

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Eliminace kančího pachu ve výkrmu kanců**

**Bakalářská práce**

**Klára Rusiňáková**

**Chovatelství**

**Ing. Kateřina Zadinová, Ph.D.**

**©2023 ČZU v Praze**

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Eliminace kančího pachu ve výkrmu kanců" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4.2023

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Kateřině Zadinové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při vypracovávání této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat mým přátelům za jejich podporu během studia. Mé díky také patří PhDr. Zdeňce Sládečkové za její neocenitelnou pomoc při psaní této práce.

# Eliminace kančího pachu ve výkrmu kanců

## Souhrn

Kančí pach se vyskytuje u nekastrovaných kanců a způsobuje nepříjemný zápach a chuť u vepřového masa. Tuto vadu způsobují 3 hlavní komponenty a to androstenon, skatol a indol. Androstenon se tvoří, stejně jako testosteron, v Leydigových buňkách varlat z prekursoru cholesterolu. Syntéza skatolu a indolu probíhá v trávicím traktu za pomoci střevních bakterií z dostupné aminokyseliny tryptofanu. Degradace těchto 3 složek probíhá v játrech. Určité množství však metabolismu nepodléhá a ukládá se v tukové tkáni, což má za následek vznik kančího pachu.

Tento problém se může řešit pomocí kastrace kanečků. Tato metoda je také celosvětově nejrozšířenějším způsobem, jak se zbavit kančího pachu. Díky kastraci také dochází k eliminaci agresivního a pohlavního chování, což je v chovu jatečných prasat velmi žádoucí. Kastrace se většinou provádí bez užití látek tlumících bolest, a právě to je jeden z důvodů, proč je velká snaha o zařazení alternativních metod k eliminaci kančího pachu ve výkrmu.

Jednou z alternativ je využití anestezie a analgezie, díky nimž by došlo k výrazné redukci bolesti během a po zákroku. Tato metoda je však po ekonomické stránce nákladná a je třeba selata po kastraci často sledovat. Další možností je využití znalostí genetiky prasat. Některá plemena mají větší predispozice k tvorbě kančího pachu než jiná a díky selekci je možné vytvořit takové linie, u kterých se bude tato vlastnost vyskytovat minimálně. S moderními poznatky z genetiky je také možné vytvořit GMO prasata, u kterých bude kančí pach eliminován. Intenzitu kančího pachu lze ovlivnit také výživou, např. přidáním čekanky, topinamburu nebo bramborového škrobu do krmné dávky. Čistota prostředí také hraje důležitou roli, zejména v intenzitě ukládání skatolu do tukové tkáně. Další možností je využití různých chemických komponent, např. stříbra či zinku, ke kastraci kanečků. Tento způsob se spíše využívá např. u toulavých zvířat. Imunokastrace je potenciální alternativou chirurgické kastrace, která je podávána injekčně do varlat. Nicméně tato metoda není v lidské populaci moc dobře vnímána, a to ze strachu z reziduí látek obsažených v mase. Další možností je výkrm kanečků, který se praktikuje např. ve Spojeném království nebo Španělsku. Tento způsob výkrmu má však několik nevýhod, včetně nutnosti zajištění efektivního detekčního systému kančího pachu na jatkách.

**Klíčová slova:** kančí pach, výkrm kanců, kastrace, androstenon, skatol

# Elimination of boar taint in boar fattening

## Summary

Boar taint is occurred in non-castrated boars and causes unpleasant odor and taste in pork meat. This defect is caused by 3 main components such as androstenone, skatole and indole. Androstenone is produced, like testosterone, in Leydig cells of testis from precursore cholesterol. Synthesis of skatole and indole takes place in digestive system with the help of gut bacteria from available amino acid tryptophan. Degradation of these 3 compounds takes place in liver. Certain amount of compounds is not involved in metabolism and is accumulated in adipose tissue which results in creation of boar taint.

This problem can be resolved with castration of male piglets. This method is also the most widespread way of boar taint elimination. Castration also cause the reduction of aggressive and sexual behaviour in boars which is really desirable in pig production. Castration is mostly performed without any pain relievers and this is one of the reasons why there is a great effort about inclusion of alternative methods of elimination of boar taint in boar fattening.

One of these alternatives is including use of anesthesia and analgesia which results in significant reduction of pain during and after the procedure. However, this method is quite expensive and increased monitoring of piglets after castration is required. Another possibility is the use of knowledge in pig genetics. Some breeds have higher predisposition for boar taint accumulation than others and it is possible to create some taint-free lines with selective breeding. With modern genetics it is also possible to create GMO taint-free pigs. The boar taint intensity can be reduced with diet for example with adding the chicory, Jerusalem artichoke and potato starch to feed. The cleanliness of the environment also plays the important role especially in accumulation of skatole in adipose tissue. Another possibility is using various chemical compounds like silver and zinc for boar castration. The use of this method is, however, more frequent in stray animals. Immunocastration is good alternative of chirurgical castration of piglets. The substance is applied via injection to the testes. However this method is not well perceived by consumers because of the fear from residues in meat. Another option is boar fattening, which is practised for example in UK or Spain. This type of fattening have several disadvantages including necessity of effective detection system of boar taint in slaughterhouses.

**Keywords:** boar taint, boar fattening, castration, androstenone, skatole

# Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce .....	8
3 Literární rešerše .....	9
3.1 Kančí pach .....	9
3.1.1 Původce kančího pachu .....	9
3.1.1.1 Androstenon.....	9
3.1.1.2 Skatol.....	11
3.1.1.3 Indol.....	13
3.2 Eliminace kančího pachu .....	13
3.2.1 Chirurgická kastrace.....	13
3.2.1.1 Historie kastrace a její legislativa.....	13
3.2.1.2 Postup při kastraci .....	15
3.2.1.3 Vliv kastrace na produkční vlastnosti.....	16
3.2.1.4 Kastrace a welfare prasat .....	17
3.2.1.5 Látky tlumící bolest při kastraci.....	19
3.2.2 Alternativní metody eliminace kančího pachu.....	20
3.2.2.1 Genetika .....	20
3.2.2.2 Výživa zvířat .....	23
3.2.2.3 Vlivy ustájení a ošetřování .....	27
3.2.2.4 Chemická kastrace.....	29
3.2.2.5 Imunokastrace .....	30
3.2.2.6 Výkrm kanečků .....	33
3.2.2.7 Sexace spermíí .....	41
4 Závěr .....	44
5 Literatura .....	45

# 1 Úvod

Výskyt kančího pachu je odjakživa problémem, se kterým se setkáváme v chovu prasat. Nejčastěji využívanou metodou, jak se zbavit kančího pachu ve výkrmu, je kastrace kanečků krátce po narození. Tato procedura však neodmyslitelně způsobuje bolest u novorozených selat. Z tohoto důvodu se v posledních letech usiluje o zařazení alternativních metod eliminace kančího pachu, které jsou příznivější z pohledu welfare zvířat. Pro každou uvedenou metodu je nezbytná znalost procesu syntézy a metabolismu jednotlivých komponent kančího pachu. Kastrace se provádí právě proto, že hlavní složka androstenon se syntetizuje právě ve varlatech.

Kromě klasické chirurgické kastrace můžeme zvolit také cestu chemické kastrace nebo tzv. imunokastrace. Některé státy se rozhodly vydat jinou cestou a dosud vykrmují kanečky, často však do nízké hmotnosti, aby nedošlo k rozvoji kančího pachu, což se však negativně odrazí na ekonomice výkrmu. Při výkrmu kanečků je také nezbytné dodržovat určitá opatření, aby byla prevalence kančího pachu co nejmenší. Je třeba vybrat správná plemena v hybridizačním programu, zvolit vhodný typ krmení a nezbytné je také dbát na hygienu provozu. Výkrm kanečků je tedy poměrně náročný a finančně nákladný na provoz. Dalšími potenciálními metodami, které by mohly být využitelné v budoucnosti, je sexování spermií, jejíž cílem by byla produkce pouze prasniček k výkrmu, a tvorba GMO prasat, u nichž by byl kančí pach eliminován.

## **2 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce bylo na základě dostupné vědecké literatury charakterizovat kančí pach a rozvést jeho hlavní komponenty, včetně jejich syntézy a metabolismu. Další část práce se zaměřuje již na jednotlivé možnosti eliminace kančího pachu, popisuje jejich přednosti, ale také nevýhody.



## 3 Literární rešerše

### 3.1 Kančí pach

Kančí pach lze charakterizovat jako nepříjemný zápach nebo chuť vepřového masa, který se vyskytuje u nekastrovaných kanců (Heyrman et al. 2021). Je podobný zápachu moči a výkalů (Lee et al. 2004; Zadinová et al. 2016) a tento nepříjemný odér se projevuje zejména po tepelné úpravě kančího masa, které obsahuje větší množství tuku (Lee et al. 2004; Faldyna et al. 2018). Mezi tři hlavní komponenty kančího pachu řadíme androstenon, skatol a indol. Všechny tyto sloučeniny jsou lipofilní povahy a mají schopnost kumulace v tuku zvířat (Heyrman et al. 2021). Tyto látky spolu s dalšími méně významnými, jako je např. androstenol či 4-fenyl-3-buten-2-on, tvoří komplex sloučenin, které mají za následek vznik různé intenzity kančího pachu u prasat (Zamaratskaia & Squires 2009).

#### 3.1.1 Původce kančího pachu

##### 3.1.1.1 Androstenon

Chemická sloučenina  $5\alpha$ -androst-16-en-3-on, neboli androstenon, je feromon steroidní povahy zapáchající po moči (Bonneau & Weiler 2019) a chutí připomínající siláž či pastinák (Borrisser-Pairó et al. 2017). Jeho funkcí v přírodě je stimulace reprodukce a navození sexuálního chování prasnic (Squires et al. 2020). Právě to je jeden z důvodů, proč je vhodné chovat kance v reprodukční stádiu spolu s prasnicemi. Nejenom z důvodu vyhledávání říje, ale jejich přítomnost také stimuluje pohlavní cyklus prasnic, a tudíž jsou jejich říje pravidelné a intenzivnějšího charakteru (Kemp et al. 2005).

Syntéza androstenonu probíhá ve varlotech, konkrétně v Leydigových buňkách (Zamaratskaia & Squires 2009). Jeho produkce začíná v období pohlavní dospělosti (Squires et al. 2020) stejně jako u dalšího pohlavního hormonu testosteronu, který též vzniká v Leydigových buňkách (Chen et al. 2009). Mezi těmito sloučeninami existuje určitá spojitost a dle výzkumu Lervik et al. (2013) můžeme říci, že korelace mezi těmito látkami obsaženými v krvi dosahuje hodnot od 0,45 do 0,95. Obecně se má za to, že hladina androstenonu a testosteronu je u dominantnějších jedinců vyšší, než u jiných submisivnějších kanců (Squires et al. 2020). V menší míře se tato sloučenina vyskytuje i u kastrátů či dokonce u prasnic, kde vzniká v kůře nadledvin nebo ve vaječnicích (Zamaratskaia & Squires 2009).

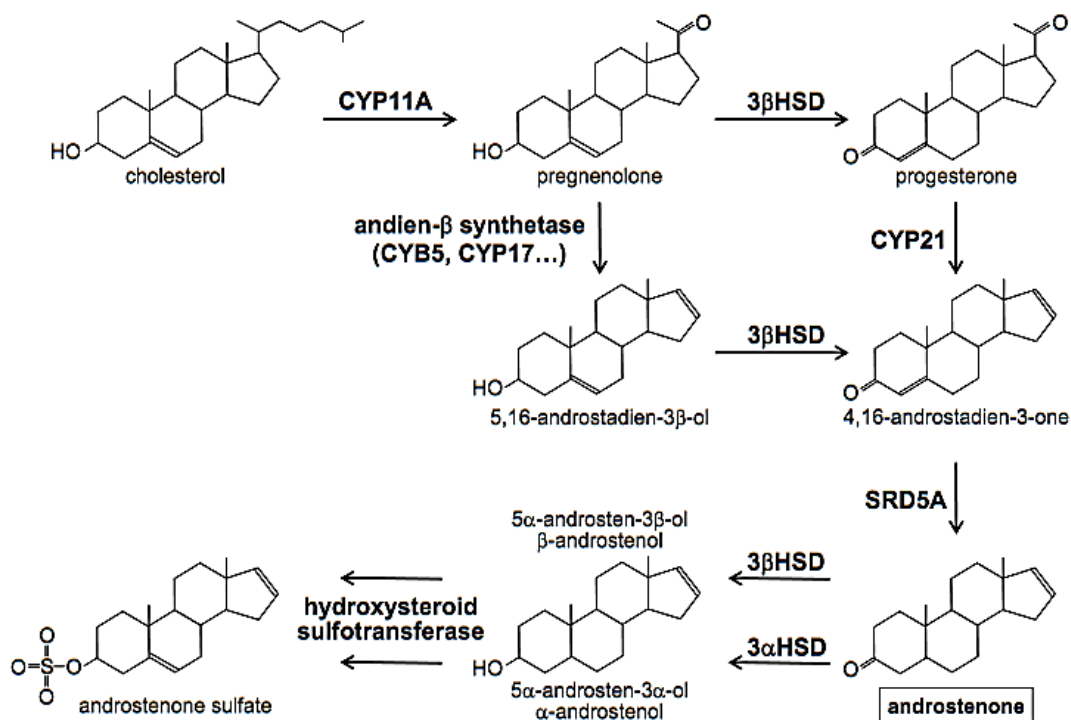
Stimulace tvorby androstenonu je řízena neurohumorálně. Z hypothalamu je uvolněn GnRH neboli gonadotropin-releasing hormone, který řídí tvorbu luteinizačního hormonu (LH). Ten se váže na receptory Leydigových buněk a spouští tzv. steroidogenezi (Claus et al. 1994; Squires et al. 2020). Prekurzorem všech steroidních látek je cholesterol. Odštěpením postranního řetězce vzniká sloučenina nazývaná pregnenolon (Robic et al. 2008), z které poté vzniká androstadienol (Squires et al. 2020). Dále Squires et al. (2020) uvádí, že se z této látky stává androstadienon, který je reduktázami štěpen na výsledný androstenon.

Metabolismus androstenonu probíhá ve 2 fázích, a to ve varlotech a dále v játrech (Zadinová et al. 2016; Squires et al. 2020). Poměrně velká část molekul androstenonu je krátce po syntéze ve varlotech degradována (Zamaratskaia & Squires 2009). Robic et al. (2008) ve své studii

uvádějí, že snížená schopnost degradace androstenonu již ve varletní tkáni má za následek zvýšenou koncentraci sloučeniny v tuku zvířat.

V první fázi dochází ke vzniku androstenolů, které jsou výsledkem redukce hydroxylové skupiny z androstenonu (Squires et al. 2020). Pomocí enzymu 3 $\alpha$ -HSD dochází k odštěpení 3 $\alpha$ -hydroxylové skupiny a vzniká tak 3 $\alpha$ -androstenol. Stejným způsobem vzniká i druhý metabolit, 3 $\beta$ -androstenol, u kterého však tvorbu spouští enzym 3 $\beta$ -HSD (Zamaratskaia & Squires 2009). Tento druh metabolitu je produkován ve větší míře, než je tomu u 3 $\alpha$ -androstenolu, a jeho tvorba úzce souvisí s množstvím androstenonu v tukové tkáni. Pokud je v játrech malé množství enzymu 3 $\beta$ -HSD, dochází k degradaci pouze malé části vzniklého androstenonu, a tudíž se velká část této sloučeniny ukládá v tuku zvířat (Robic et al. 2008; Zadinová et al. 2016).

Poté nastává druhá fáze, ve které dochází ke vzniku konjugátů z androstenonu a metabolitů vzniklých v první fázi. Výsledkem je vznik sulfátů a glukuronidů, které vznikají za působení enzymů SULT2A1 a UGTs (UDP-glucuronosyltransferase) (Squires et al. 2020). Některé dřívější studie také tvrdily, že vliv na metabolismus androstenonu (konkrétně na sulfo-konjugaci) by také mohl mít enzym SULT2B1 (Zamaratskaia & Squires 2009), ale v pozdějším výzkumu byla tato teorie vyvrácena (Squires et al. 2020).



Obr. 1: Znárodnění syntézy androstenonu a jeho následného metabolismu včetně působících enzymů (Robic et al. 2008).

Androstenon, který nepodléhá degradaci ve varlatech či játrech, putuje krevním oběhem do cílových orgánů. Jedním z nich jsou slinné žlázy, konkrétně podčelistní slinná žláza, kde se androstenon váže na bílkovinu pheromaxein (Zamaratskaia & Squires 2009; Squires et al. 2020). Poté dochází ke štěpení androstenonu na androstenoly, které se spolu se slinami uvolňují do vnějšího prostředí, a mají poté významnou funkci v životě prasat. V dalším případě se

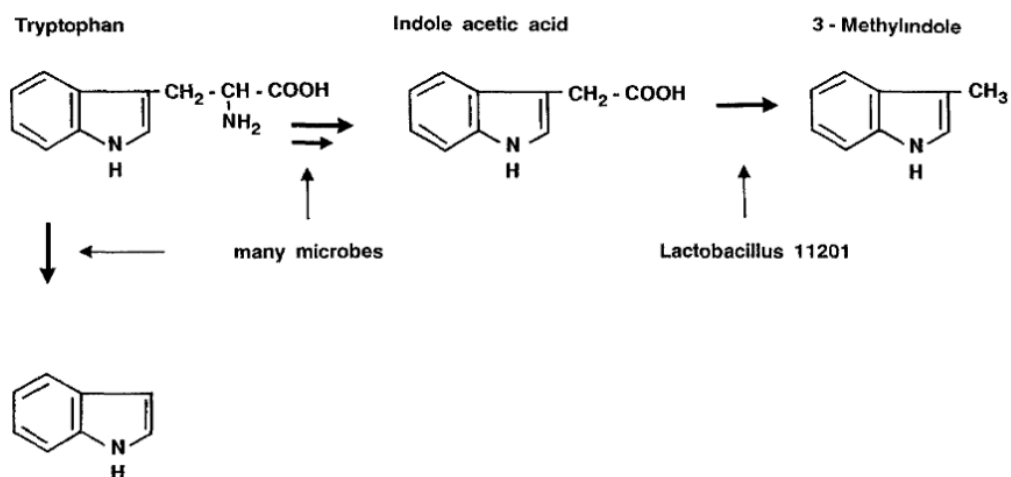
androstenon ukládá v tukové tkáni zvířat, kde tvoří jednu z hlavních složek způsobujících kančí pach (Bonneau & Weiler 2019).

Koncentrace androstenonu v tukové tkáni kanců se může značně lišit. Zamaratskaia et al. (2004) uvádějí, že se v tuku průměrně vyskytuje 0,5 až 1  $\mu\text{g}$  androstenonu na 1 g tuku, nicméně Bonneau a Weiler (2019) ve svém článku tvrdí, že tato hodnota může vystoupat až na 10  $\mu\text{g}/1$  g tuku. Velká část populace však není schopna androstenon v mase vycítit, a to až 50 % konzumentů (Borrisser-Pairó et al. 2017). Citlivější jsou na tuto sloučeninu ženy, které v 9/10 případů jsou schopné androstenon rozpoznat. Naopak spousta mužů je vůči androstenonu anosmických, tj. nejsou schopni tuto látku v mase vycítit, a to až v 50 % případech (Smital 2020). Naopak skatol, který je další složkou kančího pachu, je konzumenty detekován ve většině případů, a to až z 99 % (Borrisser-Pairó et al. 2017).

### 3.1.1.2. Skatol

Skatol, neboli 3-methylindol, je jeden z dalších významných komponentů způsobujících kančí pach a dle Bonneau a Weiler (2019) zapáchá po výkalech. Na rozdíl od androstenonu, který se syntetizuje ve varlatech, vzniká tato sloučenina v zažívacím traktu zvířat. Zatímco u přežvýkavců vzniká skatol v bachoru, u monogastrických zvířat, mezi která patří i prasata, probíhá syntéza v tlustém střevě (Claus et al. 1994).

Tato látka vzniká z aminokyseliny tryptofanu během degradace bílkovin za účasti střevních bakterií (Zadinová et al. 2016). Mezi tyto bakterie patří *Escherichia coli* a klostridie (*Clostridium* spp.), které z tryptofanu syntetizují indol-3-oxalovou kyselinu. Z této sloučeniny je poté vytvořen skatol a to za pomoci bakterií rodu *Lactobacillus* a *Clostridium* (Zamaratskaia & Squires 2009). Množství skatolu, které vzniká v trávicím traktu zvířat, je u obou pohlaví stejné. Záleží na stupni degradace v játrech, který je u prasnic intenzivnější. Výsledná sloučenina skatolu proniká přes sliznici střeva a portální žilou putuje do jater, kde poté probíhá jeho metabolismus (Andresen 2006).



Obr. 2: Znázornění syntézy skatolu a indolu z aminokyseliny tryptofanu (Claus et al. 1994).

Metabolismus skatolu probíhá primárně v jaterní tkáni a má dvě fáze. V první (oxidativní) fázi dochází k připojení hydroxylové skupiny ke skatolu, která má v další fázi funkci schopnost konjugace (Zamaratskaia & Squires 2009; Zadinová et al. 2016; Squires et al. 2020). Většina této fáze probíhá za účasti enzymů skupiny P450 (neboli CYP). Tyto enzymy obsahují ve své molekule hem a nacházejí se v endoplazmatickém retikulu jaterních buněk (Zamaratskaia & Squires 2009). Z CYP enzymů mají nejvýznamnější roli dvě izoformy, a to CYP2E1 a CYP2A19 (Zamaratskaia & Squires 2009; Zadinová et al. 2016). Enzym CYP2E1 zahajuje degradaci skatolu. Molekuly skatolu, které se metabolismu neúčastní, putují krví do tukové tkáně prasat, kde se ukládají. Je dokázáno, že zvířata mající snížené hodnoty skatolu, mají zároveň v játrech velké zásoby enzymu CYP2E1 (Robic et al. 2008). Po této sloučenině se první fáze účastní další 2 látky, enzym CYP2A19 a nakonec aldehyd-oxidáza (Zamaratskaia & Squires 2009; Zadinová et al. 2016). Metabolitů, které vycházejí z této fáze, je celkem sedm. Mezi ně řadíme 3-methyloxindol, 2-aminoacetofenon, indol-3-karbinol, 5-hydroxy-3-methylindol, 6-hydroxy-3-methylindol, 3-hydroxy-3-methylindolenin a 3-hydroxy-3-methyloxindol (Zamaratskaia & Squires 2009). Tyto sloučeniny přecházejí do další fáze metabolismu skatolu, kde slouží jako prekurzory pro produkci sekundárních metabolitů (Deslandes et al. 2001).

Ve druhé fázi dochází k tzv. sulfo-konjugaci primárních metabolitů, které vznikly předchozími reakcemi. K této reakci dochází za působení enzymů fenol-sulfotransferázy (SULT1A1), glutathion-S-transferázy (GSTs) a UDP (uridine diphosphate-glucuronosyltransferase) (Zamaratskaia & Squires 2009). Vzniklým metabolitem je např. 6-sulfatoxy-3-methylindol, který nám u kanců může posloužit jako biomarker intenzity metabolismu skatolu (Squires et al. 2020). Mezi další metabolity druhé fáze řadíme 5-sulfatoxy-3-methylindol, 5-hydroxyskatol glucuronide, 6-hydroxyskatol glucuronide a skatol-glutathion. Díky konjugaci se z lipofilního skatolu stala látka hydrofilní, a proto se skatol může vylučovat z těla pomocí tělních tekutin, jako jsou výkaly nebo moč, případně se vyloučí spolu se žlučí v trávicím traktu zvířat (Zamaratskaia & Squires 2009).

Skatol, který nepodléhá metabolismu v játrech, se ukládá v tukové tkáni zvířat (Robic et al. 2008). U kanců je koncentrace skatolu značně vyšší, než je tomu u prasnic či vepřů. V minulosti nebylo možné tuto problematiku podrobně prozkoumat a tvrdilo se, že to nějakým způsobem souvisí s androstenonem, který ovlivňuje degradaci v játrech (Babol & Squires 1995). O téměř 20 let později se tato hypotéza prokázala. Nyní víme, že kanci mají skutečně sníženou úroveň degradace skatolu v játrech, a to nejenom díky androstenonu, ale také díky testosteronu a 17 $\beta$ -estradiolu. Tyto látky totiž inhibují funkci enzymů, s jejichž pomocí degradace skatolu probíhá (Bonneau & Weiler 2019). Koncentrace skatolu v tuku kanců se může značně lišit, a to díky vnějším podmínkám prostředí. Výživa zvířat, čistota ustájení, antibiotika a spousta dalších faktorů mají na produkci skatolu velký vliv (Deslandes et al. 2001). Nicméně Zamaratskaia et al. (2004) ve své práci uvádějí, že průměrná koncentrace skatolu nabývá hodnot od 0,20 do 0,25  $\mu\text{g}$  na 1 g tuku, ale u některých kanců mohou tyto hodnoty dosáhnout až 1,0  $\mu\text{g}/1$  g tuku (Bonneau & Weiler 2019).

Oproti androstenonu, který plní funkci feromonu u kanců, nemá skatol žádnou fyziologickou funkci (Andresen 2006). Není pro prasata nijak nebezpečný, nicméně u přežvýkavců působí značné potíže. U nich figuruje skatol jako pneumotoxin, který způsobuje degeneraci plicní tkáně. Výsledkem jeho působení může být vznik plicních edémů nebo rozedmy plic. Skatol je

také toxický pro bachorovou mikroflóru, což může vést k dalším zdravotním obtížím. Prevencí vzniku skatolu u přežvýkavců je především správná výživa. Důležitý je zejména pozvolný návyk na změnu krmiva (Deslandes et al. 2001). Mezi další preventivní opatření řadíme i organizaci pastvy. Zvířata přemísťujeme na novou pastvu i přesto, že dosavadní pastvina nebyla zcela vypásána. Pokud je na nové pastvině příliš na živiny bohatý porost, je lepší na danou pastvinu umístit méně citlivá zvířata, např. koně nebo mladý skot, který prozatím není zatížen produkcí. Musí se také dbát na kvalitu píce, protože i méně kvalitní porost může způsobit plicní obtíže u přežvýkavců (Carlson & Breeze 1983).

Dle výzkumu Deslandes et al. (2001) můžeme tvrdit, že přítomnost skatolu v trávicím traktu zvířat ovlivňuje tamější mikroorganismy. Má bakteriostatické účinky na gram-negativní bakterie, jako je např. *Salmonella*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Proteus*, *Eberthella* nebo *Shigella*. Z gram-pozitivních bakterií inhibuje růst a fermentaci u *Lactobacillus acidophilus*.

### 3.1.1.3 Indol

Na vzniku kančího pachu se dále podílí indol, který je ale méně významný než předchozí dvě sloučeniny (Chen et al. 2007). Většina indolu vzniká ve slepém střevě (*caecum*), na rozdíl od skatolu, který se tvoří primárně v konečníku (*rectum*) prasat (Claus et al. 1994). Syntéza této látky probíhá obdobně jako u skatolu, z aminokyseliny tryptofanu pomocí střevních mikroorganismů (Chen et al. 2007). Bakterií, které spouští syntézu indolu z dostupné aminokyseliny, je mnohem více, než je tomu u skatolu (Jensen 2006). Z tryptofanu se tedy stává buď indol nebo kyselina indol-3-octová, z které poté vzniká skatol (Deslandes et al. 2001).

Vzniklý indol a skatol pronikají přes sliznici střeva do krevního oběhu. Pomocí krve se dopraví do jater, kde nastává jejich metabolismus. Degradace indolu probíhá obdobně jako u skatolu pomocí enzymů skupiny P450. Ty molekuly, které nepodléhají metabolismu, se krevním řečištěm dopraví do tukových zásob zvířat (Chen et al. 2007), z důvodu jejich afinity k lipidům (Deslandes et al. 2001). Yokoyama a Carlson (1979) ve své práci uvádějí, že produkce indolu ve střevech je o dost vyšší než u skatolu. Nicméně skatol má výraznější dopad na vznik kančího pachu, oproti indolu, jehož zápach není tak intenzivní.

## 3.2 Eliminace kančího pachu

### 3.2.1 Chirurgická kastrace

#### 3.2.1.1 Historie kastrace a její legislativa

Kastrace prasat se začala provádět již před mnoha lety. Původ této procedury zkoumal Mörlein (2020) a ve své práci uvádí následující fakta. Prase domácí, lat. *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758), bylo domestikováno okolo roku 10 000 př.n.l. a první důkazy o kastraci prasat byly nalezeny již roku 1000 př.n.l. v oblasti Středozeří. O několik století později bylo ve Starověkém Římě napsáno mnoho publikací týkajících se zemědělství a jejichž tématem byla také kastrace prasat. Nicméně v té době se tato operace prováděla velmi odlišně, než ji známe dnes. Právě v těchto knihách se uvádí, že nejlepší je kastrovat kance minimálně ve věku jednoho roku. V té době byl chov prasat samozřejmě na jiné úrovni než dnes, vyvstává však otázka, jestli kastrace v tomto pokročilém věku opravdu přispěla k eliminaci pachu či sloužila k jinému

účelu, např. ke snížení agrese u kanců. Další spisy pocházející z 18. století potvrzují užití kastrace za účelem zamezení nežádoucího páření a snížení agresivního chování u kanců. V té době se tedy kančí pach nejevil jako velký problém, ale kastrace byla často prováděna díky těmto a dalším benefitům. Vepřáci mají také vyšší podíl sádla oproti kanečkům, což bylo dříve velice ceněno (Squires et al. 2020).

V dnešní době je cílem společnosti odstoupit od kastrace kanečků a najít náhradní řešení eliminace kančího pachu. V dřívějších letech se řešily zejména produkční vlastnosti, které bývají u vepřáků horší. Nicméně v posledních 2 dekadách se dostává do popředí také welfare prasat (Aldal et al. 2005).

V roce 2010 se v Bruselu konala konference ohledně zákazu kastrace kanečků. Tam bylo navrženo, aby se od roku 2012 používala při kastraci anestezie nebo analgezie a od roku 2018 by byl tento úkon zakázán úplně. Několik evropských velmocí v produkci vepřového masa s tímto návrhem souhlasilo, avšak plošný zákaz se v EU nikdy neuskutečnil. Z tohoto důvodu je kladen důraz na nalezení vhodné alternativy, která by vyřešila otázku eliminace kančího pachu. (Aluwé et al. 2015; Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020).

V roce 2009 byla v EU využívána výhradně kastrace kanečků a to z 80 až 100 % (Bekaert et al. 2012). Dnes tato hodnota klesla na 75 %. Ve východní části Evropy a také v ČR je toto číslo značně vyšší (Bonneau & Weiler 2019).

Chirurgická kastrace je zakázána v několika zemích, tj. v Austrálii, Spojeném království a Irsku (Chen et al. 2007; Aldal et al. 2005). Austrálie je však jednou ze zemí, která dováží vepřové maso do Asie, na jejíž trhu se téměř s kančím masem neseťkáte. Proto je spousta australských farmářů nucena využít chirurgické kastrace, aby mohli maso prodávat na tamějším trhu (Cronin et al. 2003).

V roce 2002 bylo v Norsku stanoveno, že kastraci smějí provádět pouze veterinární lékaři, a to s použitím anestezie. Následně v roce 2009 měla být tato praktika státem zakázána úplně, ale v té době nebyla nalezena žádná alternativa kastrace aplikovatelná na místní podmínky, proto se zákaz neuskutečnil a stále se využívá plné anestezie (Fredriksen et al. 2011). Stejný postup při kastraci zvolilo i Německo, kde je od roku 2022 zakázáno provádět kastraci bez anestezie (Werner et al. 2021). Na ústupu jsou i další země, mezi které se řadí např. Nizozemí. V roce 2012 nebyla kastrována téměř polovina kanců a toto číslo neustále stoupá (van Wagenberg et al. 2013). Kriticky se ke kastraci staví také Španělsko, Portugalsko a Kypr, kde je kastrace prováděna v malé míře. Většinou se kastrují pouze prasata v extenzivním chovu, jelikož jsou vykrmována do vyšší porážkové hmotnosti (150 až 180 kg) (Fredriksen et al. 2009).

Ve většině evropských zemí je povolena kastrace bez užití anestezie a analgetik a v rámci EU je stanovena lhůta do 7 dní po narození (Tomasevic et al. 2020). V některých zemích je tato hranice posunuta, včetně také ČR, kde se kastrace může provádět až 9. den. Obecně je však po 7. dni po narození doporučeno kastraci provádět spolu s látkami tlumící bolest (Prunier et al. 2006). V našich podmínkách provádějí kastraci nejčastěji sami chovatelé nebo veterinární technici, z velké části bez použití anestezie nebo analgetik. (Fredriksen et al. 2009; Bernardy 2010).

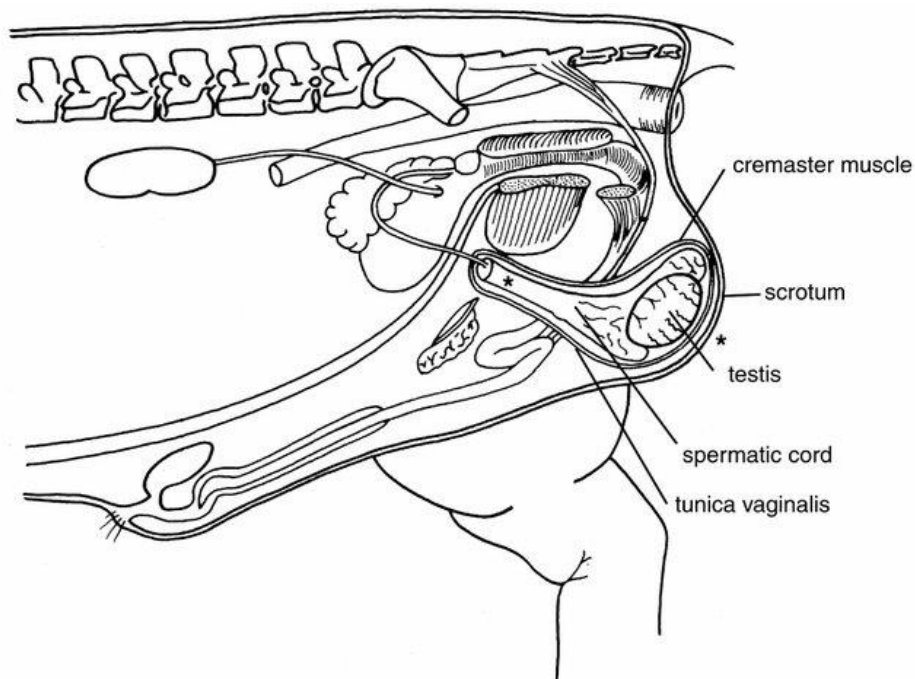
### 3.2.1.2 Postup při kastraci

Ve většině zemích se při kastraci využívá asistence ošetřovatele. Ten pomáhá při fixaci selat za pánevní končetiny, ale kastraci lze provádět také samostatně. Sele se v tomto případě fixuje mezi kolena a kastraci provádíme oběma rukama. Zkušenější lidé mohou jednu ruku využít k fixaci zvířete a druhou k samotnému úkonu (Fredriksen et al. 2009).

Kastraci lze provádět buď jedním nebo dvěma řezy v oblasti šourku. Pokud se využívají 2 řezy, které jsou častější, jsou vedeny většinou podélným směrem. V případě jednoho řezu je směr vedený příčně (Fredriksen et al. 2009). Řez je dlouhý zhruba 2 cm, ale s velikostí varlat se délka řezu prodlužuje. Obecně je doporučeno provádět řez co nejhlouběji, aby došlo k co největšímu odtoku tekutin z rány a tím se minimalizoval vznik infekce (Prunier et al. 2006).

V dalším kroku je varlata musí oddělit od okolní tkáně, zejména *Gubernaculum testis*. Poté se varlata vyjmou ze šourku a přesekne se semenný provazec (*Funiculus spermaticus*). K tomu se využívá většinou skalpel, případně lze provazec přetrhnout mechanicky, nebo využít emaskulátor či nůžky. Při užití emaskulátoru dochází nejdříve k zaškrcení provazce a tím i následně k menšímu krvácení. Úkon trvá v průměru 21 až 71 vteřin. Během něho je velmi vhodné používat dezinfekční přípravky, aby se zabránilo šíření bakterií do rány. K tomu slouží přípravky na bázi alkoholu nebo chlorhexidinu. V některých zemích se také hojně využívají antibiotika, např. Amoxicillin (Fredriksen et al. 2009; Prunier et al. 2006).

Kastrace se často provádí spolu s dalšími procedurami, jako je zkracování ocásků, zabrušování zubů, tetování či aplikace železa. Při brzké kastraci je třeba větší zručnosti, jelikož varlata jsou po narození selat malá a často bývají nesestouplá. Vzniká tak riziko neúplné kastrace, kdy jedno či obě varlata zůstanou v dutině břišní. Také riziko vzniku výhřezu střeva je u novorozenečných selat vyšší. Kromě ruční fixace můžeme využít specializovaných zařízení, která selatům zabraňují v pohybu (Prunier et al. 2006).



Obr. 3: Znárodnění pohlavních orgánů kance a místa řezu (\*) při kastraci (Prunier et al. 2006).

### 3.2.1.3 Vliv kastrace na produkční vlastnosti

Z dosavadních studií (Babol & Squires 1995; Xue et al. 1997; Cronin et al. 2003; Prunier et al. 2006; Aluwé et al. 2013; Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020) víme, že díky kastraci se zvýší celková spotřeba krmiva, a to o 10 až 15 % oproti výkrmu kanečků. Konverze krmiva u vepříků je též horší hodnoty (Prunier et al. 2006; Morales et al. 2017). Dále víme, že vepří vylučují ve výkalech o 15 % více dusíku, který zatěžuje životní prostředí (Bonneau & Weiler 2019).

Vepřáci mají také nižší přírůstky hmotnosti. Nicméně ke konci výkrmu byly naměřeny vyšší denní přírůstky oproti kanečkům. Snížená růstová schopnost u kanečků na konci výkrmu je nejspíše způsobena agresivitou mezi samci a vysokým pohlavním pudem u kanců, což se negativně odrazí na celkové životní pohodě zvířat (Babol & Squires 1995; Cronin et al. 2003; Morales et al. 2017; Squires et al. 2020).

Hodnota jatečné výtěžnosti je u vepříků vyšší, nicméně jejich JUT obsahuje větší podíl subkutánního tuku, než je tomu u kanečků (Babol & Squires 1995; Cronin et al. 2003; Bonneau & Weiler 2019; von Borell et al. 2020). Rozdíl ve množství subkutánního tuku činí okolo 24 až 32 %. Kastrace má také vliv na výšku hřbetního tuku, jejíž hodnota je u vepříků okolo 3,6 cm a u kanečků 3 cm, tedy méně (Babol & Squires 1995).

Horší jatečná výtěžnost u kanečků je zčásti zapříčiněna hmotností reprodukčního traktu, který činí 2,5 % z hmotnosti JUT. U vepříků je tato hodnota nižší o 1,5 až 2 %. Kanci mají též těžší ledviny a celkově větší proporce oproti ostatním pohlavím (vepřáci a prasnice). Mimo to jejich kostra a kůže dosahují větší hmotnosti (Babol & Squires 1995; Xue et al. 1997).

Také procentuální podíl intramuskulárního tuku je vyšší, což působí velmi pozitivně na kvalitu a chuť masa (Babol & Squires 1995; Bonneau & Weiler 2019; Aluwé et al. 2022). Kastrace má vliv také na kvalitativní ukazatele tuku u prasat. U vepříků tuk obsahuje menší podíl vody a také více nasycených a méně polynenasycených mastných kyselin. Z tohoto důvodu je jejich maso vhodnější pro přípravu trvanlivých masných výrobků, jako jsou např. sušené šunky, jelikož je méně náchylné ke žluknutí obsaženého tuku. Na druhou stranu je vyšší obsah nasycených mastných kyselin pro lidský organismus škodlivý (Babol & Squires 1995; Bonneau & Weiler 2019)

Podíl libové svaloviny na JUT je u vepříků menší oproti kanečkům, a to zhruba o 5 % (Babol & Squires 1995). Tato vlastnost je však velmi ceněna v zemích, jako je Spojené království, Irsko, Španělsko, Portugalsko a Řecko, proto se většina kanečků v těchto zemích nekastruje a poráží se v menší hmotnosti (Bonneau & Weiler 2019).

Vady masa, zejména PSE a DFD, jsou u vepříků méně časté (Babol & Squires 1995; Cronin et al. 2003; Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020). Vada PSE, u které se maso popisuje jako bledé, měkké a vodnaté (pale, soft, exudative), vzniká působením akutního stresu těsně před porážkou. Kanci jsou méně odolní vůči stresové zátěži, proto u nich vznikají vady masa značně častěji. Vada PSE je spjata s poklesem pH těsně po porážce zvířete. Z původní hodnoty 7,4 klesne na 5,4 během jedné hodiny po vykrvení. Vyplavením stresových hormonů (hlavně adrenalinu) do krve se urychluje glykolýza, jejímž produktem je mléčná. Ta způsobuje ve svalovině pokles pH a zároveň denaturaci bílkovin. Maso má proto světlejší barvu a zároveň nízkou vaznost vody. Oproti tomu vada DFD, u které se maso popisuje jako tmavé, tuhé a suché (dark, firm, dry), vzniká působením dlouhodobého stresu na organismus, např. při přepravě.



Zásoby glukózy se vyčerpají ještě před porážkou zvířete, proto je intenzita glykolýzy velmi nízká. Během 24 hodin pH klesne maximálně na hodnotu 6,5. Maso je tmavší barvy a má vyšší vaznost, oproti vadě PSE (Babol & Squires 1995; Xue et al. 1997).

Nejdůležitější je však preference konzumentů, která rozhoduje o koupi výsledného produktu. U vepřového masa je výraznější šťavnatost a křehkost masa, které jsou způsobeny větším podílem intramuskulárního tuku a také vyšší vazností vody. Pro většinu konzumentů je přítomnost kančího pachu nežádoucí, proto je v této sensorické vlastnosti lépe hodnoceno maso z vepřů. Celková chuť masa je také hodnocena lépe oproti kančímu masu, alespoň se týče ČR (Aluwé et al. 2022).

### **3.2.1.4 Kastrace a welfare prasat**

Kastrace je typ operace, který neodmyslitelně způsobuje zvířatům stres a bolest. Už během chytání a fixace selat vidíme znaky velkého diskomfortu zvířat. Důkazem jsou především zvukové projevy selat a snaha o útek. Mimo to u kanečků můžeme zjistit zvýšenou tepovou frekvenci a nárůst adrenalinu, noradrenalinu a kortizolu v krvi, což jsou známky vzniku akutního stresu (Prunier et al. 2006; Bilsborrow et al. 2016; Bonneau & Weiler 2019). Prunier et al. (2006) dále rozvádí tuto problematiku následovně. Při stresové zátěži se z předního laloku hypofýzy, neboli adenohypofýzy, uvolní adrenokortikotropní hormon (ACTH). Jeho nejvyšší hodnota v krvi je 5 minut po kastraci. Funkcí tohoto hormonu je řízení činnosti kůry nadledvin, tedy produkce glukokortikoidů, mezi které patří i kortizol. Maximální hladina tohoto hormonu nastává za 15 až 30 minut po zákroku. Katecholaminy se oproti kortizolu syntetizují ve dřeni nadledvin. Mezi tyto hormony řadíme adrenalin, jehož vyplavení do krevního řečiště nastává bezprostředně po vzniku stresové zátěže. Má však krátkou dobu působení. Noradrenalin se oproti tomu vyplavuje pomaleji, ale za to po delší dobu. Hlavní úlohou těchto dvou hormonů je mobilizace kyslíku a glukózy do svalů, čímž se také navýší obsah kyseliny mléčné ve svalové tkáni.

U velké části kastrováných kanečků je možné zhruba 5 dní pozorovat různé specifické chování spojené s bolestí a stresem. Jedná se o vrtění ocasu, drbání v oblasti pánevních končetin, svalový třes, časté sezení (tzv. „dog sitting“) a další změny v chování. V některých studiích bylo také zjištěno, že kastrována selata tráví oproti kanečkům méně času u matky, což může mít za následek zhoršené přírůstky u selat. Kanečci po zákroku také častěji leží, zejména na břiše, jelikož je to pro ně mnohem komfortnější oproti ležení na boku, které je více bolestivé. Selata jsou také po kastraci méně aktivní a v menší míře vyhledávají kontakt s ostatními selaty (Prunier et al. 2006; Bilsborrow et al. 2016; Morales et al. 2017). Morales et al. (2017) dále uvádí, že se sníženým příjmem kolostra a mléka od matky dochází ke vzniku hypoglykemie a hladovění, proto je třeba pravidelně kontrolovat stav selat. V nejhorším případě by došlo ke vzniku zdravotních potíží selat, zejména onemocnění gastrointestinálního traktu, a tím i ke zhoršení denního přírůstku.

S kastrací kanečků stoupá také celková úmrtnost selat, ke které dochází v průběhu operace nebo jako důsledek pooperačních komplikací (Morales et al. 2017; Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020). Jiné zdroje ale uvádí, že mortalita selat je srovnatelná s výkrmem kanečků. Rozdíly však nastávají při zhoršené hygieně stájí. Po kastraci rána zůstává otevřená a nezažívá se, proto může dojít k infekci a následně i k artritidě, která může být jednou z příčin úhynu selat

(Prunier et al. 2006; Morales et al. 2017). Pravděpodobnost úhynu selete se také zvyšuje v korelaci s klesající živou hmotností. Naopak u velkých selat je riziko vzniku pooperačních komplikací nízké. Kastrovaná selata také častěji podléhají meningitidě neboli zánětu mozkových blan (Morales et al. 2017).

Prunier et al. (2006) také zmiňuje, že vepřici mají větší predispozice ke vzniku různých onemocnění. To může být dáno nedostatečnou imunitní reakcí na protilátky, která se pravděpodobně zhoršila po intenzivní stresové reakci po kastraci. Mezi tato onemocnění patří pneumonie (zápal plic), pleuritis (zánětlivé onemocnění pohrudnice) a pericarditis (zánětlivé onemocnění osrdečníku). Všechny tyto nemoci bývají chronického charakteru a často se tedy opakovaně vrací. Dle výzkumu Cronin et al. (2003) také víme, že vepřici stráví delší dobu u krmení a zároveň tito jedinci tráví méně času sociální interakcí s ostatními prasaty ve skupině.

Z pohledu welfare prasat má kastrace také mnoho pozitivních aspektů. Vepřici mají výrazně sníženou hladinu androgenů, včetně testosteronu. Díky tomu tato zvířata postrádají libido a tím i potřebu se pářit. U vepřiků je také díky kastraci eliminováno agresivní chování (Cronin et al. 2003; Fredriksen et al. 2011; Bilsborrow et al. 2016; Morales et al. 2017; Bonneau & Weiler 2019; von Borell et al. 2020; Squires et al. 2020). Submisivnější kanečci bývají často utlačováni těmi dominantnějšími (Bonneau & Weiler 2019). Agresivitu kanců ve skupině můžeme zhodnotit dle přítomnosti kožních lézí (škrábance, oděrky aj.), které jsou způsobené konflikty mezi jedinci. Více těchto kožních defektů bylo pozorováno u submisivnějších jedinců. Mezi výskytem kožních lézí u těchto kanců a intenzitou kančího pachu byla zjištěna negativní korelace (Cronin et al. 2003; Borell et al. 2020; Heyrman et al. 2021). Bylo zjištěno, že kanečci pocházející ze stejného vrhu jsou vůči sobě méně agresivní, a proto mají tito jedinci viditelně lepší stav kůže, než je tomu u kanečků z namíchaných skupin (von Borell et al. 2020). Navíc i z pohledu ošetřovatele je bezpečnější manipulace s vepři než kancí. Obecně se dá tedy říci, že kastrace kanečků eliminuje nejenom kančí pach, ale také stres u zvířat (Bonneau & Weiler 2019).

Kastrací se také snižuje riziko vzniku poranění penisu u kanců. Téměř u všech nekastrovaných kanců jsou v této oblasti přítomna různá poranění a jizvy, v některých případech dokonce nekrotická ložiska, a to až z 9 % (Bonneau & Weiler 2019; von Borell et al. 2020).



Obr. 4: Hodnocení kožních lézí dle tělesné partie na stupnici od 1 do 4 (Driessen et al. 2020).

### 3.2.1.5 Látky tlumící bolest při kastraci

Kastrace s užitím anestezie a analgezie se praktikuje především v zemích západní Evropy (Bonneau & Weiler 2019). Pro užití v provozu je důležité, aby metoda byla rychlá a snadno proveditelná a po ekonomické stránce výhodná (Prunier et al. 2006).

#### 3.2.1.5.1 Anestezie

Anestezii můžeme rozdělit na celkovou a lokální. Celková anestezie je prováděna inhalací (směsí  $\text{CO}_2$  / $\text{O}_2$ , Izofluran) nebo intramuskulárně (Ketamin, Azaperon). Směs oxidu uhličitého a kyslíku se míchá poměrem 7:3 a inhaluje se po dobu alespoň 30 vteřin (Bonneau & Weiler 2019). Tato metoda je sice levná, ale je známo, že u selat způsobuje stres a vyšší procento úmrtnosti (Prunier et al. 2006; Hansson et al. 2011; Bonneau & Weiler 2019). Právě u selat, která byla pod vlivem  $\text{CO}_2$ , byla naměřena vyšší hladina kortizolu v krvi (Prunier et al. 2006). Anestezie pomocí Izofluranu má spoustu nevýhod. K jeho inhalaci je třeba speciálního zařízení, jehož pořízení je dosti nákladné (Fredriksen et al. 2011; Bonneau & Weiler 2019). Tato látka má navíc pomalejší nástup účinku a inhalaci je třeba provádět alespoň 90 vteřin, což může být pro selata více zatěžující. Izofluran se také řadí ke skleníkovým plynům a jeho užívání může mít negativní dopad na životní prostředí. Někteří ošetřovatelé si také stěžovali na bolest hlavy a malátnost po užití této látky k anestezii (Bonneau & Weiler 2019). Mezi anestetika tohoto typu řadíme také Halotan. Použití této látky v chovu prasat však není povoleno. Plyná anestetika také mohou u některých prasat způsobit hypertermii a hyperventilaci (Prunier et al. 2006).

Celková anestezie se také provádí injekčně do svaloviny. K tomu se využívají látky Ketamin a Azaperon. Užití Ketaminu je však velmi omezené pro jeho halucinogenní účinky. Mimo to účinek tohoto anestetika trvá dlouhou dobu, proto vzrůstá riziko zalehnutí matkou, a navíc u těchto selat častěji vzniká hypotermie (Prunier et al. 2006; Bonneau & Weiler 2019).

Lokální anestetika jsou aplikována přímo do semenného provazce a tím dochází ke znecitlivění dané oblasti. Nejčastěji se k tomuto typu anestezie používá Lidokain (Prunier et al. 2006; Fredriksen et al. 2009; Hansson et al. 2011; Bonneau & Weiler 2019). Souběžná aplikace s adrenalinem mírní krvácení, a navíc prodlužuje dobu působení tohoto anestetika. Tento katecholamin také snižuje jeho toxicitu, a navíc snižuje riziko vzniku horečky, apatie a nechutenství po aplikaci. Délka účinku trvá průměrně jednu hodinu po podání anestetika. Samotná kastrace se provádí za 3 až 30 minut po vpichu, kdy je účinek této látky nejvyšší (Hansson et al. 2011; (Bonneau & Weiler 2019). Další možností je užití Prokainu, nicméně oproti Lidokainu má pomalejší nástup a kratší dobu účinku (Bonneau & Weiler 2019). Po aplikaci Lidokainu jsou selata klidnější, jejich hlasové projevy jsou méně intenzivní a srdeční tep také dosahuje nižších hodnot. To dokazuje vysokou účinnost tohoto anestetika (Prunier et al. 2006; Hansson et al. 2011). Další substancí vhodnou k lokální anestezii je Bupivakain. Ten má však oproti Lidokainu pomalejší nástup účinku, ale působí po delší dobu. Na druhou stranu je u tohoto anestetika zvýšené riziko infekce rány, protože po jeho aplikaci dochází k pomalejší regeneraci (Prunier et al. 2006).

Pokud je anestezie prováděna správně a hlídá se především doba nástupu účinku, tak se jedná o efektivní cestu redukce bolesti a stresu při kastraci selat. Je však doporučováno souběžné užití anestezie a analgezie (Prunier et al. 2006; Bonneau & Weiler 2019).

#### 3.2.1.5.2 Analgezie

Analgetika slouží k redukci bolesti po zákroku. Mezi nejčastěji využívané látky patří Meloxicam, Flunixin, Ketoprofen, a Metamizol, dále Aspirin, Paracetamol, Tolenamid, Carprofen nebo Algopyrin (Prunier et al. 2006; Morales et al. 2017; Bonneau & Weiler 2019). Analgezii může provést buď veterinární lékař nebo sám chovatel, který však musí být poučen o správném postupu aplikace analgetik. Ta by se měla aplikovat spolu s anestetiky, protože jedině tak se eliminuje bolest během kastrace také a po ní. Nicméně tento postup je poměrně nákladný. Pokud anestezii provádí sám chovatel, tak je cena výkonu okolo 0,5 až 1 € za sele. Cena aplikace analgetika je v průměru 0,3 €. V případě aplikace veterinárním lékařem se celková cena výkonu zdvojnásobí (Bonneau & Weiler 2019).

Chirurgická kastrace s použitím anestezie a analgezie tedy eliminuje bolest při kastraci selat a tím zvyšuje jejich životní pohodu. Nevýhodou je však vysoká cena zákroku (Bonneau & Weiler 2019; Fredriksen et al. 2011).

### 3.2.2 Alternativní metody eliminace kančího pachu

#### 3.2.2.1 Genetika

Intenzita kančího pachu může být snížena pomocí správně zvoleného postupu selekce u zvířat. Prasata se do chovu vybírají na základě výsledků testování genetických markerů. Výsledkem selekce je získání takových prasat, u nichž je prevalence vzniku kančího pachu na velmi nízké úrovni. Tato metoda je vhodným nástrojem pro dlouhodobou eliminaci kančího

pachu v chovu prasat a zároveň dochází ke zlepšení welfare chovaných zvířat. Intenzita kančího pachu se může výrazně lišit dle plemene, ale také individuální rozdíly mezi kanci dokážou být velmi výrazné. Hodnota heritability, neboli dědivosti, je v produkci androstenonu a skatolu poměrně vysoká a mezi těmito komponenty existuje také vysoká korelace (Squires et al. 2020). Hodnota heritability pro androstenon v tukové tkáni je mezi 0,25 až 0,87. Ukládané množství skatolu je dědivé z 55 % pro plemeno landrace ale pouze z 23 % u duroca. Velké meziplemné rozdíly byly zjištěny také u hodnot korelace mezi těmito komponenty. U landrace byla naměřena hodnota 0,36, zatímco u duroca 0,62 (Squires 2006; Robic et al. 2008; Zamaratskaia & Squires 2009; Duarte et al. 2021). Z tohoto důvodu je selekce, jejímž cílem je získání prasat s nízkou hladinou kančího pachu, možná. Na druhou stranu má chov kanečků určité nevýhody, které jsou více popsány v následujících kapitolách. Selekcí na nízkou hladinu androstenonu musí být také spojena s redukcí agresivního a pohlavního chování u kanečků. Na světě již existuje několik selekčních programů zaměřených na produkci prasat s nízkou intenzitou kančího pachu. Jedná se např. o firmu Topigs Norsvin nebo také Nucleus, která nabízí právě prasata plemene pietrain s touto fenotypovou vlastností. Další takové line byly vytvořeny společností PIC specializující se na genetiku prasat (Squires et al. 2020).

Je známo, že intenzita kančího pachu se liší dle plemene. U čistokrevných jedinců plemene duroc se nadměrná koncentrace androstenonu vyskytuje až u 50 % kanců (Zamaratskaia & Squires 2009; Duarte et al. 2021) Naopak u plemene hampshire, yorkshire a landrace je tato hodnota pouze 5 až 8 %. Také hladina skatolu se u prasat liší dle plemene (Zamaratskaia & Squires 2009). Kančí pach bývá častým problémem také u asijského plemene meishan, které má vyšší predispozice pro nadměrné ukládání androstenonu v tukové tkáni (Robic et al. 2008). large white má v porovnání s plemenem pietrain zvýšení hodnoty androstenonu. Obecně se má za to, že vyšší intenzita kančího pachu je patrná u mateřských plemen prasat. To je způsobeno tím, že při selekci mateřských linií se dbá především na výborné reprodukční parametry. Jak je známo, androstenon se tvoří v pozitivní korelaci s některými pohlavními hormony. Z tohoto důvodu se při selekci na plodnost zvyšuje také množství ukládaného androstenonu (Duarte et al. 2021).

Testování chovných kanců může probíhat na základě biopsie tukové tkáně, pomocí níž zjistíme intenzitu kančího pachu na živém zvířeti. Výhoda této metody spočívá v přímém hodnocení této fenotypové vlastnosti na daném kanci a není tudíž nutný odhad na základě fenotypu u potomstva či sourozenců. Pomocí mapování QTL (quantitative trait loci) je možné identifikovat oblast genomu, která je spojena s produkcí kančího pachu. Na základě toho je možné zvolit takový způsob selekce, u které se nebude vyskytovat nežádoucí pleiotropní efekt (Squires 2006; Squires et al. 2020). Metoda QTL pro androstenon a skatol byla prováděna hlavně u chromozómů 6,7 a 14. Právě tyto chromozómy obsahují geny, které jsou zodpovědné za syntézu a metabolismus komponent kančího pachu (Duarte et al. 2021). U tohoto typu selekce však může docházet ke snížení plodnosti u prasat, protože mezi intenzitou kančího pachu a reprodukčními vlastnostmi existuje určitá korelace. Proto je nutné tuto produkční vlastnost u takto selektovaných prasat monitorovat. Tento problém je způsoben zejména sníženou hladinou androgenů a estrogenů, což má vliv na plodnost a růstovou schopnost u prasat (Zamaratskaia & Squires 2009; Squires et al. 2020; Duarte et al. 2021). S novějšími poznatky genetiky by však bylo možné vytvořit takový selekční program, který by tyto produkční vlastnosti nezhoršoval. Klíčem je výzkum genetických markerů. Pomocí QTL

můžeme zjistit pozici daného markeru, přesněji kandidátního genu (Zamaratskaia & Squires 2009).

Studie GWAS se zaměřily na využití jednonukleotidových polymorfismů (SNP) pro mapování jednotlivých lokusů, v rámci čehož byly nalezeny důležité kandidátní geny souvisejících s výskytem kančího pachu (Squires et al. 2020). Tyto kandidátní geny mohou obsahují genetický kód pro tvorbu enzymů, které jsou nezbytné pro průběh metabolismu androstenonu a skatolu. V ideálním případě by však tyto geny neměly ovlivňovat metabolismus anabolických steroidních hormonů (Zamaratskaia & Squires 2009). Squires et al. (2020) dále uvádějí, že ve svých studiích doposud shromáždili kolem 1400 genetických markerů (SNP; single nucleotide polymorphism) obsažených ve 200 genech, které ovlivňují intenzitu kančího pachu.

Počátek syntézy androstenonu vychází ze steroidogeneze. Z cholesterolu se odstraní postranní řetězec vlivem enzymu CYP11A1. Gen pro tento enzym se nachází na chromozómu SSC7 a vyskytuje se mimo prasat také u člověka, myši a dalších živočišných druhů. V další fázi je vzniklý pregnenolon katalyzován enzymem CYB5A. Gen kódující tento enzym se nachází na SSC1. Dalšími geny, které jsou nezbytné pro syntézu androstenonu, jsou *CYP17A1* a *CYP21A2*. Gen *CYP17A1* je lokalizován na SSC14 a jeho exprese se nejvíce vyjadřuje v pohlavních žlázách. U primátů však k expresi dochází také v placentě a nadledvinách. *CYP21A2* se nachází na chromozómu SSC7. Přítomnost tohoto genu má také vliv na plodnost prasnic. Po vzniku androstenonu dochází k jeho degradaci v játrech. Intenzita metabolismu tohoto feromonu závisí na množství přítomných enzymů. Jedním z nich je 3 $\beta$ -HSD, jehož produkce je kódována genem *HSD3B1* nacházejícího se na SSC4. Sníženou koncentraci tohoto enzymu v játrech má např. plemeno meishan, což způsobuje právě zvýšenou hladinu androstenonu v tukové tkáni. Dalšími enzymy, které mají funkci v metabolismu této komponenty, jsou SULT2A1 a SULT2B1. Ty jsou zodpovědné za sulfokonjugaci v játrech a varlatech. Geny pro tyto enzymy jsou lokalizovány na chromozómu SSC7 (Squires 2006; Robic et al. 2008; Zadinová et al. 2016; Duarte et al. 2021).

Skatol se na rozdíl od androstenonu syntetizuje v trávicím traktu pomocí střevních bakterií z tryptofanu. Poté dochází k degradaci vzniklého skatolu v játrech, kterou zahajuje enzym CYP2E1. Gen kódující tento enzym se nachází na SSC14. U lidí je tento enzym častým předmětem výzkumu, protože hraje důležitou roli v metabolismu xenobiotik a karcinogenních látek. Čím více se tohoto enzymu v játrech vyskytuje, tím více skatolu je degradováno a nedochází k jeho ukládání v tukové tkáni. V metabolismu skatolu dále působí enzym CYP2A6 (CYP2A19) kódovaný genem na chromozómu SSC6. Pokud dochází ke snížené expresi tohoto genu, je množství ukládaného skatolu v tukové tkáni značně navýšeno. V dalším kroku degradace dochází k tzv. sulfo-konjugaci pomocí enzymu SULT1A1, který je kódován genem nacházejícím se na SSC3. Tento gen plní také úlohu v metabolismu karcinogenních látek (Squires 2006; Robic et al. 2008; Zadinová et al. 2016; Duarte et al. 2021) Výsledkem polymorfismu u tohoto genu může být zvýšení intenzity ukládání skatolu v tukové tkáni u některých plemen prasat. Nicméně u kříženců plemen large white a meishan nebyla tato mutace nalezena a stejně tak ani u dánské populace prasat (Robic et al. 2008).

Další potenciální možností je využití genového inženýrství, jehož cílem je vytvoření geneticky modifikovaného organismu (GMO). Tato metoda je však veřejností z etických důvodů a také kvůli neznalosti problematiky špatně vnímána. V rámci EU má také využití této

metody v zemědělské produkci značné limity. Pro genové inženýrství v živočišné výrobě je vhodné použít metodu CRISPR/Cas9. Pomocí nukleázy, která se nachází na dvou nekódujících sekvencích RNA, se dvoušroubovice rozštěpí na požadovaném místě. Následně je možné přidat nebo odstranit požadovaný gen z genomu zvířete (Yunes et al. 2019; Squires et al. 2020). U hospodářských zvířat je možné pomocí genového inženýrství produkovat skot s genem pro bezrohost nebo pro produkci myostatinu, který způsobuje dvojité osvalení. U prasat je možné produkovat GMO, která jsou rezistentní vůči africkému moru prasat nebo PRRS (Squires et al. 2020). V USA a Kanadě je legislativou schválena produkce geneticky modifikovaných lososů, kteří se stali prvními GMO živočichy určené ke konzumaci (Yunes et al. 2019). Pro eliminaci kančího pachu jsou momentálně dostupné dvě metody genového inženýrství. První z nich funguje na principu odstranění genu *KISS1R*, který se podílí na nástupu puberty (Yunes et al. 2019; Squires et al. 2020). U kanečků, kterým by tento gen chyběl, by docházelo k oddálení puberty a eliminaci tvorby androstenonu. Druhým způsobem je inaktivace genu *SRY*, který je nezbytný pro vývoj varlat u kanečků. Pomocí těchto metod dochází k redukci kančího pachu, ale je třeba si také uvědomit, že eliminací těchto genů dochází nejenom k potlačení tvorby androstenonu, ale také androgenů a estrogenů. Z tohoto důvodu mají geneticky modifikovaní kanečci sníženou růstovou schopnost. Další nevýhodou je obtížnější zajištění reprodukce u těchto zvířat (Squires et al. 2020). Výsledky studií Squires et al. (2020) poukazují na další možnosti tvorby GMO k eliminaci kančího pachu, a to bez ovlivnění produkce hormonu DHEA, ze kterého pak vzniká testosteron. Takto modifikovaní kanečci si tedy zachovávají produkční vlastnosti, jaké jsou patrné v chovu kanečků bez GMO. Yunes et al. (2019) prováděli průzkum v Brazílii na akceptovatelnost GMO prasat pro redukci kančího pachu. Pouze 56 % respondentů by tuto možnost zvažovalo, a to zejména z důvodu zlepšení životních podmínek pro chovaná prasata.

### 3.2.2.2 Výživa zvířat

Pomocí výživy se z komponentů kančího pachu ovlivňuje zejména množství skatolu ukládaného v tukové tkáni. Výživa však nejspíše ovlivňuje také intenzitu indolu, nicméně k potvrzení této domněnky není dostatek studií (Chen et al. 2007; Zamaratskaia & Squires 2009). Pomocí správné výživy se může snížit množství dostupného tryptofanu pro tvorbu skatolu, a to inhibicí apoptózy klků střeva. Dále některé složky krmiv ovlivňují zastoupení jednotlivých bakterií ve střevní mikroflóře. Zejména se jedná o bakterie rodů *Bacteroides* spp. a *Clostridium* spp., které jsou schopny přeměňovat tryptofan na skatol. Jiná krmiva mají zase schopnost změnit mikrobiální aktivitu střev. Po podání těchto krmiv se zvýší funkce sacharolytických bakterií a tím se sníží aktivita těch proteolytických. Výživou se dá také ovlivnit rychlost pasáže potravy trávicím traktem, a tím dochází ke změně intenzity vstřebávání skatolu a indolu. Některé látky obsažené v krmivech dokážou snížit hladinu komponentů kančího pachu, která se ukládají v tukové tkáni, navýšením funkce CYP enzymů, které jsou odpovědné za metabolismus těchto složek (Bee et al. 2020).

V praxi se uvádí, že podáváním tekutého krmení, které prošlo procesem fermentace, se obecně snižuje intenzita ukládání skatolu v tuku kanců. To je dáno změnou složení mikroflóry střev, jejíž výsledkem je stimulace produkce indolu na úkor skatolu (Aldal et al. 2005; Jensen 2006; Uchewa & Nwakpu 2013).

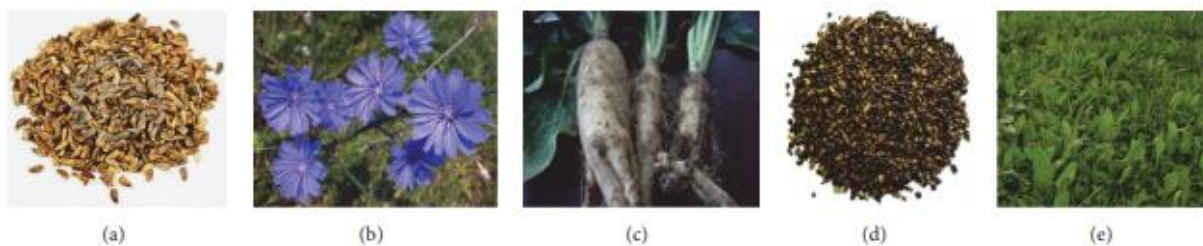
Při krmení krmnými směsmi obsahujícími vyšší podíl hrubého proteinu, tedy dusíkatých látek, dochází k menší prevalenci vzniku kančího pachu. V dřívějších studiích bylo prokázáno, že tato složka v krmivu snižuje množství ukládaného skatolu v tuku prasat. To může být způsobeno vysokou stravitelností bílkovin těchto krmiv, výsledkem čehož je chybějící substrát pro tvorbu skatolu. Dalším vysvětlením může být fakt, že krmením těchto směsí se dosahuje nižšího ukládání tuku ve tkáních. Proto se u takto krmených prasat vyskytuje kančí pach v menší míře (Heyrman et al. 2021). V některých studiích se však uvádí, že krmiva s vysokým obsahem bílkovin naopak koncentraci skatolu zvyšují. To je dáno zvýšeným množstvím proteolytických bakterií ve střevech. Naopak bakterie rozkládající sacharidy svou enzymatickou činnost utlumí (Heyrman et al. 2018).

Některá krmiva obsahující specifické sacharidy ovlivňují celkovou mikroflóru ve střevech prasat a tím jsou schopna snížit celkovou koncentraci skatolu. Mezi tato krmiva řadíme kořen čekanky obecné, lupinu (Jensen 2006; Zamaratskaia & Squires 2009; Heyrman et al. 2021), cukrovou řepu nebo ječmen s vysokým obsahem amylázy. Dále tuto funkci má i bramborový škrob nebo čistý inulin (Wesoly & Weiler 2012; Squires et al. 2020). U lupiny úzkolisté (*Lupinus angustifolius* L.) bylo navíc zjištěno, že redukuje na rozdíl od většiny krmiv také hladinu indolu (Bee et al. 2020).

Přídavek fruktooligosacharidů (FOS) do krmné dávky prasat může také snížit hladinu skatolu (Jensen 2006; Chen et al. 2007; Wesoly & Weiler 2012). Mezi fruktooligosacharidy řadíme i inulin, který nepochybně napomáhá k redukci skatolu. Inulin se přirozeně nachází např. v kořenu čekanky či topinamburu, ale můžeme využít i čistého. Tato látka redukuje množství střevních bakterií, zejména těch ze skupiny enterokoků. Pokud chceme dosáhnout požadovaného snížení skatolu v tuku zvířat, je třeba dodat alespoň 6 % inulinu z celkové denní krmné dávky. Podávání čistého inulinu má obdobné účinky jako krmení čekankou, nicméně je třeba dbát správného dávkování. V opačném případě se může stát, že tento způsob krmení nebude mít na hladinu skatolu žádný efekt (Wesoly & Weiler 2012; Bee et al. 2020).

Kořen čekanky má vliv na zvětšení objemu střevní biomasy a tím snižuje dostupnost tryptofanu pro tvorbu skatolu. Při krmení čekankou dochází ke stimulaci exprese CYP enzymů, konkrétně CYP2E1, CYP2A a CYP3A, a tím se zvýší množství degradovaného skatolu v játrech. V novějších studiích se udává, že tímto krmivem se také sníží množství ukládaného androstenonu v tuku zvířat. Látky obsažené v kořenu čekanky by totiž mohly ovlivňovat také syntézu enzymu 3 $\beta$ -HSD, který se podílí na tvorbě steroidních hormonů (Heyrman et al. 2018; Squires et al. 2020). Při dodávání čekanky do stravy však nebyl zaznamenán žádný účinek na hladinu indolu (Bee et al. 2020). Účinek látek obsažených v čekance nastává již jeden týden po začátku zkrmování. Proto je možné toto krmivo začít používat teprve pár týdnů před plánovanou porážkou. Záleží také na hmotnosti zvířat, ale doporučuje se toto krmivo podávat alespoň po dobu 2 až 3 týdnů (Heyrman et al. 2018). Kořen čekanky je však poměrně drahou komponentou krmné dávky, proto je snaha tento interval co nejvíce zkrátit, aby se zároveň dosáhlo požadovaného účinku (Bee et al. 2020). Prasata, kterým se čekanka podává, mají také vyšší procento libové svaloviny oproti kontrolní skupině. To je nejspíše dáno tím, že složky obsažené v tomto krmivu inhibují lipogenezi v játrech (Heyrman et al. 2018).





Obr. 5: Využitelné části čekanky obecné (*Cichorium intybus* L.): semena (a), květy (b), kořen (c), cikorka (d), nat' s listy (Nwafor et al. 2017).

Vhile et al. (2012) studovali využití topinamburu k redukci kančího pachu. Tento produkt obsahuje inulin, stejně jako čekanka, i když v menším množství. Díky této studii se zjistilo, že podáváním tohoto krmiva týden před porážkou se opravdu redukuje množství skatolu. Snížená koncentrace této sloučeniny byla zjištěna v trávicím traktu zvířat, konkrétně ve vzestupném tračníku (*colon ascendens*) a ve výkalech prasat. I když se jednalo pouze o týdenní experiment, také v tuku zvířat byla naměřena nižší hladina skatolu oproti kontrolní skupině. Jednalo se pouze o minoritní rozdíly, avšak při dlouhodobém krmení hlízou topinamburu by se s velkou pravděpodobností dosáhlo lepších výsledků. Sušený topinambur byl v tomto experimentu podáván jako doplňkové krmivo v maximálním množství 12,2 % krmné dávky.

Chen et al. (2007) se ve své studii věnovali vlivu bramborového škrobu na intenzitu kančího pachu. Jak se předpokládalo, při dodání škrobu to krmné dávky zůstala hladina androstenonu neměnná. Stejně tak nebyly zjištěny žádné změny u množství indolu akumulovaného v tuku a krvi. Na druhou stranu se potvrdilo, že bramborový škrob velmi výrazně ovlivňuje hladinu skatolu, a to jak v krvi, tak v tuku zvířat. To je nejspíše způsobeno inhibicí apoptózy kolonocytů, která je způsobena přítomností kyseliny máselné (Jensen 2006; Wesoly & Weiler 2012). To má za následek snížené množství odloupaného epitelu ve střevech, který slouží jako jeden z hlavních zdrojů tryptofanu (Chen et al. 2007; Øverland et al. 2008; Zamaratskaia & Squires 2009; Vhile et al. 2012; Wesoly & Weiler 2012). Zjistilo se však, že dodáním butyrátu do krmiva se nedosáhne stejného výsledku (Wesoly & Weiler 2012; Squires et al. 2020). Právě z tohoto důvodu se předpokládalo, že stejný účinek bude mít bramborový škrob také na indol, pro jehož tvorbu je tryptofan nezbytný, jako je tomu u skatolu. Podle této studie však bramborový škrob nemá na intenzitu indolu vliv. Předpokládá se, že tento přírůstek do krmiva ovlivňuje přítomnost zejména těch bakterií, které mají za následek tvorbu skatolu ve střevech. Tento komponent kančího pachu je navíc tvořen více specifickými druhy bakterií, než je tomu u indolu. Za tvorbou této látky stojí široké spektrum střevních bakterií (Chen et al. 2007). Aby se dosáhlo požadovaného poklesu koncentrace skatolu v tukové tkáni, musí se do krmné dávky přidat alespoň 20 % objemu bramborového škrobu. Bylo zjištěno, že pokud se dodává pouze 10 %, dochází k minimálnímu či žádnému poklesu skatolu. V takovém případě nemá toto krmné aditivum žádný požadovaný efekt (Wesoly & Weiler 2012).

Nestravitelné sacharidy, mezi které patří i vláknina, zpomalují průchod potravy trávicím traktem. Tím se sníží intenzita vstřebávání skatolu střevní stěnou do krve. Také obsah vody v krmivu ovlivňuje vstřebávání této sloučeniny. Vysoký obsah vlákniny stimuluje mikrobiální aktivitu ve střevech, výsledkem čehož je rozložení tryptofanu do biomasy střev a tím se sníží množství tryptofanu dostupného pro tvorbu skatolu (Zamaratskaia & Squires 2009; Squires et al. 2020). V jedné studii bylo zjištěno, že zkrmením krmné směsi s nízkým obsahem vlákniny

dochází k přeměně 26 % dostupného tryptofanu na skatol. Oproti tomu při podávání směsi s vysokým obsahem vlákniny se tato hodnota sníží o 20 %. Dochází tedy k výraznému snížení dostupného tryptofanu pro tvorbu skatolu (Wesoly & Weiler 2012). Bakteriální biomasa navíc vytlačuje přítomné bakterie, které tvoří tento komponent kančího pachu (Zamaratskaia & Squires 2009; Squires et al. 2020). Pokud se však krmí krmivem, které obsahuje vysoký podíl vlákniny, dostane se do tlustého střeva více bílkovin. Následným rozložením na aminokyseliny vzniká mimo jiné tryptofan, který slouží jako substrát pro tvorbu skatolu a indolu (Jensen 2006; Heyrman et al. 2021). Obecně ale obsah vlákniny v krmivu snižuje hladinu skatolu v tuku zvířat (Jensen 2006; Squires et al. 2020; Heyrman et al. 2021).

Vysoká koncentrace skatolu v tukové tkáni se obecně pojí s krmivy, které mají velký obsah těžce stravitelných bílkovin. Naopak krmiva s vysokým obsahem snadno rozložitelných cukrů koncentraci skatolu snižují. Takových výsledků je dosaženo např. při krmení cukrovou řepou (Jensen 2006; Wesoly & Weiler 2012), při kterém dochází ke stimulaci tvorby enzymu CYP2E1, který ovlivňuje metabolismus skatolu (Zamaratskaia & Squires 2009). Na druhou stranu bylo zjištěno, že krmením vojtěškovým senem nebo senem z mladého žita se koncentrace skatolu během 24 hodin navýší. Předpokládá se, že obsažené sacharidy v těchto krmivech jsou přednostně využity jako zdroj energie pro sacharolytické bakterie. Po vyčerpání zásob však tuto roli opět převezmou proteolytické bakterie, pomocí kterých dochází ke tvorbě tryptofanu, ze kterého se následně tvoří skatol. Tento problém by se dal vyřešit každodenním přídatkem těchto krmiv do krmné dávky. Krmiva, jejichž základ tvoří zejména oves, zvyšují pH ve střevech a tím se navýší produkce indolu. Naopak při krmení ječmenem se dosáhne opačného efektu. Koncentrace skatolu zůstala v obou případech neměnná, proto se předpokládá, že hladina pH ovlivňuje zejména indol (Wesoly & Weiler 2012).

Některé studie se zaměřovaly také na ovlivnění hladiny skatolu při zkrmování palmojádrovými či kokosovými pokrutinami, ale bohužel se požadovaných výsledků nedosáhlo a hladina skatolu zůstala nezměněna (Wesoly & Weiler 2012). Také extrakt z rostliny *Yucca schidigera* (Roezl ex Ortgies) může mít vliv na intenzitu kančího pachu. Právě tato složka se nachází v doplňkovém krmivu „De-Odorase“, které slouží především k redukci čpavku ve stáji. Nicméně existují také studie o vlivu tohoto krmiva na redukci kančího pachu (Uchewa & Nwakpu 2013).

Mezi radikální postup patří přidání antibiotik do krmné dávky, které snižují obsah bakteriální biomasy ve střevech. Na druhou stranu toto řešení ovlivňuje také výskyt symbiotických bakterií. Antibiotika se k tomuto účelu využívala především v 90. letech minulého století (Wesoly & Weiler 2012). Od roku 2006 se v rámci EU antibiotika k tomuto účelu užívat nesmí, a to z důvodu rizika vzniku rezistence bakterií na účinnou látku (Øverland et al. 2008). Koncentrace skatolu může být také ovlivněna některými přírodními antibiotiky, např. česnekovým olejem, které ovlivňují střevní mikroflóru (Squires et al. 2020). Tento účinek se přisuzuje sulfidům, které jsou v této esenci obsaženy. Právě tyto látky stimulují produkci CYP enzymů v játrech a tím dochází k intenzifikaci metabolismu skatolu. V některých studiích se obdobného výsledku dosáhlo při dodání lněného semínka do krmiva. Tento účinek je přisuzován organické látce myristicin, která se v této složce nachází (Wesoly & Weiler 2012).

Přidáním některých organických kyselin do krmiva prasat se také redukuje hladina skatolu. Tuto funkci má např. kyselina mravenčí, benzoová a sorbová. Tyto kyseliny následně ovlivňují složení střevní mikroflóry. Snižují zejména množství koliformních bakterií, enterokoků a

bakterií produkujících kyselinu mléčnou. Nejúčinnější se z těchto kyselin jeví mravenčí, která má také pozitivní vliv na růst vykrmovaných prasat (Øverland et al. 2008; Wesoly & Weiler 2012).

Na taniny bohaté rostliny redukují množství bakterií ve střevech, a navíc snižují dostupnost bílkovin pro tvorbu skatolu v tlustém střevě. Podobný účinek mají některé složky esenciálních olejů, jako je karvakrol, thymol, eugenol nebo cinnamaldehyd, který se nachází ve skořici. Také využití čínské lidové medicíny by mohlo redukovat intenzitu kančího pachu. Bylo zjištěno, že podáváním léčivých bylin, jako je krevnice kanadská (*Sanguinaria canadensis* L.), po odstavení selat se snížil výskyt průjmů a došlo ke zvětšení krků ve střevech. Předpokládá se, že tím se snížilo množství odloupaného epitelu, který by mohl být substrátem pro tvorbu skatolu (Wesoly & Weiler 2012). Podobný účinek mají na selata také taniny obsažené v kaštaněch. Taniny jsou obecně vnímány jako antinutriční látky, které snižují stravitelnost některých živin. Nicméně na rozdíl od ostatních druhů zvířat, jsou tyto látky prasaty relativně dobře přijímány (Bee et al. 2020).

Také intenzita ukládání androstenonu se dá ovlivnit výživou. V nejnovějších studiích byl prokázán účinek některých rostlinných metabolitů na intenzitu metabolismu androstenonu v játrech (Heyrman et al. 2021.) Dále hladinu androstenonu můžeme ovlivnit přidáním sorbentů do krmné dávky, které ho vychytávají a zabraňují zpětnému vstřebání sliznicí střeva. Stejněho účinku by se dalo dosáhnout pomocí aktivního uhlí, ale jeho účinky ještě nebyly řádně prozkoumány (Squires et al. 2020). Také přidáním jílových minerálů do krmné dávky by se dalo dosáhnout obdobného účinku. Tyto studie však byly zaměřeny pouze na skatol a ne u všech bylo dosaženo požadovaných výsledků (Wesoly & Weiler 2012). K intenzifikaci degradace skatolu by se daly použít další látky přírodního původu, které slouží jako nukleární receptory tím ovlivňují metabolismus skatolu. Mezi tyto látky řadíme např. diallyl sulfide, který se nachází v česneku, hyperforin, účinná látka třezalky tečkované (*Hypericum perforatum* L.) nebo fytoestrogen coumestrol (Squires et al. 2020).

Krmiva, která napomáhají snížení skatolu, se hojně prodávají např. v Nizozemí či Belgii. Jedná se o krmiva značek Dumoulin a Vitelia, která kombinují účinek vlákniny a dalších aditiv napomáhajících k redukcí kančího pachu. Ta se kanečkům podávají několik týdnů před porážkou, aby se dosáhlo jejich plného účinku. Do krmné dávky se také můžou přidávat některá probiotika a prebiotika, která ovlivňují složení střevní mikroflóry (Squires et al. 2020).

### **3.2.2.3 Vlivy ustájení a ošetřování**

Skatol a indol můžou být absorbovány kůží nebo plícemi z výkalů. Z toho vyplývá, že prasata bez rozdílu pohlaví žijící ve znečištěném prostředí budou mít zvýšenou koncentraci těchto látek v tukové tkáni (Aluwé et al. 2011; Bekaert et al. 2012; Thomsen et al. 2015; Squires et al. 2020). Vstřebávání skatolu a indolu z vnějšího prostředí je také výraznější při vysokých teplotách vzduchu. To je patrné zejména v letních měsících (květen, červen, červenec), pokud jsou prasata chovaná v extenzivním chovu nebo mají alespoň přístup do výběhu. Pokud tedy dochází k pravidelnému odkluzu kejdy u prasat, sníží se tím hladina skatolu a indolu v tuku zvířat (Squires et al. 2020). Aluwé et al. (2011) uvádějí, že skatol se více absorbuje přes kůži břicha než kůži na zádech prasete. Při vyšších teplotách byla také zjištěna absorpce skatolu přes plicní tkáň. Výraznější je tedy v letních měsících, v zimě je naopak méně intenzivní.

S krátkým dnem se pojí urychlený nástup puberty u prasat. Kanečci narození na podzim a v zimě mají zvýšenou hladinu testosteronu a estradiolu v krvi a zároveň mají vyšší hmotnost varlat. Tato zvířata mají také vyšší koncentraci androstenonu v tukové tkáni, který se nejvíce ukládá právě v chladnější části roku. Na druhou stranu skatol se intenzivněji ukládá v teplejších měsících (Squires et al. 2020; Heyrman et al. 2021). U podestýlkových systémů, které jsou běžné v ekologických chovech prasat, dochází v létě k většímu ohřívání vzduchu ve stáji, než je tomu v bezstelivových provozech. Z tohoto důvodu prasata ráda chodí do venkovního výběhu, aby se ochladila v kališti. Je známo, že prasata dávají přednost kálení ve venkovním prostoru, pokud je k dispozici. Vnitřní část stáje je tedy méně znečištěná. Při vyšších teplotách také prasata více odpočívají a lehají si i do znečištěné části kotce, aby se ochladila. Takové chování je pozorovatelné zejména u systémů s pevnou podlahou z betonu, která má studený povrch. Tyto systémy ustájení způsobují tedy větší znečištění kůže u prasat, zejména v letních měsících, což může mít za následek zvýšené hodnoty skatolu (Thomsen et al. 2015). Vliv na akumulaci skatolu v tukové tkáni by měla mít také ventilace vzduchu a relativní vlhkost ve stáji (Heyrman et al. 2021).

Typ podlahy v ustájení zvířat by tedy měl mít vliv na celkovou intenzitu kančího pachu. Předpokládalo se, že u stáji s roštovou podlahou se budou komponenty kančího pachu ukládat v tukové tkáni v menší míře, než je tomu u pevné podlahy (Thomsen et al. 2015; Heyrman et al. 2021). Nicméně dle výzkumu Heyrman et al. (2021) se tato domněnka nepotvrdila, jelikož byly u všech skupin naměřeny velmi podobné hodnoty i přesto, že jejich ustájení mělo různé typy podlahových systémů. To však mohlo být zapříčiněno malým počtem zvířat zahrnutých do dané studie. Pokud je ve stáji zabudovaná protiskluzová podlaha, výrazně se také sníží riziko poranění zvířat. U kanečků by navíc mohl být výběh členěný na více částí, aby měli submisivnější jedinci možnost úkrytu a tím se minimalizovala agrese ve skupině. Tím se však zvýší velikost plochy potřebná pro danou skupinu prasat (von Borell et al. 2020).

Starší prasata bývají často více znečištěná oproti mladším jedincům ve stáji. Tato prasata totiž stráví více času odpočinkem a ležením. To je dáno zejména tím, že jejich organismus vytváří více vnitřního tepla, než je tomu u mladších kategorií, a proto se ochlazují (Thomsen et al. 2015).

Jak již bylo zmíněno dříve, u dominantních jedinců ve stáji se vyskytuje androstenon ve vyšší koncentraci, než je tomu u submisivnějších kanců ve stejné skupině (Squires et al. 2020). U skupin, které jsou tvořeny pouze sourozenci, dochází k redukci dominance a agrese (von Borell et al. 2020). Také přítomnost hraček by mohla snížit intenzitu agresivního chování u kanečků (Heyrman et al. 2021). U méně početných skupin byla zjištěna menší prevalence kančího pachu. V takto tvořených skupinách také bývá méně agresivních jedinců. Také velikost plochy na jednoho jedince může mít vliv na intenzitu kančího pachu. Výsledky studií se však v této oblasti značně liší. Ke konci 20. století se udělalo několik pokusů týkajících se této problematiky. Zjistilo se, že se vzrůstající plochou na jedno prase klesá hladina skatolu a indolu v tuku zvířat. Na druhou stranu v novější studii z roku 2013 byly naměřeny velmi rozdílné hodnoty komponent kančího pachu, které naopak se zvětšující se plochou vzrůstaly. Ve dřívějších studiích se však do pokusu nezahrnoval androstenon, jehož hladina by se mohla navyšovat právě se vzrůstající velikostí plochy ustájení. Důležitou roli však hraje i welfare prasat, proto je legislativně dána minimální plocha podlahy pro jedno zvíře, která se liší dle živé hmotnosti prasat. U prasat chovaných ve stáji s novým vybavením, které není starší 5 let, byly

naměřeny nižší hodnoty kančího pachu než ve starších stájích. Po dlouhodobém používání vybavení dochází ke změně povrchu objektu, který se i obtížněji čistí. Na povrchu můžou zůstat zbytky výkalů, které jsou potencionálním zdrojem skatolu (van Wagenberg et al. 2013).

Také transport zvířat může mít vliv na intenzitu kančího pachu. Bylo zjištěno, že při dlouhé přepravě zvířat, např. na porážku, stoupá hladina androstenonu v krvi zvířat. To může být způsobeno stresem během transportu zvířat, zejména při velké vzdálenosti mezi farmou a jatkami. Při takové přepravě také častěji dochází ke konfliktům mezi prasaty, což má na hladinu androstenonu rovněž nemalý vliv. Po zkrácení doby přepravy a stání zvířat na jatkách by se tento jev měl vyskytovat v menší míře (Squires et al. 2020; Heyrman et al. 2021).

Zvýšená hygiena stáje by mohla být jednou ze strategií eliminace kančího pachu, nicméně tato metoda nebude nikdy stoprocentní a je třeba ji kombinovat také s dalšími metodami, např. využitím krmných aditiv aj. Tento způsob také nejvíce ovlivňuje přítomnost skatolu, který však není jedinou komponentou tvořící kančí pach. Pokud by se tato strategie aplikovala ve výkrmu kanečků, musela by se zajistit účinná detekce kančího pachu při porážce zvířat (Thomsen et al. 2015).

### 3.2.2.4 Chemická kastrace

K tomuto způsobu kastrace se využívá několik druhů chemických látek, které způsobují destrukci varletních buněk, jejichž funkce spočívá v produkci spermií a pohlavních hormonů. Mezi tyto látky řadíme formaldehyd, kyselinu mléčnou, soli obsahující stříbro a zinek a případně další. Tento způsob kastrace zvířat má mnoho výhod, zejména se jedná o velmi jednoduchou a snadno dostupnou metodu, která zároveň není finančně nákladná. Nejčastěji se látka aplikuje injekčně přímo do varlete či nadvarlete. Samotný vpich do tkáně způsobuje minimum bolesti a po zákroku zvíře nekrvácí, na rozdíl od chirurgické kastrace. Na druhou stranu tato metoda s sebou nese i několik nevýhod. Po zákroku se u selat často vyskytují otoky v místě vpichu, což je také doprovázeno bolestí. V některých případech dochází také k silné infekci, která může vyústit až k nekróze tkáně. Chemická kastrace je také často doprovázena pomalým procesem hojení. Také je tu otázka bezpečnosti živočišných produktů při využití tohoto způsobu kastrace (Prunier et al. 2006).

Singh et al. (2020) ve své novější studii uvádějí, že tento způsob kastrace lze provádět jednak vpichem do tkáně varlat či nadvarlat, ale také subkutánní cestou nebo dokonce perorálním podáním dané látky. Všechny tyto metody byly zkoumány u více druhů zvířat, avšak u prasat jich bylo vyzkoušeno poměrně málo. Injekčně podávaný chlorid vápenatý ( $\text{CaCl}_2$ ) způsobuje atrofii varlat, proto by mohl být využit ke kastraci. Tato sloučenina se aplikuje do ocasu nadvarlete, stejně tak formaldehyd. Účinky této látky však byly zkoumány pouze u býků, kde se výsledky dostavily až za necelé 3 měsíce. Po této době začali býci produkovat již azospermický ejakulát. V roce 1975 byl ke stejnému účelu zkoumán chlorid kademnatý ( $\text{CdCl}_2$ ), který se aplikoval injekčně do varletní tkáně prasat v hmotnosti 30 a 60 kg. Po aplikaci látky u nižší živé hmotnosti byl navíc naměřen vyšší denní přírůstek a lepší konverze krmiva. Další možností je využití manganistanu draselného ( $\text{KMnO}_4$ ), který se aplikuje přímo do varlat. Úplnou atrofii tkáně také způsobuje dusičnan stříbrný ( $\text{AgNO}_3$ ), který se aplikuje spolu s kyselinou mléčnou. Chemická kastrace se hojně využívá např. v Indii pro regulaci populace



toulavých psů a koček, ale také pro volně žijící skot, který je zde posvátným zvířetem. Jedná se o rychlou a neinvazivní metodu, při které není třeba žádné pooperativní péče, proto je to velmi vhodná metoda kastrace pro tyto účely. Chemickou kastraci můžeme dále využít u malých přežvýkavců, oslů, králíků, ale také u morčat nebo krys. V některých asijských zemích žije hojně ve městském prostředí makak rhesus (*Macaca mulatta* Zimmermann, 1780), u kterého by se tato metoda dala také využít.

### 3.2.2.5 Imunokastrace

Tato metoda funguje na principu vakcinace proti GnRH (gonadotropin-releasing hormone). Tento hormon je produkován hypotalamem a řídí produkci gonadotropinů. Proto následnou indukci protilátek vůči GnRH dochází k zamezení produkce LH (luteinizační hormon) a FSH (folikulstimulační hormon). Z tohoto důvodu je pozastaven vývoj varlat a Leydigovy buňky, jejichž funkce spočívá ve tvorbě steroidních hormonů, mezi které řadíme mimo jiné androstenon, se stávají rovněž dysfunkční (Zamaratskaia & Squires 2009; Aluwé et al. 2015; Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020). Imunokastrací se také zmenšuje velikost bulbouretrálních žláz, jejichž funkce spočívá v produkci sekretu s lubrikačními vlastnostmi (Park et al. 2019). Výsledkem imunokastrace je tedy eliminace tvorby androstenonu a hormonů steroidní povahy, včetně testosteronu. Také hladina skatolu je u takto kastrovaných jedinců značně snížena. To je pravděpodobně způsobeno zvýšením intenzity metabolismu skatolu v játrech, což je výsledkem potlačení steroidogeneze (Squires et al. 2020). Některé zdroje také uvádí vliv imunokastrace na snížení indolu v tukové tkáni, který je také způsoben změnou metabolismu jater (Zamaratskaia & Squires 2009). Momentálně je na trhu dostupná jediná vakcína tohoto typu a to Improvac® neboli Improvest® od firmy Zoetis (Zamaratskaia & Squires 2009; Squires et al. 2020; Werner et al. 2021). Tento přípravek je oficiálně registrovaný jako vakcína, i když se nejedná o klasický typ očkovací látky. Tradiční vakcíny jsou založené na produkci antigenů proti cizímu patogenu, avšak tento typ stimuluje produkci protilátek proti hormonu GnRH, který je tělu vlastní a je nezbytný pro pohlavní vývoj u savců (Fredriksen et al. 2011).

K dosažení požadovaného účinku této vakcíny je třeba dvou dávek, které zajistí pozastavení sexuálního vývoje a zároveň eliminaci kančího pachu ve výkrmu. První dávka, která funguje jako primer, se podává mezi 8. až 12. týdnem po narození. Druhá vakcinace se provádí 4 až 6 týdnů před koncem výkrmu, a již pár dní po kompletní imunokastraci se takto kastovaní kanečci chovají jako vepřící. Jednotlivá aplikace se provádí ve množství 2 ml pod kůži za uchem prasete. Dochází k výraznému poklesu libida a agresivního chování a zvyšuje se žravost, která bývá dokonce intenzivnější oproti chirurgicky kastrovaným kanečkům. Při správné aplikaci obou dávek je výrazně snížena akumulace androstenonu a skatolu v tukové tkáni, tudíž prevalence kančího pachu je velmi nízká (Zamaratskaia & Squires 2009; Aluwé et al. 2015; Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020; Werner et al. 2021). Nicméně v praxi bývá časté, že alespoň jedna z dávek je provedena nesprávným způsobem, takže se takto vakcinovaní jedinci chovají nadále jako kanci a je u nich po porážce zjištěna určitá intenzita kančího pachu. Je známo, že s prodlužujícím intervalem mezi druhou dávkou s a porážkou dochází k větší pravděpodobnosti vzniku projevů chování jako je u vepříků. Pokud se prasata poráží ve vyšší živé hmotnosti, je třeba aplikovat 3 dávky, protože účinek vakcinace je často reversibilní

(Bonneau & Weiler 2019). Takový typ výkrmu je častý ve Španělsku a Itálii, kde se prasata často poráží až v hmotnosti kolem 160 kg. Výsledným produktem je sušená vepřová šunka, jejíž výroba má v daných zemích velkou tradici (Pinna et al. 2015). Pouze několik zdrojů uvádí, že účinek imunokastrace je dlouhodobého charakteru, v některém případě až 22 týdnů. Právě u vakcíny Improvac<sup>®</sup> byla zpozorována dlouhá doba působení látky, což by mělo umožnit využití této substance v kratším intervalu po podání první aplikace, než je obvyklých 4 až 6 týdnů. To by však mělo za následek zhoršenou růstovou schopnost prasat a menším podílem libové svaloviny na JUT. Ideální typ vakcíny by byl takový, aby byla imunizace potřebná pouze jednou namísto dvakrát (Zamaratskaia & Squires 2009).

Intenzivní růst svaloviny je patrný do aplikace druhé vakcinační dávky, z důvodu přítomnosti androgenů a estrogenů v těle zvířat. Produkce těchto látek je však značně potlačena po druhé aplikaci. Od toho okamžiku je v organismu intenzivně ukládána tuková tkáň, což je také způsobeno vyšším příjmem krmiva. Ke konci výkrmu se také zvyšuje denní přírůstek živé hmotnosti, který dokonce bývá větší než u kanečků a chirurgicky kastrovaných vepříků. Ve výsledku je spotřeba krmiva a kvalita masa průměrné hodnoty v porovnání s kanečky a vepříky (Bonneau & Weiler 2019; Park et al. 2019).

Oproti klasické chirurgické kastraci je využití vakcinace pro zvířata méně bolestivé, i přesto lze však očekávat mírné nežádoucí účinky, zejména v místě vpichu. Jelikož je tímto způsobem eliminováno typické kančí chování, jako je agrese a sexuální chování, je tato metoda příznivá i z pohledu welfare (Bonneau & Weiler 2019). U této metody je také velmi malé riziko vzniku infekcí (Squires et al. 2020). V závislosti na tom, kdy aplikujeme druhou dávku, můžeme měnit vlastnosti jatečných prasat. V případě, že pokud se druhá dávka vakcinace uskuteční krátce před porážkou, jsou prasata po všech stránkách podobná spíše kanečkům, včetně růstové schopnosti a kvality masa (Bonneau & Weiler 2019). Nicméně je doporučováno druhou dávku aplikovat nejpozději 4 týdny před porážkou, aby jednotlivé komponenty kančího pachu byly co nejvíce metabolizovány (Park et al. 2019). Při běžné vakcinaci však maso z takto kastrovaných kanců připomíná spíše maso vepříků. Např. obsah intramuskulárního tuku je na vyšší úrovni, což je velmi žádoucí pro vlastnosti masa, jako jsou chuť a křehkost (Bonneau & Weiler 2019). Hodnota jatečné výtěžnosti je však na nižší úrovni v porovnání s hodnotami u kanečků. To je dáno zejména vyšším podílem subkutánního tuku u vakcinovaných kanečků. Podíl libové svaloviny a výška hřbetního tuku jsou na střední úrovni (Aluwé et al. 2015; Park et al. 2019). Imunokastrace má také vliv na chemické složení tuku. Oproti kanečkům mají vakcinovaní jedinci v tukové tkáni více nasycených a méně polynenasycených mastných kyselin (Park et al. 2019).

Na druhou stranu provedení imunokastrace může být poměrně nákladné, zejména v případě, pokud jsou potřebné 3 dávky u výkrmu do vyšší hmotnosti. Aplikace dalších vakcinací je také pro ošetřovatele poměrně pracná, z důvodu vysoké hmotnosti jatečných prasat. To je výrazné zejména v případě potřeby třetí dávky (Bonneau & Weiler 2019). Obtížnost aplikace také vzrůstá s počtem prasat ve skupině (Zamaratskaia & Squires 2009). Po druhé aplikaci je také třeba sledovat vakcinované jedince. V případě, pokud se vakcinace neprovedla řádným způsobem, můžeme u těchto prasat pozorovat typické kančí chování a větší velikost varlat oproti ostatním jedincům. Při neopatrné aplikaci je zde také riziko vakcinace ošetřovatele namísto prasete (Bonneau & Weiler 2019).

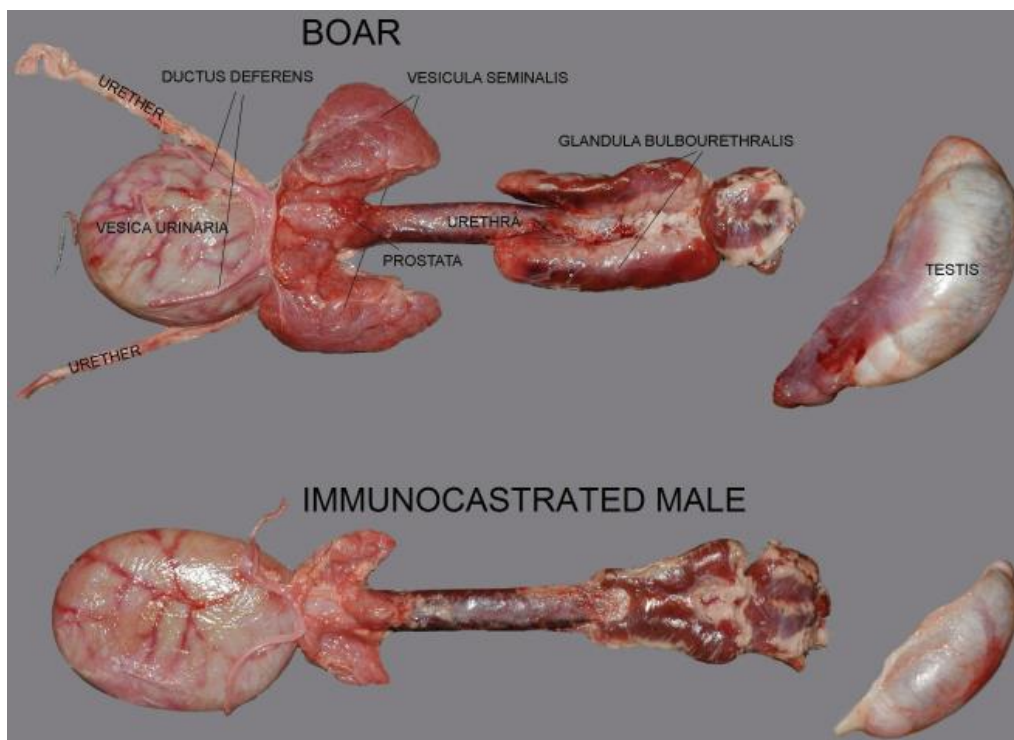
Tato metoda kastrace s sebou nese také speciální nároky na výživu prasat. Do druhé aplikace mají kanečci nutriční požadavky jako nekastrovaní kanci a po vakcinaci dochází ke změně metabolismu v organismus. Z kanečků se stávají v podstatě vepřici a důsledkem je zvýšený apetit u zvířat, snížená růstová schopnost, horší konverze krmiva a zvýšené ukládání tuku. Po druhé dávce je třeba snížit potřebnou dávku lyzinu v krmné dávce o 30 %. Vhodné je také aplikace restriktivního způsobu krmení pro zlepšení celkové efektivity výživy. Oproti kanečkům je vhodnější podávání méně energeticky bohatých krmiv s nižším obsahem bílkovin, což má za následek také nižší produkci amoniaku ve stáji (Bee et al. 2020).

Celosvětově se imunokastrace hojně využívá např. v Austrálii a na Novém Zélandu, dále v Jižní Americe, zejména v Brazílii. V Evropě se tato metoda příliš nevyužívá, jelikož není konzumenty dobře přijímána a spousta producentů má strach z poklesu prodejů a imunokastraci z tohoto důvodu odmítají. Tato metoda není v široké veřejnosti v oblibě, zejména ze strachu z rizika ovlivnění lidské plodnosti po konzumaci masa z takto kastrovaných kanečků (Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020). Bezpečnost konzumace tohoto masa však byla řádně zkoumána. Fragment antigenů obsažený ve vakcíně má menší účinnost na uvolňování luteinizačního hormonu oproti vakcínám obsahujících dekapeptidy. Nosné proteiny obsažené v této substanci se navíc vyskytují také v dalších typech vakcín. Tyto bílkoviny nejsou pro organismus nijak toxické a ani nenarušují hormonální aktivitu. Stejně tak je tomu u fragmentu GnRH, který je vázán na již zmíněné nosné proteiny (Bonneau & Weiler 2019).

Průzkum prováděný v Norsku poukázal na skepticismus konzumentů vůči masu pocházející z prasat, které prošly procesem imunokastrace. Vakcinace proti GnRH byla většinou obyvatel, kteří se studie zúčastnili, odsouzena. Na druhou stranu bylo téměř pro všechny bezproblémové užití vakcinace pro léčbu různých chorob. Z této studie víme, že hlavním problémem pro veřejnost je strach z reziduí obsažených v mase. Další obavou je zdražení výsledných produktů při využití této metody kastrace. Někteří konzumenti považují tuto metodu za humánnější oproti klasické kastraci, ale další část zúčastněných silně pochybovala o lepších podmínkách welfare pro prasata, kterým je vakcína podána. Velká část norské populace požaduje také případné označení výsledných produktů, pocházejících z vakcinovaných prasat. V kontrastu s jinými studiemi, většina švýcarské populace by uvítala užití imunokastrace ve vyšší intenzitě, stejně tak je tomu ve Francii, Nizozemí a Německu. To silně poukazuje na možnost budoucího využití imunokastrace v těchto zemích, která by se mohla stát hlavní metodou eliminace kančího pachu ve výkrmu prasat (Fredriksen et al. 2011).

V rámci Evropy se imunokastrace využívá v největší míře v Belgii, i tak pouze u 15 % vykrmovaných kanečků. V malé míře se tento způsob kastrace využívá také ve Švédsku, České republice, Slovensku, Rumunsku, Itálii, Španělsku (Bonneau & Weiler 2019), Norsku a Švýcarsku (Fredriksen et al. 2011). Je zde také možnost využití imunizace proti GnRH ve výkrmu prasat s vyšší porážkovou hmotností pro získání produktů požadované kvality (Bonneau & Weiler 2019).





Obr. 6: Rozdílné utváření pohlavní soustavy u kanců a imunokastrátů (Škrlep et al. 2010).

### 3.2.2.6 Výkrm kanečků

Ve dřívějších dobách byla velmi ceněna prasata s vysokým podílem tuku na jatečném těle. Dnes je naopak požadováno, aby prasata měla co největší procento libové svaloviny. Jednou z možností, jak toho dosáhnout, je vykrmování kanečků, jejichž organismus ukládá méně tukové tkáně, než je tomu u vepříků (Babol & Squires 1995; Bonneau 1998; Zamaratskaia & Squires 2009; Squires et al. 2020; von Borell et al. 2020). Rozdíl podílu libové svaloviny u kanečků a vepříků činí v průměru 5 % (Babol & Squires 1995). Kanečci mají navíc lepší růstovou schopnost, a to průměrně o 13 %. Procento jatečné výtěžnosti se při výkrmu kanečků zvyšuje o 20 %. Konverze krmiva dosahuje lepších hodnot, průměrně o 14 %, a zároveň kanečci spotřebují o 9,5 % méně krmiva oproti vepříkům. Z environmentálního hlediska je lepší vykrmovat kanečky, protože vlivem lepšího růstu a konverze krmiva dochází k menší spotřebě energií a zároveň k menší produkci kejdy a úniku amoniaku do prostředí. Jelikož se kanečci nekastrují, dochází k eliminaci všech problémů, které se pojí s touto procedurou. Výsledkem je snížení výdajů spojených s kastrací a zároveň se zlepšují podmínky welfare u selat. Ta nejsou vystavena bolesti, infekcím po kastraci a také se snížila celková mortalita selat (Bonneau 1998; Lundström et al. 2009; Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020; von Borell et al. 2020).

Výkrm kanečků má však také své nevýhody. U nekastrovaných kanců se vyskytuje agresivní chování a je u nich zachován pohlavní pud. Tito jedinci zraňují ostatní prasata ve skupině kousáním a zároveň na sebe naskakují (Bonneau 1998; Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020; von Borell et al. 2020). Toto chování je spojené se zvýšenou potřebou se pářit a díky němu také dochází ke zraněním končetin, ke kterým dochází až u 15 % prasat ve stáji (Squires et al. 2020). U naskakujících kanců také často dochází k poranění penisu. To je patrné zejména díky jizvám v této oblasti, které se nachází u většiny vykrmovaných kanců. V nejhrošším případě dochází až k nekrotám této tkáně, a to až u 9 % kanečků. S věkem se

množství poranění na kůži zvířat zvyšuje (Bonneau & Weiler 2019; von Borell et al. 2020). Díky specifickému chování, které se u kanečků vyskytuje, dochází ke zvýšení stresu u nekastrovaných jedinců. To může mít za následek snížení imunity u prasat, což se projeví vznikem různých onemocnění. Maso od kanečků také častěji podléhá vadám masa, zejména DFD (Bonneau 1998; Lundström et al. 2009; Bonneau & Weiler 2019; Squires et al. 2020). U prasat, která podléhají agresi ostatních kanců, byl také zjištěn horší denní přírůstek (Squires et al. 2020). Kanečci na rozdíl od vepříků ukládají méně tuku v organismu. To se také odráží na sníženém podílu intramuskulárního tuku (IMT), který má příznivý vliv na chuť a strukturu masa. Podíl IMT je v některých případech menší jak 2 %, což je optimální množství pro vyniknutí sensorických vlastností masa. Tuk z kanečků je také rozdílné kvality oproti vepříkům. Sádlo u kanečků je více náchylné ke žluknutí, což je nevýhodné při výrobě sušených masných výrobků. To je dáno větším podílem vody a rozdílným poměrem obsažených mastných kyselin, než je tomu u vepříků. Na druhou stranu však obsahuje méně nasycených mastných kyselin, což je lepší z dietetického hlediska. Z tohoto důvodu je sádlo také jemnější struktury a je snadno oddělitelné od okolní tkáně (Babol & Squires 1995; Bonneau 1998; Lundström et al. 2009; Bonneau & Weiler 2019). Lundström et al. dále (2009) uvádějí, že maso kanečků je červenější, tudíž je pro konzumenty více atraktivní svým zbarvením, a dále že vyniká větší vazností vody. Kanečci mají také obvykle horší hodnoty jatečné výtěžnosti. To je dáno hmotností reprodukčních orgánů, které jsou po porážce vyjmuty. Kanci mají také těžší ledviny a celkově větší proporce těla oproti vepříkům (Babol & Squires 1995; Lundström et al. 2009).

U kanečků je také doporučen oddělený výkrm dle pohlaví, aby se předcházelo nežádoucímu pohlavnímu chování vůči prasničkám a aby se zamezilo nechtěné březosti (Squires et al. 2020). Tento problém je patrný zejména u extenzivního typu výkrmu, jelikož trvá delší dobu oproti klasickému intenzivnímu výkrmu ve stáji (von Borell et al. 2020). Zároveň je také vhodné umístit do skupiny pouze kanečky, kteří jsou v sourozeneckém vztahu, protože u nich dochází k menší prevalenci vzniku agresivního chování. U takto tvořených skupin byla také naměřena menší hladina androstenonu oproti jiným skupinám ve stáji (Squires et al. 2020). Pokud nejsou skupiny kanečků tvořeny ze sourozenců, je třeba je uskupit co nejdříve po odstavu. Výsledkem toho je snížené riziko vzniku agrese mezi jedinci, což je patrné zejména díky lepšímu stavu kůže, na které se nacházejí kožní léze v relativně malém množství. Pro kanečky je lepší poskytnout větší rozlohu kotců, aby se minimalizovalo riziko zranění u zvířat. Je také nezbytné zajistit protiskluzovou podlahu v daných kotcích, nejlépe typu celoroštové podlahy, a to ze stejného důvodu. Při projevech přirozeného chování kanečků se totiž často stává, že dochází ke zraněním vlivem malého prostoru, ve kterém prasata žijí. Kvůli submisivnějším jedincům je také vhodné do kotce umístit několik úkrytů, např. ve formě členění kotce do více částí. U výkrmu kanečků je také důležité zajistit dostatečný enrichment ve stáji. Vhodné je využití přirozených materiálů, jako je sláma, která kanečky dostatečně zabaví, a tak méně vyhledávají mezi sebou konflikt (von Borell et al. 2020).

Aby se minimalizovala prevalence kančího pachu, je jednou z možností výkrm kanečků do nižší porážkové hmotnosti. V takovém případě se výkrm ukončuje ještě před dosažením pohlavní dospělosti, které se však výrazně liší dle plemene a individuality zvířat, proto se také liší výsledky různých studií (Zamaratskaia & Squires 2009; von Borell et al. 2020). Nicméně většina těchto studií se shoduje na tom, že s věkem zvířete se hladina androstenonu zvyšuje a

tím se zvyšuje riziko vzniku kančího pachu. Například ukončením výkrmu v 70 kg se toto riziko značně snižuje, oproti porážce v 90 kg. V tomto případě se zvýšená hladina androstenonu pojila se sníženou expresí enzymu 3 $\beta$ -HSD, jehož funkce spočívá v biosyntéze steroidních hormonů a degradaci androstenonu v játrech. Avšak i v takto nízké porážkové hmotnosti nedochází k úplné eliminaci kančího pachu, a to také proto, že i mezi jednotlivými prasaty jsou velké individuální rozdíly (Zamaratskaia & Squires 2009). Tento způsob výkrmu se hojně využívá např. ve Spojeném království a Irsku. Dále se výkrm kanečků uplatňuje ve Španělsku, Portugalsku, Řecku (Bonneau 1998; Bonneau & Weiler 2019; von Borell et al. 2020) a Dánsku (Babol & Squires 1995; Bonneau 1998). Při výkrmu kanečků je také nezbytné spojení více metod k zajištění co největší eliminace kančího pachu. To znamená zvolit správný způsob výživy a zajistit co nejlepší typ ustájení, aby byla prevalence pachu na co nejnižší možné úrovni. Mimo jiné je třeba správně zvolit také genotyp chovaných prasat. Genetickou selekcí lze ovlivnit zejména hladinu produkovaného androstenonu a tento typ selekce je již zařazen do několika šlechtitelských programů v chovech prasat. Dále je nutné zajistit kvalitní metodu detekce kančího pachu, aby bylo možné efektivně roztřídit JUT na jatkách (Bonneau & Weiler 2019).

#### 3.2.2.6.1 Detekce kančího pachu

Výkrm kanečků by byl realizovatelný pouze v případě, pokud by bylo možné na jatkách detekovat přítomnost kančího pachu za přijatelnou cenu a jeho prevalence by byla v malé míře (Aluwé et al. 2011; Aluwé et al. 2012). Pokud by byla zjištěna velká hladina kančího pachu, není maso vhodné pro výsek ani pro další zpracování a je vyloučeno z lidské spotřeby (Faldyna et al. 2018). Na jatkách rozlišujeme tzv. on-line a at-line metody hodnocení kančího pachu. On-line se využívají přímo na jatečné lince během porážek a at-line metody je sice možné využívat na jatkách, avšak v oddělené místnosti (Burgeon et al. 2021).

Senzorické hodnocení (někdy označováno jako HNS – human nose scoring systém) je založeno na detekci kančího pachu pomocí lidského čichu. Jeho výhodou je nízká cena testování, která bývá ve většině případů menší než 1 euro. Oproti tomu cena laboratorního vyšetření může dosáhnout až 55 euro (údaje z roku 2012). Celková výše nákladů však závisí na spoustě faktorech, zejména na počtu hodnotitelů a rychlosti jejich testování, na zvolené metodě detekce kančího pachu a na počtu opakování testu (Mathur et al. 2012). U sensorického hodnocení je nevýhoda malá citlivost vůči androstenonu (Faldyna et al. 2018) a velmi záleží na zkušenosti hodnotitelů, kteří pach posuzují (Aluwé et al. 2012). Někteří lidé jsou na kančí pach citlivější než jiní, a to závisí nejenom na pohlaví člověka, ale také na jeho věku a původu (Bekaert et al. 2011; Borrissier-Paró et al. 2017). Font-i-Furnols (2012) ve své práci tyto rozdíly v citlivosti na kančí pach dále rozvíjí. Uvádí například, že obyvatelstvo USA, Velké Británie a Španělska mají výrazně nižší citlivost vůči androstenonu než populace zbytku světa. Údajně také lidé žijící ve městě jsou vůči této látce často anosmičtí oproti vesnickému obyvatelstvu. V další studii se uvádí, že s věkem citlivost na kančí pach stoupá (Bekaert et al. 2011).

Příprava vzorků pro sensorické hodnocení i laboratorní analýzu probíhá dle většiny zdrojů (Aluwé et al. 2011; Aluwé et al. 2012; Mathur et al. 2012; Trautmann et al. 2016; Borrissier-Paró et al. 2017) následovně: Nejdříve je třeba odebrat vzorek svaloviny spolu s tukovou tkání prasat (často se jedná o sval *Longissimus thoracis et lumborum* (Aluwé et al. 2012; Borrissier-Paró et al. 2017), *Longissimus dorsi* (Rius & García-Regueiro 2001) nebo se případně může

jednat o břišní svaly (Aldal et al. 2005). V případě hřbetních svalů je třeba odříznout tuk, který se následně nakrájí na malé kousky. Oddělené maso poté také nakrájíme a jednotlivé vzorky masa a tuku následně zvlášť zabalíme. Pomocí vakuovačky odčerpáme z obalů vzduch a poté již můžeme vzorky uskladnit. Pro senzorické hodnocení jsou vzorky uchovávány při teplotě – 20 °C a den před testem se umístí do chladničky, kde je teplota nastavena na 4 °C. Pokud budeme provádět laboratorní analýzu, vzorky se uchovávají při teplotě – 80 °C.

K testování můžeme zvolit lidi ze široké veřejnosti, kteří jsou náhodně vybraní a kteří ve velkém množství případů nejsou obeznámeni s tím, že budou hodnotit kančí maso (Malmfors & Lundström 1983; Aluwé et al. 2011). Ve druhém případě můžeme zvolit hodnotitele z řad odborníků, kteří samozřejmě znají cíl experimentu. Ve výsledcích těchto metod může být značný rozdíl, jelikož je známo, že lidé znající důvod testování bývají často vůči masu kritičtější. (Malmfors & Lundström 1983). Před samotným testem je vhodné alespoň hodinu a půl nejíst, nepít a nekouřit (Heyrman et al. 2020).

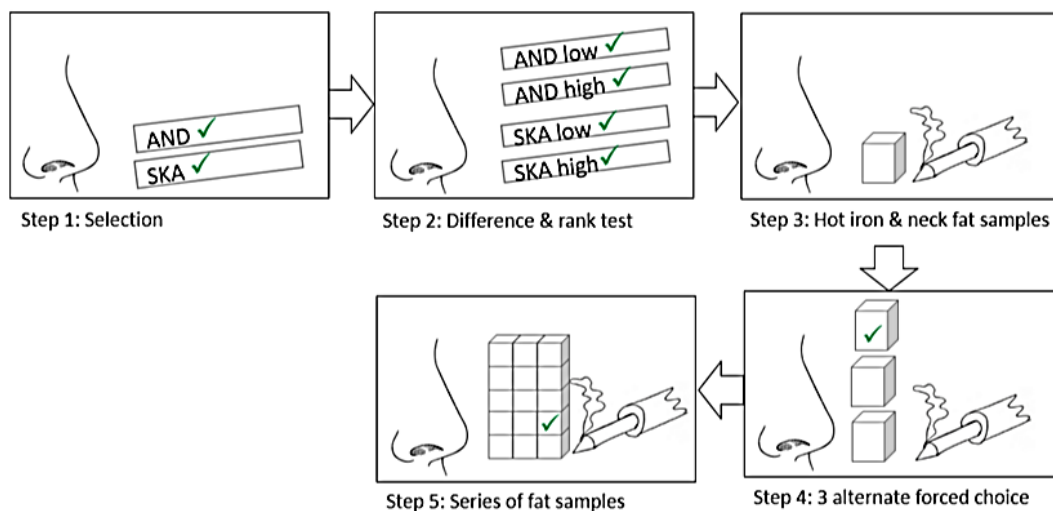
Hodnocení prováděné lidmi ze široké veřejnosti může probíhat v domácích podmínkách. Každé domácnosti je přiděleno určité množství kančího masa (dle počtu členů domácnosti), které mají za úkol tepelně zpracovat a následně ohodnotit jeho chuť a vůni, případně i další vlastnosti (Aluwé et al. 2012). Kuchař, kterým je ve většině případech žena, musí také poznamenat vůni uvolněnou během vaření (Aluwé et al. 2011). Ženy jsou v tomto případě ideálními hodnotiteli kančího pachu, protože je známo, že mají vnímavější čich vůči androstenonu (Smítal 2020). U tohoto způsobu hodnocení nejsou dány žádné instrukce ke způsobu vaření masa. Jedinou podmínkou však je, aby jednotlivé vzorky masa byly připravovány odděleně a aby kuchaři následně nahlásili postup při vaření, a to včetně používaného koření (Aluwé et al. 2012). Dále ve svém výzkumu Aluwé et al. (2012) uvádějí, že velká část konzumentů ohodnotila negativně křehkost kančího masa než samotný pach. Tato vlastnost je pro spoustu konzumentů důležitý parametr kvality masa, nicméně celkem 67 % vybraných domácností ohodnotila kančí maso za tuhé.

Nejčastěji prováděnou metodou detekce kančího je test horkou jehlou. (Bekaert et al. 2011). Jedná se o rychlou a spolehlivou metodu, která velmi rychle efektivně odhaluje výskyt kančího pachu v tuku kanců (Aluwé et al. 2012), a to přímo v jatečném provozu (Aluwé et al. 2015) Při této metodě se využívá jehla o příkonu 30 W až 45 W (Bekaert et al. 2012; Aluwé et al. 2015; Trautmann et al. 2016) a teplotě 240 °C (Trautmann et al. 2016) až 370 °C (Mathur et al. 2012; Heyrman et al. 2020). Pomocí ní se zahřeje tuk na krku zvířat ihned po porážce zvířete nebo alespoň ve stejný den a uvolněný pach masa se následně hodnotí. Povrch masa se zahřívá do té doby, než bude mít bílou barvu včetně lesklého a puchýřovitého vzhledu (Trautmann et al. 2016). Obvykle to trvá 2 až 3 sekundy (Mathur et al. 2012). Nevýhodou horké jehly je omezený počet hodnotitelů, který test provádí, a výsledek tedy silně závisí na jejich subjektivitě (Bekaert et al. 2011). V experimentu Bekaert et al. (2012) testovali vzorky 2 hodnotitelé a výsledky znázorňovali na stupnici od 1 do 4 (1 = neutrální zápach; 4 = velmi silný zápach). Aluwé et al. (2015) naopak využili devítibodový systém hodnocení od 0 do 4, kde se intenzita kančího pachu navyšuje po půl bodě. Trautmann et al. (2016) použili ve svých experimentech 3 druhy stupnic: od 0 do 4, do 0 do 5 a také od 1 do 8, a to dle typu tepelné úpravy masa. V jiném experimentu figurovali dokonce 3 hodnotitelé, díky kterým se dosáhne ještě lepších výsledků (Heyrman et al. 2020). Kromě horké jehly se k senzorickému hodnocení na jatkách může využít i metoda ohřevem v mikrovlnné troubě nebo vařením, nicméně Trautmann et al. (2016) uvádějí, že

v porovnání s těmito metodami dosahuje horká jehla značně lepších výsledků. Důvodem může být to, že se při této metodě využívá velmi vysoké teploty, takže se do okolí uvolňuje více komponentů kančího pachu, než je tomu u jiných metod (Trautmann et al. 2016).

Dále můžeme s pomocí hodnotitelů z odborné veřejnosti provést tzv. standardizovaný test, při kterém se musí striktně dodržovat postup úpravy masa, z důvodu získání co nejpřesnějších výsledků. Aluwé et al. (2012) v jednom ze svých experimentů uvedli, že maso opékali na grilu o příkonu 1800 W, a to po dobu 3 minut. Dále byla měřena vnitřní teplota masa, která měla dosáhnout 74 °C. Aldal et al. (2005) dbali také na teplotu při servírování, která dosahovala 50 °C, protože i na ní může záviset celkové hodnocení kančího pachu. Navíc bylo maso servírováno na horkém talíři, aby se tato teplota udržela.

Při výběru nových hodnotitelů je třeba udělat test na vnímavost vůči kančímu pachu. Heyrman et al. (2020) vybírali hodnotitele na základě pěti kroků: Nejprve se adeptům předloží 3 papírky, kdy jeden z nich je napuštěn buď androstenonem nebo skatolem. Mají za úkol ho identifikovat a poté následují další 2 série. Ten samý postup se podstupuje pro druhou sloučeninu. Ve druhém kroku následují po sobě 4 série testů s 5 papírky, kdy 2 z nich obsahují silnou koncentraci látek a další 2 slabou koncentraci androstenonu a skatolu. Poslední vzorek je pro kontrolu a neobsahuje žádný komponent kančího pachu. Třetí krok má za úkol hodnotitele naučit zacházet s horkou jehlou a následně pracovat s bodovacím systémem. Poté je každému k dispozici celkem 20 vzorků tuku a hodnotitelé musí rozpoznat kančí pach přesně u poloviny daných vzorků. V dalších krocích ve adeptům předloží 3 vzorky tuku, u kterých je pouze jeden pozitivní na kančí pach. Ve všech 9 sériích musí hodnotitel rozpoznat ten správný vzorek a povoleny jsou pouze 2 chyby. V posledních krocích jsou pouze 3 série testování, nicméně v každé je zastoupeno 15 vzorků, z toho 5 pozitivních a 10 negativních na kančí pach. V této fázi mohou hodnotitelé udělat max. 2 chyby. Pokud se adepti dostali na konec poslední fáze, mohou se účastnit testování masa na výskyt kančího pachu a díky tomuto 5krokovému testu je zajištěna vysoká spolehlivost daných hodnotitelů. Nicméně se jedná o velice časově náročný postup, proto se ve většině případů používají pouze papírky napuštěné danými komponenty, které mají hodnotitelé za úkol rozpoznat (Trautmann et al. 2016).



Obr. 7: Výběr hodnotitelů na základě 5krokového testu (Heyrman et al. 2020).



U senzorickeho hodnoceni kančiho pachu můžeme také použít tzv. elektronické nosy, které simulují lidský čich. Stejně jako při klasickém testu, i tady je použita horká jehla. Senzor elektronického nosu po zahřátí tkáně zachytí dané sloučeniny uvolněné do prostředí. Poté dochází ke změně povrchu senzoru a tato změna je následně převedena na elektrický signál pomocí převodníku. Získaná data jsou převedena do počítače, kde jsou následně zpracována a výsledek hodnocení kančiho pachu je zaslán uživateli (Wojnowski et al. 2017).

Existuje mnoho laboratorních metod detekce kančiho pachu. Jejich výsledky jsou sice velmi přesné, ale jejich použití na jatkách je velice omezené a ekonomicky nerentabilní (Squires 1990; Faldyna et al. 2018). Je známo, že hlavní podíl na kančím pachu mají sloučeniny androstenon, skatol a v malé míře i indol. Dle většiny zdrojů (Aldal et al. 2005; Bekaert et al. 2012; Mathur et al. 2012; Trautmann et al. 2016) se v laboratořích hodnotily pouze dva hlavní komponenty, nicméně i hodnocení indolu může mít velký význam, zejména pokud byla naměřena nízká hladina skatolu. V takovém případě se často stává, že indol přebírá roli skatolu a jeho koncentrace v organismu se navýší (Aluwé et al. 2012). Koncentraci androstenonu, skatolu a indolu zjišťujeme mimo tuku také např. z krve zvířat. Sloučeniny obsažené v tuku a krvi spolu vysoce korelují, u androstenonu korelace dosahuje hodnot 0,69 a u skatolu 0,80 (Zamaratskaia et al. 2004). Dále můžeme koncentraci sloučenin v tukové tkáni určit pomocí látek obsažených ve výkalech (Rius & García-Regueiro 2001). Hladinu androstenonu můžeme zjistit dokonce ze slinných žláz, a to při kolorimetrickém vyšetření (Squires 1990).

Velmi využívanou laboratorní analýzou je HPLC (vysokoúčinná kapalinová chromatografie), která se využívá pro stanovení koncentrace androstenonu, skatolu i indolu. Nejdříve je třeba tyto komponenty extrahovat z tukové tkáně, což se provede roztavením hřbetního tuku. Po úpravě vzorků je možné stanovit množství zastoupených látek ve tkáni vložením zkumavek do strojní sestavy HPLC a následné detekce pomocí fluorescence. Androstenon se stanovuje odděleně a je třeba většího vzorku, na rozdíl od skatolu a indolu, které je možné stanovit dohromady a vzorek nemusí být tak objemný. Poté je však potřeba odečíst množství indolu od skatolu, aby bylo možné posoudit všechny tři hlavní komponenty kančiho pachu (Okrouhlá et al. 2016). Dle některých zdrojů se stanovuje pomocí HPLC pouze skatol a indol (Mathur et al. 2012).

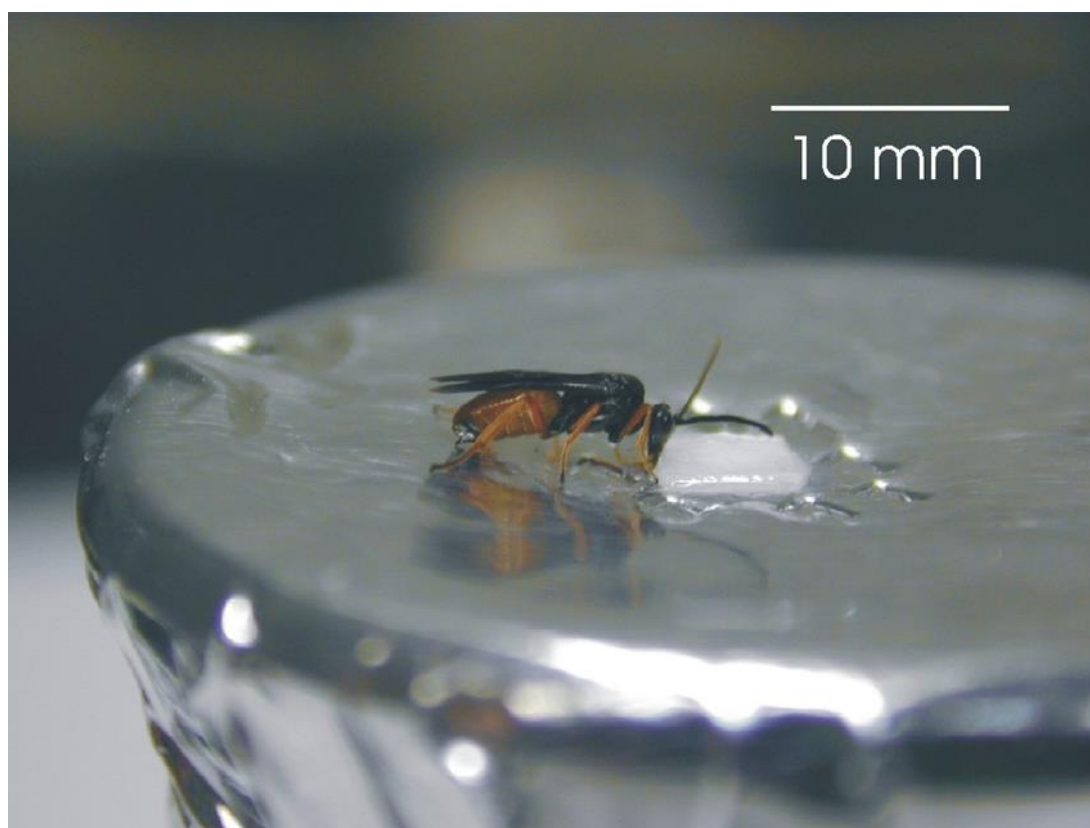
Dále můžeme koncentraci látek zjistit pomocí LC-MS analýzy (liquid-chromatographic multiple-mass-spectrometric) (Aluwé et al. 2011; Bekaert et al. 2012; Mathur et al. 2012). Stejně jako v předchozí metodě, nejprve musíme komponenty z tukové tkáně extrahovat, a to pomocí methanolu. Vzorky se zamrazí v tekutém nitrogeneru a poté jsou již připraveny k analýze (Bekaert et al. 2012). Ke zjištění koncentrace látek můžeme využít také komerční imunologické metody RIA a ELISA (Squires 1990), nicméně jejich užití je také velmi omezené (Trautmann et al. 2016).

Velmi účinné jsou kombinační metody, např. HS-SPME-GC-MS (headspace solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry). U této metody se využívá specializovaného přístroje, který je přenosný, a tudíž je vhodný k užití přímo na jatkách. Dále se jedná o rychlou a spolehlivou metodu, a proto by mohl být tento způsob detekce kančiho pachu využitelný i v provozu (Verplanken et al. 2016).

V minulosti se stanovovala koncentrace steroidních látek za použití kolorimetrie. Tato metoda je levnější a než předchozí laboratorní metody a její užití je značně rychlejší. Prvním krokem kolorimetrické metody je extrakce látek ze tkáně zvířete. Může se jednat o tukovou

tkáň nebo můžeme použít slinné žlázy. Po extrakci sloučenin nanese se jejich tenkou vrstvou na silikagel a necháme zaschnout. Poté aplikujeme resorcyaldehyd a kyselinu sírovou. Oboje tyto sloučeniny jsou rozpuštěné v roztoku kyseliny octové. Posledním krokem je zahřátí silikagelu na 100 °C a výsledek se dostaví zhruba za 10 min. Po uplynutí této doby je možné na vzorku vidět fialovou barvu pro androstenon a růžovou barvu pro cholesterol. Aby bylo dosaženo lepších výsledků, je třeba cholesterol ze vzorku odstranit (Squires 1990). Tento postup je zaměřený pouze na detekci steroidních látek, nicméně Burgeon et al. (2021) uvádějí, že existuje také kolorimetrická metoda zaměřená na skatol a indol.

Zvláštní metodou detekce kančího pachu je využití hmyzu, konkrétně *Microplitis croceipes* (Cresson, 1872) (Wäckers et al. 2011). Tento druh z řádu blanokřídlých (Hymenoptera) má vysokou schopnost učít se a díky jeho vysoké citlivosti vůči pachům je také velice spolehlivý. Tyto vlastnosti z něj dělají ideálního adepta pro detekci kančího pachu (Olson et al. 2003). Mímoto jejich chov je velmi snadný a levný a mají krátký generační interval. Tyto vosy jsou schopné identifikovat jednotlivé komponenty kančího pachu projevem specifického chování. Jakmile správně detekují přítomnost těchto látek, dostanou odměnu ve formě cukerného roztoku. Velmi dobře reagují na skatol a indol, ale na druhou stranu velmi těžko rozpoznají androstenon. Ukázalo se ale, že velmi dobře rozpoznají i komponenty ve společném roztoku (v podílu 1:1:1). Testování pomocí hmyzu je možné i na jatkách. Pro tyto účely byla vynalezena komora s pracovním názvem „wasp hound“. Tento druh je pro člověka užitečný také v jiném odvětví. Jedná se o parazitoida larev motýlů a využívá se právě k jejich likvidaci při biologické kontrole škůdců (Wäckers et al. 2011).



Obr. 8: Jedinec druhu *Microplitis croceipes* konzumující cukerný roztok (Rains et al. 2004).

### 3.2.2.6.2 Zpracovávání masa kanců

Pokud se při třídění JUT na jatkách zjistí nadměrná hladina kančího pachu, je třeba dát tyto jatečné půlky odděleně. Maso, které je po sensorické stránce v pořádku, je vhodné jak k výseku, tak k výrobě masných výrobků. V opačném případě je nutné maso zpracovat takovým způsobem, aby došlo k co největšímu potlačení kančího pachu ve výsledném produktu. Snížení intenzity kančího pachu lze dosáhnout během tepelné úpravy vepřového masa. K výrazné redukci androstenonu v masě dochází během procesu vaření a uzení. U skatolu dochází ke snížení hladiny především uzením (Babol & Squires 1995). U masných výrobků, které neprochází tepelnou úpravou (sušené šunky a klobásy), se intenzita kančího pachu příliš nemění. Avšak masné výrobky jako vařené šunky, párky nebo lunchmeat jsou po sensorické stránce přijatelnější (Malmfors & Lundström 1983; Babol & Squires 1995; Mörlein et al. 2019). Výrobou vařených šunek se snižuje množství androstenonu o 29 až 60 % (Škrlep et al. 2020). Pokud ale tyto výrobky byly vyrobeny z masa s velmi vysokou intenzitou kančího pachu, jsou konzumenty též špatně přijímány (Babol & Squires 1995). Škrlep et al. (2020) se však zmiňují o tom, že procesem sušení se koncentrace skatolu a androstenonu snižují a to o 20 a 36 %. Na druhou stranu sušením dochází ke ztrátě vody, což může mít za následek zvýšení koncentrace těchto komponent. Při výrobě sušených klobás se využívají různé startovací kultury pro bakteriální fermentaci. Tento proces může mít také vliv na maskování pachu spolu s přidáním různého koření do výrobku.

Důležitá je také teplota během zpracovávání masa. Pokud je výsledný produkt připravován při teplotě 65 °C, bývá kančí pach intenzivnějšího charakteru, než je tomu u vyšších teplot (Babol & Squires 1995). Také teplota produktu při servírování hraje klíčovou roli pro jeho přijatelnost. Pokud je maso zpracováno těsně před konzumací a je navíc podáváno horké, je přítomnost kančího pachu snadněji detekovatelná, než je tomu v opačném případě. Dalším možným způsobem je míchání sensoricky méně kvalitního kančího masa s masem bez přítomnosti kančího pachu (Malmfors & Lundström 1983; Babol & Squires 1995; Lunde et al. 2008; Bonneau & Weiler 2019; Mörlein et al. 2019). Bylo zjištěno, že během výroby uzených klobás může být použito 25 % masa pocházejícího z kanců, u nichž byla naměřena vysoká hladina kančího pachu. Toto množství je přijatelné v případě, pokud se výsledný produkt podává za studena. Procentuální podíl kančího masa se výrazně sníží na 6 až 12 %, pokud se masný výrobek servíruje za tepla. Při výrobě frankfurtských párek může být tento podíl navýšen až na 75 % a to bez ovlivnění kvality výsledného produktu (Malmfors & Lundström 1983; Babol & Squires 1995). Ve studii Mörlein et al. (2019) se však uvádí, že horní hranicí je 33 % kančího masa, poté již přijatelnost produktů značně klesá. Pokud daný produkt obsahuje vyšší procento kančího masa, je velmi vhodné zvolit metodu uzení, která efektivně eliminuje nežádoucí pach produktu (Škrlep et al. 2020).

Přidáním bylinek a různých ochucovadel, např. tekutého kouře, se dá přítomnost kančího pachu zamaskovat (Babol & Squires 1995; Borrissier-Pairó et al. 2017; Škrlep et al. 2020). Mezi hojně využívaným kořením k tomuto účelu patří fenykl (Malmfors & Lundström 1983; Babol & Squires 1995; Škrlep et al. 2020). Velmi efektivní je využití česneku a petržele k potlačení kančího pachu (Malmfors & Lundström 1983; Borrissier-Pairó et al. 2017; Škrlep et al. 2020). Mezi další koření ovlivňující intenzitu pachu řadíme koriandr nebo muškátový oříšek, jejichž účinek byl zkoumán zejména v procesu výroby frankfurtských párek (Mörlein et al. 2019; Škrlep et al. 2020). Lunde et al. (2008) se ve své studii věnovali vlivu marinování masa na



potlačení nežádoucího pachu a chuti u kančího masa. Testovali 4 druhy marinád, které obsahovali rozdílné ochucující složky v různém poměru. Hlavní složku marinád tvořila kuchyňská sůl, dále dusitan sodný, kyselina askorbová, různé druhy fosfátů a monosacharidy glukóza a fruktóza. Tyto složky se vyskytovaly ve všech zkoumaných marinádách. Mezi další ingredience, které se přidávali pouze do některých marinád, patřila např. sójová omáčka, dále tekutý kouř nebo tabasco omáčka. Z koření byl přítomný např. černý pepř, sušený česnek, oregano, mletá paprika a citronový pepř. Výsledkem této studie bylo, že k maskování kančího pachu fungovaly nejlépe marinády obsahující tekutý kouř a oregano. V této studii bylo naopak zjištěno, že česnek nemá na intenzitu kančího pachu žádný vliv, na rozdíl studií jiných autorů. Z dalších bylinek lze k maskování pachu použít rozmarýn, který se využívá při výrobě uzených klobás, nebo kari (Škrlep et al. 2020).

V přípravě výsekového masa je důležité dbát také na způsob tepelné úpravy, aby se předešlo nadměrné intenzitě kančího pachu. Metoda sous-vide má vliv na sensorické vlastnosti masa, tudíž i na chuť a pach připravovaného pokrmu. Také využití olejů při smažení může mít vliv na intenzitu kančího pachu, jelikož oleje obsahují mimo jiné aromatické sloučeniny. Studie zaměřující se na využití metody sous-vide a smažení k eliminaci pachu kančího masa potvrdily, že pro snížení androstenonu v mase je efektivnější metoda smažení. K maskování kančího pachu je velmi vhodné maso obalit v trojobalu a v kombinaci s některými bylinkami se jedná o velice efektivní metodu (Borrissier-Pairó et al. 2017). Metoda sous-vide spočívá ve vaření masa ve vakuu za nižší teploty, než je tomu při běžném vaření. Jelikož maso podléhá při přípravě nižší teplotě a zároveň je v hermeticky uzavřeném obalu, dochází k menšímu uvolňování kančího pachu do prostředí, než je tomu u ostatních způsobů přípravy masa. Vaření masa bez obalu a při vyšší teplotě se jeví v eliminaci kančího pachu efektivnější. Ještě lepší metodou je pečení masa v troubě, kde podléhá vyšší teplotě během přípravy, a stejně tak je tomu u grilování (Škrlep et al. 2020).

### **3.2.2.7 Sexace spermíí**

Stejně jako u všech jiných zvířat je sexace spermíí u prasat prováděna pomocí průtokové cytometrie (high-speed flow cytometry) na základě diferenciací DNA u pohlavních chromozómů (Roca et al. 2006; Rath & Johnson 2008; Rath et al. 2015). Pro rozlišení spermíí je třeba buňky nejdříve obarvit pomocí fluorescenčních barviv, které proniknou přes plazmatickou membránu spermíí a naváží se na přítomnou DNA. Chromozóm Y je menší velikosti a také obsahuje menší množství DNA než chromozóm X. Z tohoto důvodu se oba typy spermíí s chromozómy X a Y barevně odlišují a lze je rozdělit pomocí průtokové cytometrie (Roca et al. 2006). Při selekci spermíí dochází k získání pouze malého objemu spermatu vhodného k inseminaci, což je z hlediska produkce velmi neefektivní. Z tohoto důvodu se sexace u prasat příliš nevyužívá, protože k oplození prasnic je třeba velkého množství spermíí, aby došlo k fertilizaci co největšího počtu vajíček (Roca et al. 2006; Rath et al. 2015). Mimo jiné se jedná o velmi drahou metodu, což by mohlo mít vliv na výslednou cenu masa (Bonneau & Weiler 2019). Tato metoda je však běžně využívána např. u dojného skotu, kde je narození jalovičky velmi žádoucí. Selekcí spermíí u býků je také jednodušší, protože mezi DNA obou pohlavních chromozómů jsou větší rozdíly, než je tomu u kanců. Inseminační dávky býků se také mohou zamrazit, což bývá u ID kanců problematické (Rath & Johnson 2008; Vazquez et

al. 2008). Průtoková cytometrie by se dala využít k produkci prasniček, kanečci by se tedy ve vrzích nevyskytovali, a proto by nebyla třeba ani kastrace kanečků, díky které dochází k eliminaci kančího pachu (Rath & Johnson 2008; Rath et al. 2015).

Průtoková cytometrie byla vynalezena v 60. letech minulého století pro použití v lékařském výzkumu. Dnes se tato metoda využívá v mnoha oborech a slouží ke třídění různých typů buněk. U sexace spermií dochází k selekci pohlavních buněk na základě přítomnosti chromozómu X nebo Y (Rath et al. 2015). Průtoková cytometrie však může mít za následek snížení fertilizační schopnosti spermií z důvodu intenzivního namáhání buněk během procesu třídění. Během cytometrie se zvyšuje riziko vzniku spontánní akrozomové reakce a také dochází k úmrtí pohlavních buněk (Rath & Johnson 2008; Vazquez et al. 2008). Je také známo, že tato metoda může zkrátit životnost spermií a zhoršuje jejich také motilitu. Po inkubaci v semenné plazmě, která trvá minimálně 2 hodiny, se většina kvalitativních vlastností spermií vyrovnává na téměř původní hodnotu. Konkrétně se jedná o motilitu spermií a délka jejich životnosti. Také přidáním některých antioxidantů do ředidla ID se zabraňuje snížení oplozovací schopnosti spermií. Mezi tyto látky patří např. pyruvát sodný, který spolu s dalšími aditivami obsaženými v ředidlu napomáhá ke zlepšení celkové kvality spermií v inseminační dávce. Po provedené průtokové cytometrii je třeba inseminační dávku zředit pomocí centrifugace. Ta však může vyselektované spermie nenávratně poškodit. Alternativní metodou je využití sedimentace, která je šetrnější, avšak trvá delší dobu a je méně efektivní (Vazquez et al. 2008).

Ne všichni kanci jsou způsobilí pro sexaci spermií. Očekává se, že ejakuláty od zhruba 15 % plemenných kanců nejsou vhodné pro průtokovou cytometrii. To je dáno individuálními rozdíly mezi kvalitou ejakulátů daných kanců. U některých jedinců také dochází k větším defektům spermií během procesu průtokové cytometrie (Rath et al. 2015). Pro úspěšnou inseminaci je nutné zajistit přítomnost 1,5 až 3 miliard spermií v inseminační dávce. Pokud se ID nechává zamrazit, je třeba toto množství navýšit na 5 miliard. Množství potřebných spermií můžeme snížit volbou vhodné metody pro umělou inseminaci. Dávka se může také aplikovat přímo do vejcovodu laparoskopicky a tím se značně sníží množství spermií potřebných k oplození vajíček. Jedná se však o velmi pracnou a drahou metodu, proto je její využití v praxi minimální. Tento způsob inseminace je častější u jiných druhů zvířat, např. u ovcí (Rath & Johnson 2008; Vazquez et al. 2008; Rath et al. 2015). U laparoskopického způsobu inseminace do vejcovodu je u ovcí třeba pouze 1 až 5 milionů spermií k zajištění obdobného výsledku jako u klasické umělé inseminace. Při využití inseminace přímo do vejcovodu dochází u prasnic často k tzv. polyspermii, kdy je vajíčko oplozeno více než jednou spermií. K takovému jevu dochází v momentě, pokud byla po aplikaci dávky přítomna ovulovaná vajíčka ve vejcovodu. V opačném případě k polyspermii většinou nedochází. U prasnic se častěji využívá intrauterinní inseminace, která se provádí do děložního rohu pomocí speciálního katetru (Roca et al. 2006; Rath & Johnson 2008; Vazquez et al. 2008). U této metody je třeba pouze 50 až 70 milionů spermií a spolu s hormonálními přípravky pro podporu ovulace se tento způsob inseminace jeví jako nejvíce efektivní, v případě aplikace sexovaných inseminačních dávek (Vazquez et al. 2008). Další možností je využití chirurgické laparotomie s následnou aplikací ID do dělohy. Tato metoda je však pro použití na farmách nevhodná, z důvodu rizika vzniku infekce rány (Roca et al. 2006).

Účinnost průtokové cytometrie při třídění spermií byla v roce 2008 na hodnotě 90 %, kdy zbylých 10 % tvořily nežádoucí spermie s chromozomem Y. Rychlost třídění spermií je v této

době okolo 6000 buněk za vteřinu (Rath & Johnson 2008; Vazquez et al. 2008). S neustále se zlepšujícími technologiemi lze očekávat, že efektivita selekce spermií se bude zvyšovat, stejně tak jako rychlost průtokové cytometrie. Sexace spermií se využívá především u skotu a pro aplikaci na další zvířata, včetně prasat, je třeba zajistit vysokou fertilizační schopnost těchto spermií. Dále je třeba vylepšit způsoby kryokonzervace u inseminačních dávek kanců, aby bylo možné ID dovážet ze stanic, které provozují sexaci spermií. Zároveň je nutné minimalizovat počet sexovaných spermií potřebných k oplození vajíček. K tomu může posloužit již zmíněná intrauterinní inseminace (Vazquez et al. 2008). Momentálně je sexace spermií u prasat ve fázi vývoje a je možné tuto metodu využívat spíše v nukleových chovech, které se specializují na produkci plemenných zvířat s vysokým genetickým potenciálem (Rath & Johnson 2008).

## 4 Závěr

První část této práce se věnuje charakteristice kančího pachu a popisu jednotlivých komponent: androstenonu, skatolu a indolu. Z dostupných zdrojů víme, jak probíhá syntéza těchto složek kančího pachu a jakým způsobem dochází k jejich následného ukládání v tukové tkáni.

Nejvíce rozšířenou metodou eliminace kančího pachu je kastrace kanečků krátce po narození. Tento způsob je v rámci ČR praktikován téměř stoprocentně. Kastrace kanečků je u nás prováděna z velké části samotných ošetřovatelem, a to bez jakýkoliv látek tlumících bolest. Mezi alternativní metody eliminace kančího pachu patří právě užití anestezie a analgezie v rámci této procedury. Z literatury však víme, že se jedná o ekonomicky nákladnou metodu a je třeba dané látky aplikovat co nejprecizněji, aby nedošlo ke komplikacím. Také je nutné kastrovaná selata častěji pozorovat, aby nedošlo např. k zalehnutí matkou.

Chemická kastrace se hojně využívá u toulavých zvířat, ale její užití u hospodářských zvířat je méně časté, z důvodu vzniku reziduí daných látek v živočišných produktech. Imunokastrace je skvělou alternativou chirurgické kastrace. Z pohledu welfare je také příznivá, nicméně konzumenty není dobře přijímána, a to ze strachu z možných reziduí v mase a z následného ovlivnění plodnosti. Na druhou stranu z dostupné literatury vyplývá, že ve výsledných produktech se žádná rezidua nenachází a že konzumace tohoto masa je bezpečná. Je tedy třeba větší osvěty o této problematice, aby mohlo případně dojít k přechodu klasické kastrace na imunokastraci, jako tomu bylo např. v Austrálii a dalších zemích. Osobně si myslím, že tato metoda je vhodná alternativa chirurgické kastrace bez anestezie a analgezie v ČR.

Další možností je samozřejmě výkrm kanečků, který se využívá např. ve Španělsku, konkrétně pro produkci tradičních sušených šunek. Pokud bychom se rozhodli pro tento typ výkrmu, je třeba zajistit několik opatření, aby byla prevalence kančího pachu co nejmenší. Primárně je nutné dbát na správný výběr plemene či hybrida, dále je nutné zajistit optimální výživu pro kance. Obsah některých specifických sacharidů ve výživě prasat může rapidně snížit intenzitu kančího pachu. V neposlední řadě je žádoucí zajistit co nejčistší prostředí pro vykrmované kance, aby nedocházelo ke zpětnému vstřebávání skatolu a indolu kůží, případně plícemi.

Dalšími možnostmi, které by byly využitelné zejména v budoucnosti, je sexování spermií a produkce GMO prasat, u kterých by byl kančí pach eliminován. V současné době však není možné aplikovat tyto metody v praxi, ale po vylepšení dostupných technologií by se jednalo o potenciální metody, které by bylo možné využít v budoucím chovu prasat.

## 5 Literatura

Aldal I, Andresen Ø, Egeli AK, Haugen JE, Grødum A, Fjetland O, Eikaas JLH. 2005. Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars. *Livestock Production Science* **95**:121-129.

Aluwé M, Bekaert KM, Tuyttens FAM, Vanhaecke L, De Smet S, De Brabander HF, De Brabander DL, Millet S. 2011. Influence of soiling on boar taint in boars. *Meat Science* **87**:175-179.

Aluwé M, Heyrman E, Kostyra E, Żakowska-Biemans S, Almeida J, Čítek J, Font-i-Furnols M, Moreira O, Zadinová K, Tudoreanu L, Lin-Schistra L, Van den Broeke A. 2022. Consumer evaluation of meat quality from barrows, immunocastrates and boars in six countries. *Animal* **16**(3):100455 DOI: 10.1016/j.animal.2022.100455.

Aluwé M, Langendries KCM, Bekaert KM, Tuyttens FAM, De Brabander DL, De Smet S, Millet S. 2013. Effect of surgical castration, immunocastration and chicory-diet on the meat quality and palatability of boars. *Meat Science* **94**(3):402-407.

Aluwé M, Tuyttens FAM, Millet S. 2015. Field experience with surgical castration with anaesthesia, analgesia, immunocastration and production of entire male pigs: performance, carcass traits and boar taint prevalence. *Animal* **9**(3):500-508.

Aluwé M, Tuyttens FAM, Bekaert KM, De Smet S, De Brabander DL, Millet S. 2012. Evaluation of various boar taint detection methods. *Animal* **6**(11):1868-1877.

Andresen Ø. 2006. Boar taint related compounds: Androstenone/skatole/other substances. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**(1):S5.

Babol J, Squires EJ. 1995. Quality of meat from entire male pigs. *Food Research International* **28**(3):201-212.

Bee G, Quiniou N, Maribo H, Zamaratskaia G, Lawlor PG. 2020. Strategies to Meet Nutritional Requirements and Reduce Boar Taint in Meat from Entire Male Pigs and Immunocastrates. *Animals* **10**(11):1950 DOI: 10.3390/ani10111950.

Bekaert KM, Aluwé M, Millet S, Goethals K, Nijs G, Isebaert S, De Brabander DL, Verheyden K, De Brabander HF, Vanhaecke L, Tuyttens FAM. 2012. Predicting the likelihood of developing boar taint: Early physical indicators in entire male pigs. *Meat Science* **92**(4):382-385.

Bekaert KM, Tuyttens FAM, Duchateau L, De Brabander HF, Aluwé M, Millet S, Vandendriessche F, Vanhaecke L. 2011. The sensitivity of Flemish citizens to androstenone: Influence of gender, age, location and smoking habits. *Meat Science* **88**(3):548-552.

- Bernardy J. 2010. Kastrace prasat jako evropské dilema. *Veterinářství* **60**:372-374.
- Bilsborrow K, Seddon YM, Brown J, Walder CH, Stookey JM. 2016. An investigation of a novel behavioural test to assess pain in piglets following castration. *Canadian Journal of Animal Science* **96**(3):376-385.
- Bonneau M, Weiler U. 2019. Pros and Cons of Alternatives to Piglet Castration: Welfare, Boar Taint, and Other Meat Quality Traits. *Animals* **9**(11):884 DOI: 10.3390/ani9110884.
- Bonneau M. 1998. Use of Entire Males for Pig Meat in the European Union. *Meat Science* **49**(1):S257-S272.
- Borrisser-Pairó F, Panella-Riera N, Gil M, Kallas Z, Linares MB, Egea M, Garrido MD, Oliver MA. 2017. Consumers' sensitivity to androstenone and the evaluation of different cooking methods to mask boar taint. *Meat Science* **123**:198-204.
- Carlson JR, Breeze RG. 1983. Cause and prevention of acute pulmonary edema and emphysema in cattle. Pages 85-116 in Keeler RF, Tu AT, editors. *Handbook of Natural Toxins: Volume 1, Plant and Fungal Toxins*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Claus R, Weiler U, Herzog A. 1994. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar – A review with experimental data. *Meat Science* **38**(2):289-305.
- Cronin GM, Dunshea FR, Butler KL, McCauley I, Barnett JL, Hemsworth PH. 2003. The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Applied Animal Behaviour Science* **81**:111-126.
- Deslandes B, Gariépy C, Houde A. 2001. Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production. *Livestock Production Science* **71**(2-3):193-200.
- Driessen B, Van Beirendonck S, Buyse J. 2020 The Impact of Grouping on Skin Lesions and Meat Quality of Pig Carcasses. *Animals* **10**(4):544 DOI: 10.3390/ani10040544.
- Duarte DAS, Schroyen M, Mota RR, Vanderick S, Gengler N. 2021. Recent genetic advances on boar taint reduction as an alternative to castration: a review. *Journal of Applied Genetics* **62**(1):137-150.
- Faldyna M, Levá L, Göpfert E, Kudláčková H, Steinhauserová I. 2018. Kastrace kanečků nemá vliv na vybrané imunitní parametry. *Veterinářství* **68**:646-649.
- Font-i-Furnols M. 2012. Consumer studies on sensory acceptability of boar taint: A review. *Meat Science* **92**(4):319-329.
- Fredriksen B, Font i Furnols M, Lundström K, Migdal W, Prunier A, Tuytens FAM, Bonneau M. 2009. Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* **3**(11):1480-1487.

- Fredriksen B, Johnsen AMS, Skuterud E. 2011. Consumer attitudes towards castration of piglets and alternatives to surgical castration. *Research of Veterinary Science* **90**(2):352-357.
- Hansson M, Lundeheim N, Nyman G, Johansson G. 2011. Effect of local anaesthesia and/or analgesia on pain responses induced by piglet castration. *Acta Veterinaria Scandinavica* **53**(1):34 DOI: 10.1186/1751-0147-53-34.
- Heyrman E, Janssens S, Buys N, Vanhaecke L, Millet S, Tuyttens FAM, Wauters J, Aluwé M. 2020. Developing and Understanding Olfactory Evaluation of Boar Taint. *Animals* **10**(9):1684 DOI: 10.3390/ani10091684.
- Heyrman E, Millet S, Tuyttens FAM, Ampe B, Janssens S, Buys N, Wauters J, Vanhaecke L, Aluwé M. 2021. On-farm prevalence of and potential risk factors for boar taint. *Animal* **15**(3):100141 DOI: 10.1016/j.animal.2020.100141.
- Heyrman E, Millet S, Tuyttens 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.
- Chen G, Zamaratskaia G, Andersson HK, Lundström K. 2007. Effects of raw potato starch and live weight on fat and plasma skatole, indole and androstenone levels measured by different methods in entire male pigs. *Food Chemistry* **101**(2):439-448.
- Chen H, Ge RS, Zirkin BR. 2009. Leydig cells: From stem cells to aging. *Molecular and Cellular Endocrinology* **306**(1-2):9-16.
- Jensen BB. 2006. Prevention of boar taint in pig production. Factors affecting the level of skatole. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**(1):S6.
- Kemp B, Soede NM, Langendijk P. 2005. Effects of boar contact and housing conditions on estrus expression in sows. *Theriogenology* **63**(2):643-656.
- Lee GJ, Archibald AL, Law AS, Lloyd S, Wood J, Haley CS. 2004. Detection of quantitative trait loci for androstenone, skatole and boar taint in a cross between Large White and Meishan pigs. *Animal Genetics* **36**(1):14-22.
- Lervik S, Oskam I, Krogenæs A, Andresen Ø, 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**(6):986-994.
- Lundström K, Matthews KR, Haugen JE. 2009. Pig meat quality from entire males. *Animal* **3**(11):1497-1507.

Malmfors B, Lundström K. 1983. Consumer reactions to boar meat – A review. *Livestock Production Science* **10**(2):187-196.

Mathur PK, ten Napel J, Bloemhof S, Heres L, Knol EF, Mulder HA. 2012. A human nose scoring system for boar taint and its relationship with androstenone and skatole. *Meat Science* **91**(4):414-422.

Mörlein J, Meier-Dinkel L, Gertheiss J, Schnäckel W, Mörlein D. 2019. Sustainable use of tainted boar meat: Blending is a strategy for processed products. *Meat Science* **152**:65-72.

Mörlein J. 2020. History of Pig Castration. *Digest: A Journal of Foodways & Culture* **7**(1):57-61.

Nwafor IC, Shale K, Achilonu MC. 2017. Chemical Composition and Nutritive Benefits of Chicory (*Cichorium intybus*) as an Ideal Complementary and/or Alternative Livestock Feed Supplement. *The Scientific World Journal* (e7343928) DOI: 10.1155/2017/7343928.

Okrouhlá M, Stupka R, Čítek J, Urbanová D, Vehovský K, Kouřimská L. 2016. HPLC stanovení androstenonu, skatolu a indolu ve hřbetním tuku u prasat. *Chemické listy* **110**:593-597.

Olson DM, Rains GC, Meiners T, Takasu K, Tertuliano M, Tumlinson JH, Wäckers FL, Lewis WJ. 2003. Parasitic Wasps Learn and Report Diverse Chemicals with Unique Conditionable Behaviors. *Chemical Senses* **28**(6):545-549.

Øverland M, Kjos NP, Borg M, Skjerve E, Sørum H. 2008. Organic acids in diets for entire male pigs: Effect on skatole level, microbiota in digesta, and growth performance. *Livestock Science* **115**(2-3):169-178.

Park J, Campbell CP, Squires EJ, de Lange CFM, Mandell IB. 2019. Effects of pig genotype, immunological castration, and use of ractopamine on growth performance, carcass traits, and pork quality for entire male pigs. *Canadian Journal of Animal Science* **99**:82-106.

Pinna A, Schivazappa C, Virgili R, Parolari G. 2015. Effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) in heavy male pigs for Italian typical dry-cured ham production. *Meat Science* **110**:153-159.

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 nonsurgical methods. *Animal Welfare* **15**(3):277-289.

Rains GC, Tomberlin JK, D'Alessandro M, Lewis WJ. 2004. Limits of volatile chemical detection of a parasitoid wasp, *Microplitis croceipes*, and an electronic nose: A comparative study. *Transactions of the ASAE* **47**(6):2145-2152.



- Rath D, Johnson LA. 2008. Application and Commercialization of Flow Cytometrically Sex-Sorted Semen. *Reproduction in Domestic Animals* **43**(2):338-346.
- Rath D, Tiedemann D, Gamrad L, Johnson LA, Klein S, Kues W, Mancini R, Rehbock C, Taylor U, Barcikowski S. 2015. Sex-Sorted Boar Sperm—An Update on Related Production Methods. *Reproduction in Domestic Animals* **50**(2):56-60.
- Rius MA, García-Regueiro JA. 2001. Skatole and indole concentrations in *Longissimus dorsi* and fat samples of pigs. *Meat Science* **59**(3):285-291.
- Robic A, Larzul C, Bonneau M. 2008. Genetic and metabolic aspects of androstenone and skatole deposition in pig adipose tissue: A review. *Genetics selection evolution* **40**(1):129-143.
- Roca J, Vazquez JM, Gil MA, Cuello C, Parrilla I, Martínez EA. 2006. Challenges in Pig Artificial Insemination. *Reproduction in Domestic Animals* **41**(2):43-53.
- Singh G, Kumar A, Dutt R, Arjun V, Jain VK. 2020. Chemical Castration in Animals: An Update. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* **9**(4):2787-2807.
- Smital J. 2020. Kančí pach a konec kastrace. *Náš chov* **11**:26-27.
- Squires EJ, Bone C, Cameron J. 2020. Pork Production with Entire Males: Directions for Control of Boar Taint. *Animals* **10**(9):1665 DOI: 10.3390/ani10091665.
- Squires EJ. 1990. Studies on the suitability of a colorimetric test for androst-16-ene steroids in the submaxillary gland and fat of pigs as a simple chemical test for boar taint. *Canadian Journal of Animal Science* **70**(4):1029-1040.
- Squires EJ. 2006. Possibilities for selection against boar taint. *Acta Veterinaria Scandinavica* **48**(1):S8.
- Škrlep M, Šegula B, Zajec M, Kastelic M, Košorok S, Fazarinc G, Čandek-Potokar M. 2010. Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs I: Growth performance, reproductive organs and malodorous compounds. *Slovenian Veterinary Research* **47**(2): 57-64.
- Škrlep M, Tomašević I, Mörlein D, Novaković S, Egea M, Garrido MD, Linares MB, Peñaranda I, Aluwé M, Font-i-Furnols. 2020. The Use of Pork from Entire Male and Immunocastrated Pigs for Meat Products-An Overview with Recommendations. *Animals* **10**(10):1754 DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10101754>.
- Thomsen R, Edwards SA, Jensen BB, Rousing T, Sørensen JT. 2015. Effect of faecal soiling on skatole and androstenone occurrence in organic entire male pigs. *Animal* **9**(9):1587-1596.
- Tomasevic I, Bahelka I, Čandek-Potokar M, Čítek J, Djekić I, Kučec ID, Getya A, Guerrero L, Iordăchescu G, Ivanova S, Nakov D, Sołowiej BG, Szabó C, Tudoreanu L, Weiler U, Font-i-

Furnols M. 2020. Attitudes and beliefs of Eastern European consumers towards piglet castration and meat from castrated pigs. *Meat Science* **160**:107965 DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.107965.

Trautmann J, Meier-Dinkel L, Gertheiss J, Mörlein D. 2016. Boar taint detection: A comparison of three sensory protocols. *Meat Science* **111**:92-100.

Uchewa EN, Nwakpu PE. 2013. Effect of Fermented Liquid Feed on Boar Taint and Carcass Quality of Pigs. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* **3**(1):75-80.

van Wagenberg CPA, Snoek HM, van der Fels JB, van der Peet-Schwering CMC, Vermeer HM, Heres L. 2013. Farm and management characteristics associated with boar taint. *Animal* **7**(11):1841-1848.

Vazquez JM, Parrilla I, Gil MA, Cuello C, Caballero I, Vazquez JL, Roca J, Martínez EA. 2008. Improving the Efficiency of Insemination with Sex-sorted Spermatozoa. *Reproduction in Domestic Animals* **43**(4):1-8.

Verplanken K, Wauters J, Durme JV, Claus D, Vercammen J, De Saeger S, Vanhaecke L. 2016. Rapid method for the simultaneous detection of boar taint compounds by means of solid phase microextraction coupled to gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* **1462**:124-133.

While SG, Kjos NP, Sørum H, Øverland M. 2012. Feeding Jerusalem artichoke reduced skatole level and changed intestinal microbiota in the gut of entire male pigs. *Animal* **6**(5):807-814.

von Borell E, Bonneau M, Holinger M, Prunier A, Stefanski V, Zöls S, Weiler U. 2020. Welfare Aspects of Raising Entire Male Pigs and Immunocastrates. *Animals* **10**(11):2140 DOI: 10.3390/ani10112140.

Wäckers FL, Olson D, Rains G, Lundby F, Haugen JE. 2011. Boar Taint Detection Using Parasitoid Biosensors. *Journal of Food Science* **76**(1):41-47.

Werner D, Baldinger L, Bussemas R, Büttner S, Weißmann F, Ciulu M, Mörlein J, Mörlein D. 2021. Early Immunocastration of Pigs: From Farming to Meat Quality. *Animals* **11**(2):298 DOI: 10.3390/ani11020298.

Wesoly R, Weiler U. 2012. Nutritional Influences on Skatole Formation and Skatole Metabolism in the Pig. *Animals* **2**(2):221-242.

Wojnowski W, Majchrzak T, Dymerski T, Gębicki J, Namieśnik J. 2017. Electronic noses: Powerful tools in meat quality assessment. *Meat Science* **131**:119-131.

Xue JL, Dial GD, Pettigrew JE. 1997. Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrows: A literature review. *Swine Health and Production* **5**(1):21-28.

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**(1):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 Science Papers and Reports* **34**(2):107-128.

Zamaratskaia G, Babol J, Andersson H, Lundström K. 2004. Plasma skatole and androstenone levels in entire male pigs and relationship between boar taint compounds, sex steroids and thyroxine at various ages. *Livestock Production Science* **87**(2-3):91-98.

Zamaratskaia G, Squires EJ. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* **3**(11):1508-1521.