlavních hormonů můžeme najít i u samic (Zadinová et al. 2016). Transport steroidů plazmovými proteiny ovlivňuje množství steroidů pro absorpci cílovou tkání. Variabilitu plazmatických koncentrací androgenonů lze pozorovat u plemen a jedinců. To značí existenci variability v transportu androgenonů a může tak mít vliv na vývoj kančího pachu. Proto by měl být transport tohoto hormonu v plazmě náležitě charakterizován, aby bylo možné individuální rozdíly posoudit a vést tak k vývoji nových metod snižování kančího pachu (Bone et al. 2019).

Metody stanovení vazby androgenonů na plazmatickou bílkovinu

Nejprve byla vazba androgenonů na plazmatickou bílkovinu zkoumána metodou HPLC gelové filtrace, kdy [3H] – androgenon byl inkubován s plazmou v přítomnosti nebo nepřítomnosti neoznačených konkurentů a bylo změřeno vytěsnění androgenonů z plazmatických proteinů. V přítomnosti přebytku neoznačených konkurentů byl [3H] – androgenon vytěsněn pouze částečně z plazmatických proteinů, což naznačuje, že se váže na nízkou afinitní a vysokokapacitní plazmatický protein.

Poté byly provedeny vazebné kinetické studie, které se zaměřovaly na vazbu androgenonů a dehydroepiandrosteronu (DHEA) na plazmatické proteiny. Zde byla zjištěna 6,5krát větší afinita androgenonů než u DHEA. K odstranění albuminu z plazmatických proteinů byla použita afinitní chromatografie. Po inkubaci s androgenonem a DHEA byla vazba v proteinové frakci bez albuminu snížena 2,6 a 2,1krát v porovnání s vazbou na

albuminové proteinové frakce. Tyto výsledky poskytují přímý důkaz, že androstenon je transportován nespecifickým albuminem v kančí plazmě (Bone et al. 2019).

3.3.2 Skatol

Hormon skatol je tvořen z aminokyseliny L – tryptofan, jako produkt degradace proteinů bakteriemi *Escherichia* a *Clostridium*, které se běžně v tlustém střevě nacházejí. Tvorba, resorpce a akumulace jsou ovlivněny hlavně nutričními faktory a endokrinními účinky. Část skatolu je odstraněna z těla stolicí, další část je metabolizována jaterními enzymy, zbytek je uložen v ledvinách a tukových tkáních. Způsobuje silný fekální a moči podobný zápach, avšak oproti přežvýkavcům nemá ani vysoká koncentrace skatolu na prasata nepříznivý vliv.

K syntéze skatolu dochází dvěma procesy za pomoci střevních bakterií *Escherichia coli* a *Clostridium spp* (*C. difficile*, *C. sticklandii*, *C. lituseburense*, *C. subterminale*, *C. putrefaciens*). Nejprve dochází ke vzniku kyseliny indol-3-oxalové z tryptofanu, která je dále metabolizována rody *Lactobacillus* a *Clostridium* na skatol.

Metabolismus skatolu je dvoufázový proces zahrnující oxidaci a konjugaci. Při první fázi dochází k navázání hydroxylové skupiny, a ta je následně využita k připojení konjugátu ve fázi druhé. Finální produkty degradace skatolu jsou následně vylučovány z těla močí (Zadinová et al. 2016).

Zatímco o variabilitě androstenonu v jatečném těle je známo mnoho informací, v případě skatolu je to vzácné. Srovnávací měření v tukové tkáni z různých míst jatečného těla jsou početně omezena. Pro odběr vzorků se používají anatomické části těl jako například krk, viscerální tuk a břicho. Studie odhalily významně vyšší koncentrace skatolu ve viscerálním a břišním tuku, ve srovnání s tukem z části dorzální.

Na rozdíl od měření hodnot u jatečně upravených těl, mohou být vzorky získané biopsií ovlivněny úrovní stresu, která následně může ovlivnit fyziologické parametry. V předchozích studiích byl diskutován vliv stresu na tvorbu skatolu a ukládání tuku, ale mechanismy nebyly u prasat podrobně zkoumány. Avšak stres spojený s dopravou souvisel se zvýšením hladiny skatolu u všech samců.

Předmětem mnoha diskuzí byl i vliv fekálního znečištění kůže prasat na hladinu skatolu v tukové tkáni. Prasata chovaná pro produkci masa jsou zvláště citlivá na vysoké teploty prostředí, zejména kvůli neschopnosti potit se a zvýšené produkci tepla. Jednou ze strategií ochlazování pro prasata je špinění se stolicí za účelem snížení tělesné teploty odpařováním mokrého povrchu (Wesoly et al. 2015). Hansen a kol. (1994) předpokládali, že hodnoty skatolu se dají snížit udržováním prasat v čistotě. Účinek nečistoty lze pozorovat také u samic a kastrovaných samců. Dosud tento vliv však nebyl jasně prokázán.

3.3.3 Indol

K produkci tohoto hormonu dochází stejně jako u skatolu degradací L - tryptofanu v gastrointestinálním traktu (GIT). Indol je absorbován krví a poté metabolizován jaterní tkání. L - tryptofan může být následně degradován v GIT na indol nebo transformován na kyselinu

indol-3-oxovou, z které dochází k syntéze skatolu. K procesu degradace na indol pomáhá široké spektrum bakterií (*Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Paracolobactrum coliforme*, *Micrococcus aerogenes*, *Achromobacter lique-faciens*) (Yokoyama et al. 1979).

Stejně jako androstenon a skatol, se i indol hromadí v tukové tkáni prasat a jeho hladiny mohou být ovlivněny jinými než genetickými vlivy. Mezi tyto vlivy patří například znečištění kotce, špatná hygiena nebo složení krmné směsi. Narozdíl od skatolu nemá indol tak výrazný vliv na kvalitu masa, spíše jen zesiluje jeho nepříjemný zápach (Zadinová et al. 2016).

3.4 Metody stanovení kančího pachu

Kvůli zákazu chirurgické kastrace v současné době neexistuje harmonizovaná metoda schválená Evropskou unií pro detekci kančího pachu u samců prasat. Proto je nyní aktuálním problémem najít jinou alternativu v chovu nekastrovaných kanců pro snížení kančího pachu v mase tak, aby bylo přijatelné spotřebitelem (Okrouhlá et al. 2016).

3.4.1 Objektivní metody

Pro detekci a určení množství skatolu a androstenonu v tukové tkáni existuje mnoho chemických metod, které jsou založeny na plynové chromatografii, vysokoúčinné kapalinové chromatografii (HPLC), spektrometrii nebo kolorimetrii, imunologii a biosenzorech (Okrouhlá et al. 2016).

3.4.2 Senzorické hodnocení

Úroveň koncentrace kančího pachu můžeme také hodnotit subjektivně organolepticky. Při sensorickém hodnocení je dobré vzít v úvahu individuální a etnické rozdíly. Hranice přijatelnosti pro různé hladiny kančího pachu se u jednotlivých etnických skupin liší. Je zde také poměrně výrazný rozdíl mezi muži a ženami, kdy ženy jsou obecně k výskytu kančího pachu citlivější. Z toho vyplývá, že jednoznačně nelze určit hranice přijatelnosti paušálně (Škrepl et al. 2012).

V České republice se na jatkách ve většině schvalovacích procesů pro potřeby veterinárního dozoru využívá zkouška varem. Ta je však pro širší použití nevyhovující. Jednou z rychlých, nedestruktivních a spolehlivých metod, která je momentálně ve fázi ověřování, je detekce elektronickým nosem. Tato metoda nachází uplatnění nejen při stanovení kančího pachu nebo žluknutí, ale i pro zjištění čerstvosti masa nebo masných výrobků. U subjektivního posuzování úrovně kančího pachu může celkové hodnocení ovlivnit způsob úpravy masa nebo individuální dispozice posuzovatele (Dostálová et al. 2012).

3.4.2.1 Elektronický nos

Elektronický nos je zařízení, které bylo navrženo k napodobení biologické lidské olfaktometrie, detekování a rozlišování komplexních pachů (Jia et al. 2018). Tato metoda je

založena na principu hodnocení souhrnných parametrů. Za tímto účelem vytváří senzory elektronické signály, které jsou pomocí matematických operací zpracovány a porovnávány s předlohou – standartním vzorkem (Dostálová et al. 2012).

Hlavními faktory, které spotřebitele při výběru masných výrobků ovlivňují a patří ke spolehlivým ukazatelům kvality, jsou barva a vůně. Jednoduché smyslové hodnocení uspokojujících vlastností však často nestačí k určení nezávadnosti masa. Jako indikátory zkaženosti lze použít některé těkavé sloučeniny, proto by bylo vhodné zařízení vybavené senzorem citlivým na určité vonné látky. Bohužel však zatím nebyla žádná taková sloučenina identifikována, jelikož změny probíhající ve vzorku masa během skladování jsou závislé na mnoha faktorech. Kombinace těkavých látek může tvořit jedinečný vzorec - "fingerprint", který lze analyzovat pomocí algoritmů rozpoznávajících vzorce v elektronickém nose (Wojnowski et al. 2017). Díky omezené technologii senzorů je i navzdory mnoha úspěšným výsledkům aplikace elektrického nosu stále využívána jen omezeně (Jia et al. 2018).

3.5 Metody snižování kančího pachu

3.5.1 Výkrm kanečků

3.5.1.1 Porážka v nižším věku

Výkrm kanečků do nižších hmotnostních kategorií je jednou z možností, jak zlepšit ekonomiku produkce vepřového masa. Toto téma je v poslední době velmi diskutováno i díky efektivnějšímu výkrmu, lepší konverzi krmiva a nižšímu tučnění nekastrovaných kanečků. Výkrm se provádí zpravidla do věku 180 dní, do hmotnosti 80 - 90 kg, čímž je zabráněno výskytu kančího pachu, který se u prasat objevuje až při dosažení pohlavní dospělosti a vyšších hmotností. Dosažení pohlavní dospělosti ovlivňuje plemenná příslušnost a ranost. Je možné ji však ovlivnit i jinými faktory, mezi které patří ustájení. Nástup puberty může být zrychlen přítomností prasniček, proto je důležité oddělené ustájení dle pohlaví.

Kanečci dosahují v porovnání oproti kastrátům optimálnějších hodnot. Steroidní hormony mají vliv na projev sexuálního chování, na celkový metabolismus i na rozdílné utváření tělesných partií. Testosteron má u samců anabolický efekt a zároveň zrychluje a zefektivňuje metabolismus. V důsledku toho mají kanečci lepší využitelnost živin z krmiva a také vyšší podíl libové svaloviny oproti tuku v jatečně upraveném těle. Celkově tak mají lepší ukazatele užitkovosti a jatečné hodnoty (Dostálová et al. 2012).

Chov kanečků má ale i svá negativa. Zásadní rozdíl spočívá v chování zvířat, kdy nekastrovaní kanci mají oproti kastrováným jedincům výrazně agresivnější chování. Kanečci se mohou navzájem zraňovat a díky tomu je chov kanečků pro chovatele obtížnější. Zůstává tedy otázka, jak podmínky ustájení přizpůsobit, aby ke zranění samců nedocházelo a zlepšila se psychická i fyzická pohoda zvířat (Holinger et al. 2015).

V České republice se výkrm provádí pouze výjimečně v ojedinělých případech. Důvodem bývá špatná spolupráce chovatelů s jatečnými podniky, které ne vždy stihnou

přijmout kanečky před dosažením pohlavní dospělosti. Při dodržování optimálních podmínek chovu, všech důležitých zásad a dostatečné znalosti ostatních faktorů (genotyp, výživa, prostředí), je tento způsob výkrmu možný s minimálním výskytem kančího pachu úspěšně realizovat (Dostálová et al. 2012).

Mezi významné klady výkrmu kaneček patří:

- Lepší konverze krmiva,
- Nižší tučnění,
- Vyšší kvalita masa,
- Lepší růstová schopnost,
- Nižší úhyn do odstavu.

Hlavní nevýhody výkrmu kaneček:

- Agresivní chování,
- Snížený příjem krmiva,
- Složitější management chovu,
- Vysoká porážková hmotnost,
- Výskyt kančího pachu,
- Dřívější dosažení pohlavní dospělosti.

3.5.1.2 Eliminace výživou

Z hlediska výživy je skatol hlavní složkou, kterou lze u kanců pomocí složení krmné dávky snížit. Skatol je produktem degradace v gastrointestinálním traktu, a tudíž může být lépe ovlivnitelný. Androstenon je steroidní hormon produkovaný pohlavními žlázami u dospělých samců a jeho možnost eliminace výživou je velmi omezená. Skatol je spolu s androstenonem metabolizován cytochromem P450 a nemetabolizované zbytky látek se hromadí v tukové tkáni (Urbanová et al. 2016).

V oblasti výživy je velkou snahou najít vhodné krmné doplňky, které by mohly výskyt kančího pachu v mase eliminovat. Jedním z doplňků je sušený kořen čekanky, který je bohatý na polysacharid inulín nebo zkrmování syrového bramborového škrobu. Dále také organické kyseliny nebo dieta s vysokým obsahem vlákniny (Dostálová et al. 2012).

Nejúčinněji se zatím projevilo krmení s přídatkem inulínu nebo syrového bramborového škrobu. Obě tyto látky mají vliv na mikrobiální ekosystém a dostupnost energie pro bakterie. Inulín bývá účinnější již při nižších dávkách oproti syrovému bramborovému škrobu (Wesoly & Weiler 2012).

Bramborový škrob

Hlavním zdrojem tryptofanu, jehož metabolizací je skatol produkován, jsou zbytky buněk střevního epitelu. Cílem je většinu těchto buněk pomocí výživy redukovat. Jednou z možností redukce buněčných zbytků ve střevech je snížení apoptózy střevních buněk. To může vést k snížení buněčného odpadu a následně k snížení množství tryptofanu potřebného

k tvorbě skatolu. Zkrmováním syrového bramborového škrobu můžeme docílit snížení apoptózy střevních buněk.

Bramborový škrob ovlivňuje tvorbu kyseliny mléčné ve střevech, která následně inhibuje apoptózu střevních buněk. U zvířat krmených syrovým bramborovým škrobem došlo ke snížení koncentrace skatolu v tlustém střevě, stolici, plazmě i tukové tkáni. Peletování škrobu vede ke ztrátě účinku na hladinu skatolu v tukové tkáni, proto je vhodné škrob zkrmovat jen v syrovém stavu. U zvířat krmených kyselinou mléčnou ve formě krmiva potaženého Ca-butyrátem nebyly hladiny skatolu ovlivněny (Urbanová et al. 2016).

Čekanka

Typ a množství polysacharidů vstupujících do trávicího traktu má velký vliv na metabolismus dusíku a může tak ovlivnit syntézu skatolu. Oligosacharidy mají schopnost inhibovat růst bakterií produkující skatol a indol (*E. Coli*, *Clostridium*) a podporovat aktivitu bakterií r. *Bifidobacterium*, které mají prebiotické účinky (Urbanová et al. 2016). Růst těchto bakterií má za následek zvýšení smyslové kvality masa, tedy jeho charakter a intenzitu požitku (Hansen et al. 2006).

Pozitivního efektu zkrmování polysacharidů se dá docílit využitím doplňků stravy bohatých na inulín. Do těchto doplňků patří sušený kořen čekanky obsahující velké množství tohoto polysacharidu. Hypotéza přímého účinku čekanky na chuť vepřového masa spočívá v obsahu frukto-oligosacharidů. Inulín eliminuje příjem glukózy a zároveň akumulaci glykogenu a funguje tak jako rozpustná dietní vláknina (Urbanová et al. 2016).

Dle Hansen et al. (2006) bylo prokázáno, že pokud bude podíl čekanky nebo čistého inulínu v celkovém obsahu denního příjmu krmiva minimálně 25 %, obsah skatolu v extremitech, tukové tkáni a krvi kanců se výrazně sníží. K poklesu skatolu v plazmě došlo při obohacení krmiva čekankou již po 3 dnech a postupně se jeho hladina neustále snižovala. Jako nejlepší pro zdroj inulinu je doporučeno používat sušenou čekanku, jelikož negativně neovlivní příjem potravy v prvních dnech. Pro chovatele je cenově přijatelná a dá se používat po celý rok bez vlivu na výkonnost zvířete (Urbanová et al. 2016).

Antibiotika a organické kyseliny

Během metabolismu tryptofanu produkují bakterie střevního traktu dvě těkavé lipofilní látky – indol a 3-methylindol neboli skatol. Aktivitu střevních bakterií můžeme ovlivnit antibiotiky, organickými kyselinami a vybranými rostlinnými extrakty. Další možností je zkrmování stravy bohaté na snadno fermentované uhlohydráty, které mají vliv na pH gastrointestinálního traktu a tím i na produkci skatolu.

Míra skatolu a produkce indolu závisí na aktuální hodnotě pH. S nižšími hodnotami pH se tvorba skatolu zvyšuje. Při hodnotě 6,5 pH zvýšená aktivita bakterií produkuje skatol, zatímco u hodnot pH kolem 8,0 tvorba skatolu rychle klesá. Produkce indolu se při vyšším pH zvyšuje spolu s aktivitou bakterií a s postupným snižováním pH klesá.

Antibiotika v oblasti výživy jsou používána jen na experimentální úrovni díky zákazu Evropské unie od roku 2006. Mezi nejvyužívanější antibiotika patří Virginiamicin, Tylosin

a Bacitracin, z nichž u jediného Bacitracinu došlo při použití k významnému poklesu přítomnosti skatolu v krvi a tukové tkáni.

Další alternativou je použití organických kyselin. Mezi nesporné výhody těchto látek patří baktericidní účinek na bakteriální populaci v gastrointestinálním traktu a také pozitivní vliv na růst u většiny kategorií prasat. Použití kyseliny mravenčí, benzoové a sorbové ve stravě mělo za následek snížení mikrobiálního obsahu ve střevech, ale žádný účinek na tvorbu skatolu v tlustém střevě. Ke snížení skatolu, při použití těchto organických kyselin jako doplňků stravy, došlo pouze v krevní plazmě zvířat. Tuto metodu tudíž můžeme využít na snížení mikrobiální populace v gastrointestinálním traktu, avšak ne do té míry, aby došlo ke snížení kančího pachu (Urbanová et al. 2016).

3.5.1.3 Čistota prostředí

Skatol a indol jsou látky produkované bakteriemi v tlustém střevě a jejich hladina v tukové tkáni prasat se dá z části ovlivnit hygienickými podmínkami. Udržováním čistoty v kotcích, spolu s již zmíněnými nutričními komponenty v krmné dávce, se dá tvorbě skatolu ve vysoké míře zabránit. Většinou se však doporučuje obě tyto metody pro pozitivní výsledek dodržovat současně (Parois et al. 2017).

Hansen et al. (1994) provedli experiment, ve kterém se zaměřili na vliv ustájení, výkalů a ukládání moči na tvorbu skatolu u kanců. Studie využívala kotce s betonovou podlahou a různou teplotou prostředí. Pro obě části experimentu bylo použito 144 křížených chovných samců a samic.

První experiment byl prováděn v létě při teplotě větší nebo rovné 22 °C. Druhý byl proveden v zimě, kdy se teplota pohybovala okolo 17 °C. V obou experimentech byla míra zněčištění stolicí a hustota osídlení kotce stejná až do prvního transportu na jatka. Poté byla míra znečištění a hustota osídlení kotce u posledních třech ze čtyř dodávek snížena. Experiment potvrdil, že prasata, která ležela ve svých výkalech a moči a byla v hustěji osazeném kotci nejméně jeden týden, měla vyšší naměřenou hodnotu skatolu v podkožním tuku než zvířata chovaná v čistých kotcích s nižší intenzitou chovu. Úroveň skatolu se dala ovlivnit týden před odvozem na jatka pomocí různé míry ošetření zvířat. V období letních měsíců byla hodnota skatolu v podkožním tuku vyšší, ve srovnání s hodnotami naměřenými v zimním období. I přesto, že intenzita chovu i zněčištění výkaly a močí bylo shodné jako v letním období.

Na koncentraci skatolu a indolu ve slepém střevě ani ve stolici neměly hygienické podmínky žádný vliv (Parois et al. 2017).

3.5.2 Imunovakcinace

Hlavním aspektem určujícím úroveň kančího pachu je rovnováha mezi biosyntézou a katabolismem androstenonu a skatolu. Na tuto rovnováhu mají vliv různé vnější i vnitřní faktory, především genotyp a výživa prasat. Dodnes byla nejpoužívanější metodou regulace kančího pachu chirurgická kastrace, s kterou je spjato i mnoho nepříznivých vlivů.

Mezi stávající alternativu k chirurgické kastraci patří imunokastrace, tj. aktivní imunizace hormonu uvolňující gonadotropiny (GnRH), snižující hladinu androstenonu i skatolu. Imunokastrace brání syntéze pohlavních steroidů, ovlivňuje velikost pohlavních orgánů, agresi a počet spermií. Princip této metody spočívá v imunologickém blokování signálu z GnRH, tím dojde k poklesu sekrece lutenizačního hormonu (LH), folikulostimulačního hormonu (FSH) a testikulárních hormonů.

V poslední době bylo dosaženo pokroku ve vývoji vakcíny používané v EU imunizaci proti GnRH. Vyvinuta byla komerčně dostupná vakcína zabraňující kančímu pachu zvaná Improvac, pro USA vakcína Improvest, kterou dodnes vyrábí společnost Zoetis. Vakcína byla schválena pro použití u prasat v mnoha zemích, její praktické využití je však stále omezené.

Imunokastrace je kastrace, k níž dojde za využití přirozeného imunitního systému zvířete. Principem této metody je zabránění výskytu kančího pachu v mase při zachování pozitivních účinků testikulárních steroidů a anabolických hormonů u samců. Kanci mají větší genetický potenciál, sníženou agresivitu, vyšší příjem krmiva a rychlejší růstovou schopnost (Čandek-Potokar et al. 2017).

Imunologická kastrace splňuje veškeré požadavky pro produkci masa a zároveň zabraňuje výskytu kančího pachu i přesto, že výsledné vlastnosti masa se mezi kanci a imunokastráty mohou lišit. Rozdíly byly potvrzeny v rychlosti růstu, hodnotách jatečně upravených těl a kvalitě masa. Výsledky se také značně lišily ve vztahu k plemeni, technologii krmení, doby od první aplikace k druhé, nebo typu ustájení (Stupka et al. 2017). Například u plemene duroc byla prokázána koncentrace androstenonu nad mezními hodnotami až u 50 % zvířat, zatímco u plemen jako je hampshire, yorkshire nebo landrace se vyšší hodnoty ukázaly jen u 5 – 8 % samců (Heyrman et al. 2019).

Bylo také zjištěno, že jatečná hodnota imunologicky vykastrovaných samců může být ovlivněna časovým rozstupem mezi 1. a 2. očkováním. Zejména pak intervalem mezi druhou vakcinací a porážkou. Některé studie (Pauly et al. 2009) dosáhly výsledků, že až do druhé aplikace vakcíny se kvalita masa kanců ve výkrmu od imunokastrátů neliší, poté se však začne kvalita masa kanců zhoršovat. I přes prokázaný příznivý účinek imunokastrace na kančí pach, někteří autoři popisují negativní vliv této metody na intenzitu růstu po očkování a hodnotu jatečně upraveného těla (Stupka et al. 2017). Dle Dunshea et al. (2001) je vakcína prasaty dobře snášena a po porážce nebyly nalezeny žádné negativní reakce.

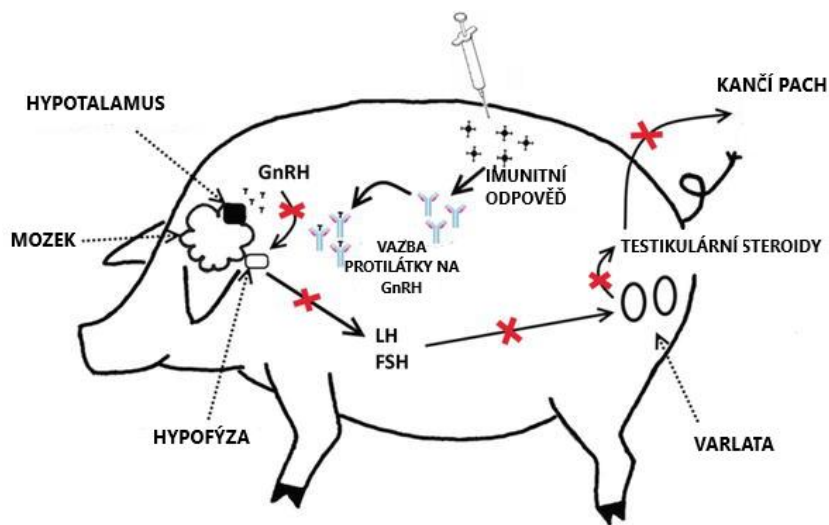
Vakcinační schéma

Pro účinnou imunizaci je potřeba vakcinu aplikovat dvakrát, v minimálním intervalu čtyř týdnů. Vakcína se aplikuje subkutánně do spodní části ucha speciálním vakcinátorem navrženým výrobcem vakcíny, pro zabránění nechtěné infekce.

První injekce imunovakcíny, která aktivuje imunitní systém kance, se může aplikovat po 8 – 9 týdnech věku (Čandek-Potokar et al. 2017). Pokud se selata prodávají a nezůstávají u stejného chovatele, je vhodné první dávku aplikovat až při začátku výkrmu, tedy ve věku přibližně 12ti týdnů. Chovatel tak bude mít nad správným dodržení vakcinačního plánu větší kontrolu a vyhne se tak možným nesrovnalostem (Kress et al. 2019). Druhá dávka by měla být

podávána nejpozději 4 – 6 týdnů před porážkou (pokud je standardní porážkový věk 6 měsíců). První dávka imunovakcíny nemá vliv na steroidní hormony, a tudíž dovoluje organismu do druhé vakcinace plný růstový potenciál.

Po dokončené imunizaci dojde k přeměně metabolismu prasat na metabolismus stejný jako u kastrovaných samců. Již 2 týdny po poslední dávce se hladiny androstenonu a skatolu snížily pod smyslovou prahovou hodnotu. Samci mají vyšší spotřebu krmiva a více ukládají tuk. Čím je časový interval od druhého očkování do porážky delší, tím je rozdíl mezi imunokastrovanými samci a kanci větší. U nestandardních případů, kterými mohou být samci s prodlouženou pohlavní aktivitou nebo u starších jedinců, je možné aplikovat třetí dávku vakcíny. Účinek imunokastrace můžeme sledovat až do 22 týdnů od druhé injekce (Čandek-Potokar et al. 2017).



Obrázek 1 Znárodnění účinků imunokastrace v organismu prasete (Borell et al. 2018)

Pozitiva imunokastrace kanečků

- Méně stresující úkon oproti chirurgické kastraci (welfare),
- Vyšší příjem krmiva,
- Rychlejší a větší růstová schopnost,
- Zmírnění agrese.

Negativa imunokastrace kanečků

- Možné zdravotní komplikace (otok v místě vpichu, zvýšená tělesná teplota),
- Anafylaktické reakce,
- Finanční náklady,
- Vyšší náklady za krmivo.



Obrázek 2 Vakcinátor využívaný pro imunokastrační vakcínu (Schildman 2019).

3.5.3 Chirurgická kastrace

Selata se kastrují především proto, aby se zabránilo vývoji nežádoucího smyslového vnímání zápachu v jatečně upravených tělech (Pinto et al. 2018).

Do nedávna byla chirurgická kastrace selat hlavní používanou metodou eliminace kančího pachu, která zabraňuje tvorbě androstenonu. Tato metoda je však spojena s řadou negativních účinků, mezi které se řadí ukončení syntézy testikulárních steroidů, včetně testosteronu a estrogenů nebo negativní vliv na růst libové svaloviny a konverzi krmiva.

V současné době je chirurgická kastrace společností kritizována hlavně kvůli welfare selat a bolesti jí způsobené. Proto je potřebnost této metody přehodnocována a je snahou k ní najít vhodnou účinnou alternativu, která by měla být v ideálním případě šetrná ke zvířatům, ekonomicky efektivní a produktivní (Čandek-Potokar et al. 2017).

3.5.3.1 Kastrace bez anestezie

I přes závazek Evropských stran od roku 2018 ukončit praxi vykonávání chirurgické kastrace, je v Evropě stále 75 % selat kastrováno bez jakékoliv anestezie či analgezie (Weiler & Bonneau 2019). Podle evropské legislativy je možné selata takto kastrovat do věku 7 dní. Existuje mnoho důkazů o tom, že chirurgická kastrace je pro zvířata stresující a bolestivá, a to i několik hodin po dokončení zákroku (Morales et al. 2017). Dle Mainau et al. (2013) se bolest po zákroku může stát chronickou až na 5 dní. Přesto, že řez zahrnuje bolest akutní a lokalizovanou kožní bolest, nejbolestivější částí zákroku je extrakce varlat a oddělení spermatické šňůry, které způsobuje rozptýlenou, ne přímo lokalizovanou bolest.

Někteří chovatelé provádí kastraci u selat při narození nebo následující den společně s kupírováním ocásku, aplikací železa nebo zbroušením špičáků. V tak raném věku selat je potřeba při tomto zákroku obratnost, jelikož varlata jsou velmi malá. Riziko neúplné kastrace

se také zvyšuje z důvodu nesestoupení jednoho nebo obou varlat, která zůstanou ukryta uvnitř dutiny břišní. Jiní chovatelé raději volí kastraci až v pozdějším věku, kdy jsou varlata větší a plně sestoupená. V pozdějším věku je také snazší vyhnout se tříselné kýle nebo výhřezu střev.

Kastrace je velmi rychlý proces a včetně odchyty zvířat může celý úkon trvat méně než 30 sekund. Selata jsou během zákroku fixována, aby se co nejvíce omezil jejich pohyb. Držena mohou být asistentem buď hlavou dolů mezi jeho koleny, na rovné lavici, v korytu nebo v komerčním zařízení. Šourek je naříznut skalpelem v délce přibližně 2 cm. Poté se každé z varlat separuje od okolní tkáně. Obě varlata se vyjmou a řezem se odstraní. Řez se provádí skalpelem. Postupným škrábáním spermatické šňůry nebo emaskulátorem snížíme způsobené krvácení. Rána by měla být co nejmenší, aby se riziko vstupu infekce co nejvíce zminimalizovalo. Na otevřenou ránu se poté aplikuje antiseptikum a selata jsou vrácena do kotce (Prunier et al. 2006).

Mezi komplikace, které se mohou při tomto zákroku vyskytnout, patří krvácení, nadměrný otok či infekce. Všechny tyto aspekty mohou zhoršit zdravotní stav zvířete, snížit výkon nebo vést až k úmrtí. Analýza studií z roku 2015 ukázala, že kastované vrhy měly vyšší úmrtnost než vrhy nekastrované (Morales et al. 2017).



Obrázek 3 Fixace kanečků při kastraci (Temple et al. 2013).

3.5.3.2 Kastrace s anestezií

Systematické používání analgetik a anestetik je aktuálně prováděno jen v některých zemích. Vědecké studie dokazují, že opravdovou účinnost proti bolesti během chirurgického zákroku má anestezie kombinovaná s předchozí analgezií (Borell et al. 2009). Anestezie působí jako prevence bolesti během kastrovačního zákroku, naopak analgezie zmírňuje bolest po zákroku. Použití obou těchto látek je nákladné, zejména při potřebné asistenci veterinárního lékaře (Weiler & Bonneau 2019).

Je potřeba si uvědomit, že samotný zákrok může způsobit další stres nebo související zdravotní potíže. Selata jsou po porodu oproti dospělým jedincům náchylnější k podchlazení. Jelikož stále ještě nemají plnou termoregulační schopnost, může být pro sele po anestezii velmi obtížné udržet si optimální tělesnou teplotu. Stejně tak má anestezie vliv i na homeostatické mechanismy, které jsou během ní oslabeny.

Přijetí a provádění kastrace s anestézií bude dle předchozích průzkumů záviset na povolení, které dostane chovatel po zvláštním proškolení (Borell et al. 2009).

Celkové anestezie u selat můžeme dosáhnout například inhalací nebo intramuskulární aplikací. K inhalaci se nejčastěji využívá CO₂ nebo isofluran. CO₂ je finančně dostupnější, ale pro zvíře je jeho použití nepříjemné. Isofluran je účinný, ale velmi nákladný a může působit i na pracovníky. Při intramuskulární anestezii se můžeme nejčastěji setkat s aplikací Ketaminu. Použití Ketaminu u zvířete je riskantní, a je potřeba zvíře neustále sledovat.

Jednou z dalších možností je lokální anestezie varlat pomocí injekční aplikace Lidocainu. Tento druh anestezie musí být proveden pečlivě a správně, aby se zabránilo bolesti během vpichu. Lokální anestezie Lidocainem je velmi účinná. Prokain je další používanou látkou, avšak ne tak účinnou. V některých zemích je Procain jedinou schválenou látkou na lokální anestezii u prasat. Pro analgezii patří mezi hlavní používané látky Meloxicam, Flunixin a Metamizol (Weiler & Bonneau 2019).

Lokální anestetika snižují bolest jen na určitý čas. Konkrétně Lidocain působí proti bolesti po dobu cca 60 – 90 minut (Schiele 2010). Selata necítí bolest během zákroku, avšak po zákroku a odeznění tlumivých příznaků se často projeví bolest skutečná dlouhodobá (Kluivers-Poodt et al. 2007).

Pozitiva chirurgické kastrace

- Potlačení agresivního a sexuálního chování,
- Efektivnost, rychlost,
- Finančně nenáročná,
- Snazší kontrolovatelnost chování a manipulace.

Negativní účinky chirurgické kastrace

- Nutný chirurgický zákrok,
- Riziko pooperačních zdravotních problémů až úmrtí,
- Nižší využití růstového potenciálu.

3.5.4 Sexace spermií

Již delší dobu je usilováno o vznik technik umožňující předběžný výběr pohlaví potomků. U selat je sexace spermií vyžadována v důsledku zákazu kastrace. I zde je kladen důraz na to, aby tato metoda byla nákladově co nejméně náročná, efektivní, a snadno uskutečnitelná v rutinní produkci spermatu (Hofmo 2006).

Obecně se jednotlivá pohlaví potomků chovají v poměru přibližném 50 - 55 %. Při změně tohoto poměru můžeme docílit zvýšeného zisku v živočišné výrobě, především pokud je produkce vázaná jen na určité pohlaví.

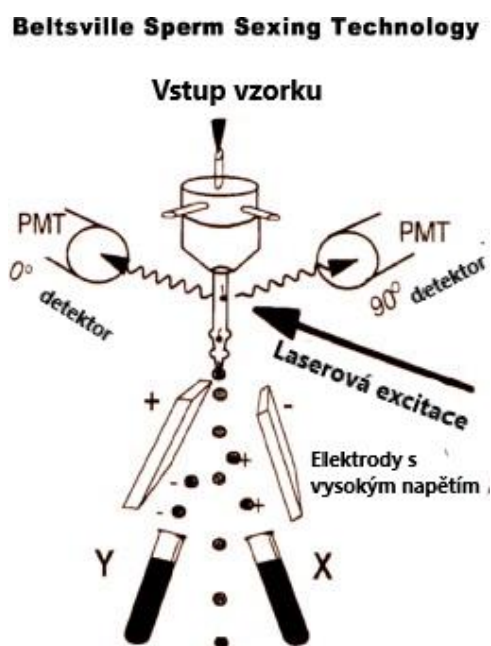
Technologie sexace spermií není zatím tolik rozšířena. Mezi hlavní faktory, omezující její komerční využití, patří citlivost spermií na stres vyvolaný postupem třídění a velké počty spermií nezbytné pro rutinní umělé oplodnění (Spinaci et al. 2016).

I navzdory velkému potenciálu je potřeba tuto metodu stále zlepšovat ve směru její účinnosti, spolehlivosti a vyvarování se poškození spermatu a jeho invazivnímu ošetření (Kurtz & Petersen 2019).

Původní metoda třídění vyvinutá pro prasata byla uvedena v roce 1991 panem L.A. Johnsem (Waberski et al. 2019).

BSST metoda

Jednou z hlavních metod, při které se provádí třídění spermatických buněk dle pohlaví, je technologie BSST (Beltsville Sperm Sexing Technology). Princip BSST spočívá v třídění fluorescenčně zbarvených spermií pomocí průtokového cytometru. Separace je založena na rozdílném obsahu DNA mezi spermatickými buňkami nesoucí chromozom X a Y. Dochází tak k oddělení chromozomu X od spermatu obsahující chromozom Y. V rámci živočišných druhů je rozdíl obsahu DNA variabilní. V případě prasat je tento rozdíl 3,6 % u samčích spermií nesoucí chromozom X (Johnson et al. 2005). Součástí celého procesu je zředění spermatu a jeho obarvení pro snazší identifikaci. V průtokovém cytometru je používáno laserové světlo, které osvětluje jednotlivé buňky při procházení v proudu tekutiny pod laserovým paprskem. Nejobtížnější částí je jednotné zbarvení buněk a zvolení jeho správné intenzity. Při různých se intenzitě zbarvení jednotlivých buněk ztrácí BSST technologie na účinnosti (Hofmo 2006).



Obrázek 4 BSST metoda sexace spermií (Seidel 2007).

CRISPR/Cas metoda

Nové metody již umožňují určování pohlaví na úrovni genomu. Mezi tyto metody patří i systém CRISPR/Cas. Oblast jménem SRY, která leží na chromozomu Y, funguje jako genetický přepínač vývoje samčího pohlaví. Dříve knockout gen SRY způsoboval u králíků a myší potlačený vývoj varlat u plodu, a měl za následek narození samčích potomků se samičím fenotypem. Stejně jako u dalších nových metod, je zde možnost předběžně změnit pohlaví potomka, avšak pro plné využití je potřeba stále dalších vyšetřování (Kurtz & Petersen 2019).

3.5.5 Metody snižování kančího pachu využívané v Evropě

Využívání jednotlivých metod chovu samců prasat a jejich procentuální zastoupení v zemích EU můžeme vidět v tabulce č.1. Portugalsko, Německo, Nizozemsko, Francie nebo například Španělsko jsou země, kde se výkrm kančků zařadil mezi nejčastěji používanou alternativu v eliminaci kančího pachu, jinou než chirurgickou metodou. Země jako Spojené Království či Irsko chirurgickou kastraci již plně nahradily výkrmem kanečků.

Tento výkrm má výhody spočívající hlavně ve vyžadování méně zdrojů při stejné masné produkci oproti kastratům, díky účinnější přeměně krmiv. Nevýhody však přetrvávají především v agresivním chování, nevhodných životních podmínkách a problematickém chování. Tyto aspekty mohou omezit používání této metody mezi zemědělci.

Imunokastrace se zdá být optimální náhradou pro chirurgickou kastraci. Vede ke zlepšení životních podmínek prasat včetně lepší kvality masa a ekonomickému zisku, což může v Evropě přispět k udržitelnosti produkce vepřového masa. Mezi země, které tuto metodu používají ve větším zastoupení, patří dle statistiky z roku 2019 (Kress et al. 2019) například Belgie.

Pro úspěch této metody je důležitá hlavně její účinnost. Stejně jako je tomu u mnoha vakcín, i na tuto vakcínu neodpovídalo minimum zvířat. Předpokládá se, že na Improvac v průměru negativně reagovalo jen 0 – 3 % prasat (Kress et al. 2019).

Tabulka 1 Populační podíly různých metod chovu samců prasat v Evropě (Kress et al. 2019).

Země	Kanci (%)	Imunokastráti (%)	Vepři (%)	Populace prasat (v tisících)
Německo	20	1	80	28,046
Španělsko	80	5	15	25,495
Dánsko	2	0	97	12,402
Holandsko	65	0	35	12,013
Francie	22	0,1	78	11,835
Itálie	2	5	93	8561
Belgie	8	15	80	6351
Rumunsko	0	5	95	5180
Spojené Království	98	1	2	4383
Maďarsko	1	0	99	2935
Rakousko	5	0	95	2846
Portugalsko	85	2,5	12,5	2014
Norsko	1	6	94	1644
Švýcarsko	5	2,5	92,5	1573
Česko	5	5	90	1548
Irsko	100	0	0	1468
Švédsko	1	9	90	1354
Finsko	4	0	96	1258
Slovensko	0	10	90	637
Lotyšsko	0	0	100	368
Estonsko	0	0	100	359
Slovensko	1	0	99	288
Makedonie	0	0	100	200
Lucembursko	1	0	99	90
Island	0	0	99	36
Celkem	34	2,8	63	132,884

Díky přehledu aktuálně nejvíce využívaných metod, které mají nahradit chirurgickou kastrací bez anestezie ve vybraných státech EU (viz tabulka 2), můžeme vidět, že nejvíce převládá využití chirurgické kastrace s analgezií (s použitím nesteroidního protizánětlivého léku Meloxicam) či anestezii. Některé státy využívaly tyto více šetrné metody již dříve, před jejich samotným doporučením. Většina států se však stále snaží najít pro ně nejvhodnější alternativu v této problematice, a s jejich využíváním a testováním začali později (Kress et al. 2019).

Tabulka 2 Národní strategie pro nahrazení chirurgické kastrace (Kress et al. 2019).

Země	Rok	Implementace alternativ
Norsko	2002	Lokální anestezie (lidokain) s analgezií (meloxikam)
Holandsko	2009	Chirurgická kastrace v anestezii pro vývozní trh
Německo	2009	Konec chirurgické kastrace odložen do roku 2020. Momentálně anestezie (isofluran), analgezie (meloxikam) vyžadována jen v organických chovech, imukastrace v chovech masných
Švýcarsko	2010	Anestezie (isofluran)
Dánsko	2011/2019	Analgezie (meloxikam), od r.2019 lokální anestezie (Prokain)
Belgie	2011	Chirurgická kastrace s analgezií (meloxikam) Imunokastrace pro maloobchod
Francie	2013	Analgezie (meloxikam)
Švédsko	2016	Lokální anestezie (lidokain) s analgezií (meloxikam)
Rakousko	2017	Analgezie (meloxikam)

4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo popsání vzniku kančího pachu a možnosti jeho eliminace.

Kančí pach je nepříjemný zápach vepřového masa, který se uvolňuje při jeho vaření nebo ohřevu. Setkáváme se s ním zejména u dospělých jedinců při změně hormonálního systému v dosažené pohlavní dospělosti. Hlavní příčinou kančího pachu jsou látky skatol, androstenon a dále také v menší míře indol a androstenol. Kančí pach můžeme detekovat dvěma způsoby. Buď pomocí objektivního nebo sensorického hodnocení. V rámci sensorického hodnocení se vyvíjí metoda detekce pomocí elektrického nosu, která ovšem stále potřebuje zdokonalit, kvůli nedostatečné technologii senzorů.

Spotřeba vepřového masa stále stoupá a díky omezení chirurgické kastrace je aktuálním problémem najít k ní vhodné alternativy. Chirurgická kastrace bez anestezie je u nás povolena do 7 dní věku selat. Tato metoda je finančně nenáročná, rychlá, efektivní, avšak bolestivá a v nesouladu se zvířecím welfare. Kastrování jedinci mají také menší přírůstky a vyšší úmrtnost. Mezi možné alternativy patří kastrace s použitím analgetik a anestetik. Díky potlačení bolesti je tato metoda šetrnější, a i přes finanční náročnost stále v evropských zemích často využívána.

Nejlepším řešením se zdá být imunologická kastrace. K té dochází po aplikaci imunovakcíny Improvac, která stimuluje imunitní systém proti samčím hormonům. I přes mnoho pozitivních účinků, mezi které patří rychlejší a větší růstová schopnost, je hlavním problémem imunokastrace, kromě možných zdravotních komplikací, i lidský faktor. Chovatel může některého kance vynechat či nedodržet vakcinační schéma. Pro chovatele znamená využívání imunokastrace investici do vakcíny a do proškolení zaměstnance, který bude vakcinaci provádět. Při dodržování všech zásad má tato metoda však skvělé výsledky s minimem negativně reagujících zvířat.

Další možnou alternativou je chov kanečků do porážkové hmotnosti. Nekastrovaní kanečci mají lepší růstovou schopnost a využití krmiva. Výrazná nevýhoda této metody však spočívá v agresivním chování kanečků, kteří si mohou navzájem způsobit zranění. Proto je tato metoda pro chovatele obtížnější, z důvodu zajištění vhodných podmínek ustájení a psychické pohody zvířat.

Sexace spermii je metoda, která se stále rozvíjí a zdokonaluje, aby se mohla v budoucnu častěji využívat.

5 Literatura

- Adzitey F, Nurul H. 2011. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences. *International Food Research Journal* **18**:11-20.
- Altera J, Alterová L. 2007. *Zpracování masa v kostce aneb nejen zabijačka*. Profi Press, Praha.
- Amills M. 2016. The genetic landscape of intramuscular fat content and composition in pigs. *Journal of Animal Science* **94**:381.
- Bone Ch, Anderson C, Lou Y, Squires EJ. 2019. The characterization of androstenone transport in boar plasma. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* **185**:218-224.
- Borell E, Baumgartner J, Giersing M, Jaggin N, Prunier A, Tuytens FAM, Edwards SA. 2009. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal* **11**:1488-1496.
- Breeding potential of selection against boar taint. *Züchtungskunde* **84**:394-411.
- Brun A, Font-i-Furnols M, Gispert M. 2018. Intramuscular fat content in different muscles, locations, weights and genotype-sexes and its prediction in live pigs with computed tomography. *Cambridge University Press* **13**:666-674.
- Cosgrove M, Flynn A, Kiely M. 2005. Consumption of red meat, white meat and processed meat in Irish adults in relation to dietary quality. *British Journal of Nutrition* **93**:933-942.
- Čandek-Potokar M, Škrlep M, Zamaratskaia G. 2017. Immunocastration as Alternative to Surgical Castration in Pigs. *Theriogenology* **6**:109-126.
- Dostálová A, Koucký M, Průšová V. 2012. Výkrm kanečků v podmínkách ekologického zemědělství. Česká technologická platforma pro ekologické zemědělství. Praha Uhřetěves. Available from https://aa.ecn.cz/img_upload/8d8825f1d3b154e160e6e5c97cf9b8b3/projektvuzv1.pdf (accessed December 2019).
- Duijvesteijn N, Knol EF, Merks JWM, Crooijmans RPMA, Groenen MAM, Bovenhuis H, Harlizius B. 2010. A genome-wide association study on androstenone levels in pigs reveals a cluster of candidate genes on chromosome 6. *BioMedCentral Genetics* **11**:42.
- Dunshen FR, Colantoni C, Howard K, McCauley I, Jackson P, Long KA, Lopaticki S, Nugent EA, Simons JA, Walker J, Hennessy DP. 2001. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increase growth performance. *American Society of Animal Science* **79**:2524-2535.
- Frieden L, Looft C, Tholen E. 2011. Breeding for reduce boar taint. *Lohmann information* **46**:21.
- Grandin T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science* **75**:249-257.
- Hansen LL, Larsen AE, Jensen BB, Hansen-Moller J. 1994. Influence of stocking rate and faeces deposition in the pen at different temperatures on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. *Animal science* **59**:99-110.
- Hansen LL, Mejer H, Thamsborg SM, Byrne DV, Roepstorff A, Karlsson AH, Hansen-Moller J, Jensen MT, Tuomola M. 2006. Influence of chicory roots (*Cichorium intibus L.*) on boar taint in entire male and female pigs. *Animal science* **82**:1-11.

- Hansen-Møller J. 1994. Rapid High-Performance Liquid Chromatographic Method for Simultaneous Determination of Androstenone, Skatole and Indole in Back Fat from Pigs. *Journal of Chromatography B* **661**:219-230.
- Heyrman E, Kowalski E, Milleta S, Tuytens FAM, Ampe B, Janssens S, Buys N, Wauters J, Vanhaecke L, Aluwe 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.
- Hocquette JF, Gondret F, Baéza E, Médale F. 2009. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. Cambridge University Press **4**:303-319.
- Hofmo PO. 2006. Sperm sorting and low-dose insemination in the pig – an update. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**:11.
- Holinger M, Früh B, Hillman E. 2015. Group composition for fattening entire male pigs under enriched housing conditions—Influences on behaviour, injuries and boar taint compounds. *Applied Animal Behaviour Science* **165**:47-56.
- Jia W, Liang G, Wang Y, Wang J. 2018. Electronic Noses as a Powerful Tool for Assessing Meat Quality. *Food Analytical Methods* **11**:2916-2924.
- Johnson LA, Rath D, Vazquez JM, Maxwell WMC, Dobrinsky JR. 2005. Preselection of sex of offspring in swine for production: current status of the process and its application. *Theriogenology* **63**:615-624.
- Kluyvers-Poodt M, Hopster H, Spooler HAM. 2007. Castration under anaesthesia and/or analgesia in commercial pig production. *Animal Sciences Group* **85**:1-82.
- Kress K, Millet S, Labussiere E, Weiler U, Stefanski V. 2019. Sustainability of Pork Production with Immunocastration in Europe. *Sustainability* **11**:3335
- Kurtz S, Petersen B. 2019. Pre-determination of sex in pigs by application of CRISPR/Cas system for genome editing. *Theriogenology* **137**:67-74.
- Kyriazakis I, Whittemore CT. 2006. *Whittemore's Science and Practise of Pig Production*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Liu F, Cottrell JJ, Furness JB, Rivera LR, Kelly FW, Wijesiriwardana U, Pustovit RV, Fothergill LJ, Bravo DM, Celi P, Leury BJ, Gabler NK, Dunshea FR. 2016. Selenium and vitamin E together improve intestinal epithelial barrier function and alleviate oxidative stress in heat-stressed pigs. *Experimental Physiology* **101**:801-810.
- Looft C, Frieden L, Neuhoff C, Grosse-Brinkhaus C, Cinar MU, Schellander K, Tholen E. 2012. Breeding potential of selection against boar taint. *Züchtungskunde* **84**:394-411.
- Mabood F, Boqué R, Alkindi AY, Al-Harrasi A, Al Amri IS, Boukra S, Jabeen F, Hussain J, Abbas G, Naureen Z, Haq QMI, Shah HH, Khan A, Khalaf SK, Kadim I. 2020. Fast detection and quantification of pork meat in other meats by reflectance FT-NIR spectroscopy and multivariate analysis. *Meat Science* **163**:108084.
- Mainau D, Temple D, Manteca X. 2013. Effect of castration on the welfare of pigs. The Farm Animal Welfare Education Centre. Available from <https://www.fawec.org/en/fact-sheets/36-swine/113-effect-of-castration-on-the-welfare-of-pigs> (accessed February 2020).

- Marvan F, Vernerová E, Hložánková E, Hampl A, Kresan J, Massanyi L. 1992. Morfologie hospodářských zvířat. Česká zemědělská univerzita v Praze v Nakladatelství Brázda, Praha.
- Morales J, Dereu A, Manso A, de Frutos L, Pineiro C, Manzanilla EG, Wuyts N. 2017. Surgical castration with pain relief affects the health and productive performance of pigs in the suckling period. *Porcine Health Management* **3**:18.
- Okrouhlá M, Stupka R, Čítek J, Urbanová D, Vehovský K, Kouřimská L. 2016. HPLC stanovení androstenonu, skatolu a indolu ve hřbetním tuku prasat. *Chemické Listy* **110**:593-597.
- Parois S, Zemb O, Prunier A. 2017. Influence des conditions de logement sur la production et le stockage du scatol et de l'indole chez le porc mâle entier. *Journées Recherche Porcine* **49**:163-168.
- Pinto RP, Reis NN, Barbosa C, Vaz-Velho M. 2018. Sensory evaluation of meat from entire male pigs raised with different feeding and housing conditions. *Millenium* **7**:59-65.
- 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. *Universities Federation for Animal Welfare* **15**:277-289.
- Prýmas L. 2015. Co přinese zákaz chirurgické kastrace kanečků? *Náš Chov*. Available from <https://www.naschov.cz/co-prinese-zakaz-chirurgicke-kastrace-kanecku/> (accessed February 2020).
- 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, Praha.
- Reece WO. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada Publishing a.s., Praha.
- Schiele DM. 2010. *Untersuchungen über den Einsatz von topischer Kryobehandlung und Lokalanästhesie bei der Kastration männlicher Saugferkel [Dissertation]*. Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- Sjaastad OV, Hove K, Sand O. 2010. *Physiology of domestic animals*. Scandinavian Veterinary Press, Norsko.
- Smital J. 2016. Vlivy působící na plodnost kanců. *Agromagazín* **17**:5-8.
- Spinaci M, Perteghella S, Chlapanidas T, Galeati G, Vigo D, Tamanini C, Bucci D. 2016. Storage of sexed boar spermatozoa: Limits and perspective. *Theriogenology* **85**:65-73.
- Stupka R, Šprysl M, Čítek J. 2009. *Základy chovu prasat*. Power Print, Praha 6.
- Stupka R, Čítek J, Vehovský K, Zadinová K, Okrouhlá M, Urbanová D, Stádník L. 2017. Effects of Immunocastration on Growth Performance, Body Composition, Meat Quality, and Boar Taint. *Czech Journal of Animal Science* **62**:249-258.
- Škrlep M, Batorek N, Bonneau M, Prevolnik M, Kubale V, Candek-Potokar M. 2012. Effect of immunocastration in group-housed commercial fattening pigs on reproductive organs, malodorous compounds, carcass and meat quality. *Czech Journal of Animal Science* **57**:29-299.

- Urbanová D, Stupka R, Okrouhlá M, Čítek J, Vehovský K, Zadinová K. 2016. Nutritional Effects on Boar Taint in Entire Male Pigs. *Scientia agriculturae bohemica* **47**:154-163.
- Waberski D, Riesenbeck A, Schulze M, Weitze KF, Johnson L. 2019. Application of preserved boar semen for artificial insemination: Past, present and future challenges. *Theriogenology* **137**:2-7.
- Weiler U, Bonneau M. 2019. Why it is so difficult to end surgical castration of boars in Europe: Pros and cons of alternatives to piglet castration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **333**:22-25.
- 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.
- Wojnowski W, Majchrzak T, Dymerski T, Gebicki J, Namiesnik J. 2017. Electronic noses: Powerful tools in meat quality assessment. *Meat Science* **131**:119-131.
- Yokoyama MT, Carlson JR. 1979. Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract with special reference to skatole. *The American Journal of Clinical Nutrition* **32**:173-178.
- Zadinová K, Stupka R, Stratil A, Čítek J, Vehovský K, Urbanová D. 2016. Boar taint – the effects of selected candidate genes associated with androstenone and skatole levels: a review. *Animal Sciences Papers and Reports* **34**:107-128.

6 Seznam použitých zkratek a symbolů

%	-	procenta
BSST	-	Beltsville Sperm Sexing Technology
DFD	-	dark, firm, dry (tmavé, tuhé, suché)
DHEA	-	dehydroepiandrosteron
GIT	-	gastrointestinální trakt
GnRH	-	gonadotropiny uvolňující hormon
HPLC	-	vysokoúčinná kapalinová chromatografie
IMT	-	intramuskulární tuk
KG	-	kilogram
MHS	-	syndrom zhoubné hypertermie
MK	-	mastné kyseliny
PSE	-	pale, soft, exudative (bledé, měkké, vodnaté)
SNP	-	jednonukleotidové polymorfismy

7 Seznam tabulek a obrázků

7.1 Seznam tabulek

Tabulka 1 Populační podíly různých metod chovu samců prasat v Evropě (Kress et al. 2019) 27

Tabulka 2 Národní strategie pro nahrazení chirurgické kastrace (Kress et al. 2019).....28

7.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 Znázornění účinků imunokastrace v organismu prasete (Borell et al. 2018)22

Obrázek 2 Vakcinátor využívaný pro imunokastrační vakcínu (Schildman 2019).....23

Obrázek 3 Fixace kanečků při kastraci (Temple et al. 2013).....24

Obrázek 4 BSST metoda sexace spermií (Seidel 2007).....26