

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Zastoupení androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni s ohledem na živou hmotnost kanců**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Vendula Malá  
Obor studia: Živočišná produkce**

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

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Zastoupení androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni s ohledem na živou hmotnost kanců“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24. 07. 2020

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a cenné rady, které mi v průběhu zpracování diplomové práce věnovala. Dále bych chtěla poděkovat svému příteli, Valentýnovi Cajthamlovi, a mé rodině za podporu během celých studií.

# Zastoupení androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni s ohledem na živou hmotnost kanců

## Souhrn

Kančí pach je v posledních letech často řešený problém v chovech prasat. Producenti i konzumenti se zaměřují čím dál více na dobré podmínky v chovech zvířat, proto se kanci přestávají kastrovat a hledají se různé alternativy, které by zamezily vzniku látek, které způsobují neoblíbený kančí pach.

Jedná se hlavně o androstenon, skatol a indol. Androstenon vzniká ve varlatech, v Leydigových buňkách, odkud se transportuje krevním řečištěm do tukové tkáně, kam se ukládá. Vyznačuje se zápachem moče či potu. Skatol vzniká v tlustém střevě při rozkladu aminokyseliny tryptofanu. Většina skatolu se dostává přes střevní stěnu do krve a poté se v játrech degraduje a vyloučí močí. Malá část skatolu se vyloučí výkaly rovnou ze střev a stopová část se ukládá v tukové tkáni, kde způsobuje zápach připomínající výkaly.

Cílem této práce bylo zjistit, jestli má vliv na koncentraci androstenonu, skatolu a indolu živá hmotnost a výživa. Sledováno bylo 24 kanečků v Demonstrační a experimentální stáji ČZU v Praze. Zvířata byla rozdělena do dvou skupin podle živé hmotnosti, průměrně 98 kg v první skupině a v druhé skupině 114 kg. Dále byla vytvořena kontrolní skupina, kde kanečci dostávali pouze klasickou krmnou směs a pokusná skupina, kde bylo přidáváno 8 % topinamburu 2 týdny před porážkou.

Byly sledovány ukazatele výkrmnosti, jatečné hodnoty, kvalitativní fyzické a chemické vlastnosti masa, obsah androstenonu, skatolu a indolu ve hřbetním tuku. Po statistickém vyhodnocení byla zjištěna významná interakce mezi živou hmotností a výživou v obsahu androstenonu v tukové tkáni ( $P = 0,035$ ). Obsah androstenonu se měnil v závislosti na živé hmotnosti ( $P = 0,006$ ). V první skupině u kontrolních kanců bylo naměřeno 1,42  $\mu\text{g/g}$  a u pokusných 1,05  $\mu\text{g/g}$  v tukové tkáni. Ve druhé skupině, tedy u kanců s vyšší živou hmotností, byl obsah nižší, u kontrolních kanců 0,9  $\mu\text{g/g}$  a 0,96  $\mu\text{g/g}$  u pokusných kanců. Obsah skatolu v tukové tkáni byl ovlivněn přídatkem topinamburu ( $P = 0,034$ ). V kontrolních skupinách měli kanci vyšší obsah skatolu, v první skupině 0,05  $\mu\text{g/g}$  a ve druhé skupině 0,04  $\mu\text{g/g}$ . V pokusných skupinách, kde jim byl ke konci výkrmu přidán do krmiva topinambur, došlo k poklesu obsahu skatolu v tukové tkáni, tj. u obou skupin na 0,02  $\mu\text{g/g}$ . Obsah indolu se nám nepodařilo ovlivnit ani výživou, ani živou hmotností.

Lze tedy potvrdit, že kančí pach se dá ovlivnit jinou metodou než bolestnou kastrací. Otázka ale je, v jakém poměru se tyto metody dají využít, aniž by chovatel neztratil na ziskovosti.

**Klíčová slova:** prase; porážková hmotnost; kančí pach; hřbetní tuk

# Androstenone, skatole and indole concentration in adipose tissue with respect to live weight of boars

## Summary

Boar taint has been a problem in pig breeding in recent years. Producers and consumers are increasingly focusing on good conditions in animal husbandry, so boars are no longer castrated and various alternatives are being sought to prevent the formation of substances that cause boar taint.

These are mainly androstenone, skatole and indole. Androstenone is formed in the testes, in Leydig cells, from where it is transported through the bloodstream to adipose tissue, where it is stored. It is characterized by the smell of urine or sweat. Skatole is formed in the large intestine during the decomposition of the amino acid tryptophan. Most skatole enters the blood through the intestinal wall and is then degraded in the liver and excreted in the urine. A small part of the skatole is excreted in the feces directly from the intestines and the trace part is stored in adipose tissue, where it causes an odor resembling feces.

The aim of this work was to determine whether the concentration of androstenone, skatole and indole is affected by live weight and nutrition. 24 boars were monitored in the Czech University of Life Sciences Prague. The animals were divided into two groups according to live weight, on average 98 kg in the first group and 114 kg in the second group. The control group was created, where boars received only the classical feed mixture and an experimental group, where 8% Jerusalem artichoke was added 2 weeks before slaughter.

Fattening indicators, carcass values, qualitative physical and chemical properties of meat, androstenone, skatole and indole content in back fat were monitored. After statistical evaluation, a significant interaction was found between live weight and nutrition in the content of androstenone in adipose tissue ( $P = 0,035$ ). Androstenone content varied depending on live weight ( $P = 0,006$ ). In the first group, 1,42  $\mu\text{g/g}$  was measured in control boars and 1,05  $\mu\text{g/g}$  in adipose tissue in experimental groups. In the second group, the content was lower, in control boars 0,9  $\mu\text{g/g}$  and 0,96  $\mu\text{g/g}$  in experimental boars. The skatole content in adipose tissue was affected by the addition of Jerusalem artichoke ( $P = 0,034$ ). Boars had a higher skatole content in the control groups, 0,05  $\mu\text{g/g}$  in the first group and 0,04  $\mu\text{g/g}$  in the second group. In experimental groups, where Jerusalem artichoke was added to the feed, the content of skatole in adipose tissue decreased, in both groups to 0,02  $\mu\text{g/g}$ . We did not manage to influence the indole content by either nutrition or live weight.

Thus, it can be confirmed that boar taint can be affected by a method other than painful castration. The question, however, is to what extent these methods can be used without the breeder losing profitability.

**Keywords:** pig; slaughter weight; boar taint; back fat

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vědecká hypotéza a cíl práce .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Kančí pach .....</b>	<b>3</b>
3.1.1	Androstenon .....	4
3.1.2	Skatol .....	5
3.1.3	Indol .....	6
<b>3.2</b>	<b>Metody detekce kančího pachu .....</b>	<b>6</b>
3.2.1	Zahřívání masa.....	6
3.2.2	Kolorimetrické metody .....	7
3.2.3	Kapalinová a plynová chromatografie .....	7
3.2.4	Počítačová tomografie.....	7
3.2.5	<i>Microplitis croceipes</i> .....	8
<b>3.3</b>	<b>Anatomie a fyziologie.....</b>	<b>9</b>
3.3.1	Reprodukční soustava kanců.....	9
3.3.2	Trávicí soustava kanců.....	9
3.3.3	Játra .....	10
<b>3.4</b>	<b>Tuková tkáň.....</b>	<b>10</b>
<b>3.5</b>	<b>Vlivy působící na intenzitu kančího pachu.....</b>	<b>11</b>
3.5.1	Chirurgická kastrace .....	12
3.5.2	Imunokastrace .....	13
3.5.3	Výživa .....	14
3.5.4	Živá hmotnost .....	16
3.5.5	Genetika .....	17
3.5.6	Chovatelské podmínky.....	18
<b>4</b>	<b>Materiály a metodika.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Zvířata.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2</b>	<b>Ustájení zvířat .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3</b>	<b>Krmení zvířat .....</b>	<b>19</b>
<b>4.4</b>	<b>Rozdělení zvířat.....</b>	<b>20</b>
<b>4.5</b>	<b>Výkrmnost zvířat .....</b>	<b>20</b>
<b>4.6</b>	<b>Jatečná hodnota .....</b>	<b>20</b>
<b>4.7</b>	<b>Odběr vzorků .....</b>	<b>21</b>
<b>4.8</b>	<b>Stanovení chemických analýz .....</b>	<b>21</b>
<b>4.9</b>	<b>Stanovení androstenonu, skatolu a indolu.....</b>	<b>21</b>
<b>4.10</b>	<b>Statistické vyhodnocení .....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>23</b>

5.1	Ukazatele výkrmnosti.....	23
5.2	Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty.....	25
5.3	Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – fyzikální vlastnosti .....	27
5.4	Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – chemické vlastnosti .....	29
5.5	Obsah androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni.....	31
6	Diskuze.....	33
6.1	Ukazatele výkrmnosti.....	33
6.2	Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty.....	33
6.3	Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty.....	34
6.3.1	Chemické vlastnosti.....	34
6.3.2	Fyzikální vlastnosti.....	34
6.4	Obsah androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni.....	34
7	Závěr.....	36
8	Literatura.....	37
9	Seznam použitých zkratk.....	43
10	Seznam tabulek.....	44

# 1 Úvod

Vepřové maso je jedna z hlavních komodit masného průmyslu. Ve většině států patří mezi základní potraviny, to se netýká náboženských omezení, zejména mezi židy a muslimy. Vepřové maso se prodává čerstvé, nebo v podobě šunek, slanin, klobás, sádel nebo celé řady dalších výrobků. Prasata se poráží při hmotnosti 110 až 180 kg (Steinhauser et al. 2000).

Kvalita vepřového masa je definována jako soubor vlastností skládajících se z atributů, jako je barva, chuť, textura, šřavnatost, vaznost vody a vůně.

Koncem roku 2018 se v České republice chovalo celkem 1 508 000 kusů prasat. Meziročně ubylo 24 000 kusů prasat, především šlo o pokles prasnic (o 5 000 kusů). I přes pokles počtu prasnic se počet narozených selat prakticky nezměnil. To je důkaz zlepšování intenzivní šlechtitelské práce a zvyšování selekčního tlaku v chovu prasat. Spotřeba vepřového masa v České republice v roce 2018 na osobu byla 43,2 kg. Jedná se o dlouhodobě stabilní úroveň s mírným navýšením. Soběstačnost v naší zemi v roce 2018 poklesla na 51,5 %, což je o 0,2 % méně než v roce 2017 (Český statistický úřad 2018).

Kančí pach vzniká kombinací látek, které vznikají při dosažení pohlavní dospělosti, cca 90 kg živé hmotnosti, androstenonem a skatolem, projevuje se jen u části populace kanců, závisí na věku, dědičné predispozici a dalších faktorech. Androstenon je hormon, který vzniká v játrech z testosteronu. Ukládá se do tukové tkáně a slin kanců. Skatol vzniká ve střevěch při trávení tryptofanu. Část skatolu je vylučována výkaly, malé procento se však může ukládat do tukové tkáně a způsobit kančí pach (Aurich 2018).

Jedna z nejpoužívanějších metod k potlačení kančího pachu je kastrace. Kastrace se u nás provádí už od 16. století. V minulých 20 letech se od těchto metod začíná ustupovat. Hledají se další alternativy, které by pomohly při potlačení kančího pachu a nedocházelo by k porušování welfare zvířat. Například se dá využít kastrace s anestezií nebo imunokastrace. Imunokastrace blokuje vývoj a funkci varlat a tím se zabrání vzniku androstenonu. Nejedná se však o velice žádanou metodu na trhu. Obchodníci se bojí neodborných názorů veřejnosti, vynechání dávkování nebo jiné lidské chyby při aplikaci.

Další možnost je výkrm nekastrovaných kanců a porážení v nízkých hmotnostech a před dosažením pohlavní dospělosti, např. v Irsku, Velké Británii, Španělsku a Portugalsku. V některých státech je naopak kančí pach tolerován a kanci se zde poráží v běžných živých hmotnostech.

Bohužel se stále nepovedlo najít jednoduchou, rychlou, levnou a hlavně objektivní metodu detekce kančího pachu, která by se mohla v praxi využívat. Nejčastěji se přistupuje ke zkoušce varem, kdy veterinární technik na jatkách odebere vzorek z podezřelého jatečně upraveného těla, uvaří ho ve vodě a pak hodnotí vůni. Tato metoda je však subjektivní (Jedlička 2014).



## **2 Vědecká hypotéza a cíl práce**

Cílem diplomové práce bylo na základě získaných literárních pramenů si osvojit a realizovat vlastní experimentální část a vyhodnotit pomocí analýzy HPLC množství androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni s ohledem na živou hmotnost kanců a množství topinamburu v krmné dávce.

Vědecká hypotéza: předpokládám, že kanci s rozdílnou živou hmotností a rozdílnou koncentrací topinamburu v krmivu budou vykazovat různé množství androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Kančí pach

Kančí pach neboli zápach nekastrovaných kanců způsobují dvě hlavní složky – androstenon a skatol. Vliv mají ale i některé deriváty tryptofanu, např. indol (Jedlička 2014). Je způsoben především mikrobiálním produktem rozkladu skatolu a testikulárním steroidem, androstenonem (Hanse et al. 2007).

Maso kanců má zvýšené riziko výskytu hladiny skatolu a androstenonu. Jejich výskyt způsobuje nespokojenost některých spotřebitelů. Aby se možnému nežádoucímu kančímu pachu zabránilo, je potřeba stanovit hraniční limity pro androstenon a skatol, díky kterým se maso dostane bez problémů na trh (Christinsen et al. 2019).

V některých zemích je kančí pach tolerován více – Francie a Čína, než tomu může být v jiných zemích, kde ho většina obyvatel neakceptuje – Polsko, Dánsko, Rusko (Trautmann et al. 2016).

Spotřebitelé z Francie, Německa, Španělska a Švédska kritizovali maso od kanců, spotřebitelé z Dánska a Holandska měli výtky ke kančímu pachu, ale ne k chuti, a konzumenti z Velké Británie hodnotí kančí maso jen pozitivně. Spotřebitele láká i nižší procento tuku u kanců. Maso je červenější, má zvýšenou schopnost vázat vodu (Squires & Bonneau 2014).

V Dánsku je kančí maso tříděno dle limitu 0,25 µg androstenonu na 1 g masa. Játka v Německu, Nizozemsku, Belgii a Francii používají pro určení koncentrace čich lidí. Tato metoda není ale příliš spolehlivá (Bee et al. 2015). Doporučená hladina skatolu je 0,2 až 0,25 ppm a androstenonu v rozmezí 0,5 až 1 ppm (Squires & Bonneau 2014).

O výkrm nekastrovaných kanců je velký zájem z toho důvodu, že mají lepší konverzi krmiva a vyšší podíl libového masa na jatečném těle. Na druhou stranu je problematický kančí pach a chuť. V některých zemích se častěji chovají kanci, než vepři, například Velká Británie a Španělsko (Steinhauser et al. 2000).

Kastrace závisí na lokalitě. Ve většině evropských zemí je kastrováno až 90 % kanců. Naopak v zemích jako Velká Británie, Irsko, Španělsko, Portugalsko a Austrálie jsou kanci kastrováni jen zřídka. V těchto zemích jsou kanci poráženi v nižších hmotnostech, tj. než vzniká kančí pach. To však znamená, že producenti nemohou těžit z výhod rychlého růstu v pozdní fázi výkrmu (Aurich 2018).

Podle výzkumu Ježek & Bořilová (2019) nebyl mezi pohlavími zjištěn statisticky významný rozdíl v senzitivitě k androstenonu. I Blanch et al. (2012) tvrdí, že nejsou patrné rozdíly v senzitivitě k androstenonu u žen a mužů ve Francii a Španělsku. Na rozdíl od Velké Británie, kde byl sledován velký rozdíl mezi vysoce senzitivními muži a vysoce senzitivními ženami.

Touto problematikou se zabývali i Borrissier-Paró et al. (2016). Tvrdí, že muži a ženy vnímají kančí pach podobně. Pokud jde ale o určení nepříjemnosti zápachu, jsou ženy citlivější. Z výzkumu vyplývá, že 48 % žen vnímá pach negativně. Muži reagovali negativně pouze v 20,8 %.

Tepelné opracování masných výrobků může snížit intenzitu kančího pachu, protože androstenon i skatol jsou látky těkavé. Vařené výrobky, jako jsou šunky, sekaná, párky a klobásy, mohou obsahovat maso nekastrovaných kanců. Aby se skryla i menší intenzita pachu, může se maso kanců do masných výrobků namíchat s masem vepřů či prasnic nebo použít látky, které kančí pach zakryjí, například koření (Squiers & Bonneau 2014).

### 3.1.1 Androstenon

Androstenon byl poprvé syntetizován v roce 1931 Adolfem Friedrichem Johannem Butenandtem a Kurtem Tscherningem. Destilovali přes 17 000 litrů mužské moči, z nichž se jim podařilo získat 50 miligramů krystalického androstenonu, což bylo dostačující pro zjištění chemické podobnosti s estronem (Maiworm & Langthaler 1992).

Androstenon je steroidní látka, která je produkována v pohlavních orgánech kanců. Jeho pach se podobá pachu moči nebo potu. Při dosažení puberty se aktivuje hypotalamus, který začne vylučovat gonadotropiny ovlivňující hypofýzu. Ta má vliv na začátek spouštění luteinizačního hormonu a folikulostimulačního hormonu. Díky nim se začíná vyvíjet pohlavní žláza. Jejich vzájemným působením se produkují pohlavní hormony (včetně androstenonu), které ovlivňují sexuální chování, projevy sekundárních pohlavních hormonů apod.

Syntetizuje se v Leydigových buňkách varlat. Dále se transportuje krví do tukové tkáně, kde se ukládá a způsobuje nežádoucí chuť vepřového masa. Bernardy (2010) tvrdí, že se kančí pach uvolňuje hlavně při tepelném opracování masa. Maximální hladina koncentrace látky je  $1 \times 10^6$  v mase.

Androstenon a jeho 5 $\beta$ -isomer, etiocholanolon, se v těle produkují jako metabolity testosteronu. Testosteron je převeden na 5 $\alpha$ -dihydrotestosteron a 5 $\beta$ -dihydrotestosteron pomocí 5 $\alpha$ -reduktázy a 5 $\beta$ -reduktázy. Enzym 3 $\alpha$ -hydroxysteroid dehydrogenáza převádí redukované formy na 5 $\alpha$ -androstanediol a 5 $\beta$ -androstanediol, které jsou následně převedeny 17 $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenázou na androstenon a etiocholanolon. Androstenon a etiocholanolon mohou být také tvořeny z androstendionu působením 5 $\alpha$ -reduktázy a 5 $\beta$ -reduktázy za vzniku 5 $\alpha$ -androstanedionu a 5 $\beta$ -androstanedionu, které jsou poté převedeny na androstenon a etiocholanolon 3 $\alpha$ -hydroxysteroid dehydrogenázou a 3 $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenázou (Kaminski et al. 2005).

Androstenon, který také koluje v krvi, se dostane i do slin kanců. Patří mezi feromony, které navozují u prasnic reflex nehybnosti. Metabolizuje se v játrech, z těla je vylučován močí a ve stopových množstvích i ve výkalech.

Mechanismus transportu androstenonu v těle kanců a plazmatické proteiny odpovědné za vazbu androstenonu zůstávají nejasné (Jedlička 2014; Bone et al. 2019).

Koncentrace androstenonu v jatečně upravených tělech kanců je spojena s průběhem vývoje puberty. Rozdílnost nástupu puberty a tím i zvýšené koncentrace steroidů v plazmě ovlivňují genotyp, fotoperioda, výživa a prostředí. To má za následek ovlivnění množství androstenonu v tukové tkáni při porážce. Neuroendokrinní systém je citlivý i na sociální vliv. Bylo zjištěno, že pokud se kanci chovají v kotcích po dvou, dochází u jednoho z nich k dřívějšímu nástupu puberty a vyšší koncentraci androstenonu, i když měli stejné vnější podmínky. V letním období byla průměrná koncentrace androstenonu v tuku u jedinců s vyšší hodnotou 0,73  $\mu\text{g/g}$ , tedy dvojnásobná v porovnání s jedinci s menší hodnotou. V zimním

období byla průměrná hodnota 1,5 µg/g, což je dokonce čtyřikrát až pětkrát více než u druhé skupiny kanců. Značí to, že jeden z kanců dominoval druhému, a tak oddálil sexuální vývoj druhého. Tyto výsledky způsobuje značná agresivita, která je často pozorována při výkrmu kanců. Je důležité si uvědomit, že nízké koncentrace androstenonu značí snížený anabolický potenciál (Claus et al. 1994).

### 3.1.2 Skatol

Skatol se používá jako vůně a fixační prostředek v parfémeh a jako aromatická směs. Jeho název pochází z řeckého slova skato, což znamená výkaly. Skatol objevil v roce 1877 německý lékař Ludwig Brieger (Yokoyama & Carlson 1979).

Skatol (3-metylindol) je produkt rozkladu aminokyseliny tryptofanu mikrobiální fermentací v tlustém střevě a má výrazný pach výkalů. Jeho zdrojem jsou proteiny z krmiva nebo endogenní bílkoviny, které pocházejí například z rozpadu buněk střevní sliznice. 87 % skatolu, který vznikne v tlustém střevě, je absorbováno přes střevní stěnu do krve a portální žilou se dostává do jater, kde se jeho větší část degraduje a vyloučí močí. Zbylých 13 % skatolu se z těla vyloučí výkaly. Malá část skatolu, která se v játrech nemetabolizuje, se dostává do krve a ukládá se do tukové tkáně (Jedlička 2014).

Skatol je výsledkem vícestupňové degradace tryptofanu pomocí mikrobiální aktivity, zejména v tlustém střevě prasat. Vzniká více metabolitů, jako je indol, které mohou také přispívat ke kančímu pachu (Wesoly & Weiler 2012). Jako lipofilní látka se skatol hromadí v tukové tkáni, pokud je hladina skatolu v krvi zvýšena po delší dobu. Podobné koncentrace skatolu v tukové tkáni klesají během několika dnů, pokud je tvorba skatolu v tlustém střevě snížena díky doplňkům ve výživě, jako je např. přídavek inulinu. K těmto změnám dochází rychleji než u androstenonu (Claus et al. 1994). Snížení ukládání androstenonu lze spolehlivě dosáhnout pouze sterilizací (Grauer 2014). Pokud produkce a ukládání skatolu převyšuje jeho schopnost degradace játry, může se akumulovat v tukové tkáni (Wesoly & Weiler 2012).

Tvorba skatolu ve střevě je důsledek zvýšeného zkrmování tryptofanu. Ale i vysoká tvorba skatolu v tlustém střevě automaticky neznamená, že se bude více ukládat v tukové tkáni. Metabolismus kance může zvládat odbourávat skatol v játrech, bez toho, aby se vysoké koncentrace hromadily v tuku (Claus et al. 1994).

Skatol je v játrech metabolizován pomocí enzymatického systému CYP450. Skatol, který se nemetabolizuje v játrech, se ukládá v tukové tkáni. Kanci, kteří produkují velké množství skatolu a mají nízkou aktivitu CYP450, mají vyšší výskyt skatolu v tuku.

Limitní koncentrace skatolu v mase je  $0,25 \times 10^6$ , kterou převyšuje zhruba 3 % poražených kanců (Bernardy 2010).

Skatol není toxický pro prasata, na rozdíl od přežvýkavců, u kterých způsobuje plicní edém a emfyzém skotu. U prasat společně s androstenonem nepříznivě ovlivňuje organoleptickou kvalitu jejich masa. Výraznost kančího pachu může souviset s hmotností zvířete, anebo zda zvíře dosáhlo puberty. Rychlost ukládání skatolu v tuku ovlivňuje několik faktorů. Laktóza jeho ukládání snižuje pomocí okyselení obsahu střeva. Strava bohatá na žlutý hrášek může naopak ukládání skatolu zvýšit (Deslandes et al. 2000).

### 3.1.3 Indol

Indol je aromatická heterocyklická organická sloučenina se vzorcem  $C_8H_7N$ . Má bicyklickou strukturu skládající se ze šestičlenného benzenového kruhu kondenzovaného k pětičlennému pyrrolovému kruhu. Indol je široce distribuován v přírodním prostředí a může být produkován řadou bakterií. Jako intercelulární signální molekula indol reaguje na různé aspekty bakteriální fyziologie, včetně tvorby spor, stability plazmidu, rezistence na léčiva, tvorby biofilmu a virulence. Aminokyselina tryptofan je derivát indolu a prekurzor neurotransmiteru serotoninu (Jin-Hyung & Jintae 2010).

Studie zaměřená na indol se začala rozvíjet s barvivem indigo. Indigo lze převést na isatin a poté na oxindol. Poté, v roce 1866, Adolf von Baeyer redukoval oxindol na indol pomocí zinkového prachu. V roce 1869 pak navrhl první vzorec indolu (Jedlička 2014).

Fermentace tryptofanu dává vznik více sloučeninám, včetně indolu, kyseliny indolacetové a 3-methylindolu (Deslandes et al. 2000).

## 3.2 Metody detekce kančího pachu

V budoucnu se předpokládá rozšíření výkrmu kanečků, a proto roste i senzorické posuzování kančího pachu (Whittington et al. 2011).

Způsoby objektivního zjištění látek způsobujících kančí pach jsou laboratorní metody založené na kolorometrii, chromatologii a chemiluminiscenci. Dále se dá stanovit subjektivně organolepticky. Na jatkách probíhá pod veterinárním dozorem zkouška varem, která ale není vhodná pro širší využití. Hledají se jiné a spolehlivější metody. Použit se dá tzv. elektrický nos, který určí nejenom kančí pach nebo žluknutí, ale i čerstvost masa nebo masných výrobků (Jedlička 2009).

### 3.2.1 Zahřívání masa

Jedna z nejčastějších metod zjišťování kančího pachu je pomocí lidského nosu. Vyškolení hodnotitelé očichávají kus uvařeného masa s tukem kanců z oblasti krku. Každý pak ohodnotí jednotlivé vzorky. Na závěr se sečte výsledné skóre a podle toho se vyhodnotí intenzita pachu. Tato metoda je vcelku rychlá, má však velké nedostatky v objektivnosti (Aluwé et al. 2012).

Při ohřívání masa na jatkách se používá několik metod. Odebrané vzorky o velikosti  $1 \times 1 \times 1$  cm se mohou ohřívat v mikrovlnné troubě na podložce Pyrex přebalené potravinářskou fólií. Ohřívá se při 750 W po dobu 90 s. Dále se používá zkouška škvarením vzorku sádla  $5 \times 5 \times 5$  mm na podložce Pyrex přebalené potravinářskou fólií. Podložka se zahřeje na  $185^\circ C$  a tuk se škváří do jeho tavení, při kterém ještě nenastalo zhnědnutí. Další metoda je s použitím odporového drátu, kdy se kousky sádla  $4 \times 4 \times 4$  cm položí na Petriho misku a hodnotitelé přikládají na vzorek nažhavený odporový drát při  $180^\circ C$  a čichem hodnotí pachové látky. Často používaná je zkouška varem, kdy se odeberou kostky sádla  $1 \times 1 \times 1$  cm a vloží se do 250 ml Erlenmeyerovy baňky s 90 ml studené vody. Baňka se překryje alobalem a vaří se na varné

desce. Při zchladnutí vzorku na 75 °C jsou vzorky předkládané k posouzení (Whittington et al. 2011).

I Trautmann et al. (2016) tvrdí, že ohřívání masa jako metoda detekce kančího pachu je stále nedostatečná. Každý spotřebitel může cítit či vnímat jeho pach nebo chuť jinak. Ve své studii provedli testování tří základních metod ohřívání – mikrovlnnou troubou, horkou vodou a smažením. Porovnání probíhalo na 72 vzorcích a s 10 osobami, které detekovaly pach. Smažení mělo nejlepší vliv na maso, kdy byla nejvíce zachována jeho specifita. Na senzorní vlastnosti však způsob ohřívání významný vliv neměl.

### **3.2.2 Kolorimetrické metody**

Kolorimetrická analýza je metoda stanovení koncentrace chemického prvku nebo chemické sloučeniny v roztoku pomocí barevného činidla. Tato analýza je použitelná jak pro organické sloučeniny, tak pro anorganické sloučeniny a může být použita s enzymatickým stádiem nebo bez něj.

Stanovení obsahu androstenonu v kolorimetrickém testu je levné, rychlé a jednoduché. Test je založen na reakci steroidů a kyseliny sírové v glaciální kyselině octové. Díky steroidům androstenonu vzniká fialová barva, cholesterol produkuje růžovou barvu. Squires (1990) tvrdí, že v praxi se kancům mohou odebírat vzorky slin a ty použít pro kolorimetrickou analýzu.

### **3.2.3 Kapalinová a plynová chromatografie**

Chromatografie je laboratorní technika pro separaci směsi. Směs je rozpuštěna v tekutině zvané mobilní fáze, která ji vede strukturou nesoucí další materiál – stacionární fáze. Různé složky směsi se pohybují různými rychlostmi a způsobují jejich oddělení. Oddělení je založeno na diferenciálním rozdělení mezi mobilní a stacionární fází. Chromatografie může být preparativní nebo analytická. Účelem preparativní chromatografie je oddělit složky směsi pro pozdější použití, a je to tedy forma čištění. Analytická chromatografie se provádí normálně s menším množstvím materiálu a složení ke stanovení přítomnosti nebo měření relativních podílů analytů ve směsi (Jacob et al. 2017).

Byl vyvinut vysoce výkonný plynový chromatograf s hmotnostní spektrometrií s možností automatizace. Tato metoda poskytuje kvantitativní výsledek z prvního jatečně upraveného těla do 24 minut, po kterém následují výsledky jatečně upravených těl každých 6 minut. Ačkoli metoda vyžaduje vzorkování tuku, tak ji nelze používat online, jedná se o velmi rychlou a přesnou metodu detekce kančího pachu (Sorensen & Engelsen 2014).

Použití kapalně nebo plynně chromatografie kombinované s hmotnostní spektrometrií se ukázalo jako účinný nástroj pro vysoce přesnou laboratorní detekci kančího pachu v tukové tkáni (Sorensen & Engelsen 2014).

### **3.2.4 Počítačová tomografie**

Počítačová tomografie označuje počítačovou proceduru rentgenového zobrazování, při které je úzký pruh rentgenových paprsků zaměřen na tělo a rychle se otáčí kolem, čímž vytváří signály, které jsou zpracovány počítačem. Počítač si poté z těchto signálů dokáže generovat

průřezové pláty a složí si tak pozorované tělo. Tento způsob snímání poskytuje detailnější informace, než jsou rentgenové paprsky. Vzniká tak trojrozměrný obraz těla, který umožňuje snadnější identifikaci a lokalizaci potřebných struktur (Bernau et al. 2018).

Bernau et al. (2018) zhodnotili možnost snížit kančí pach neinvazivně. Byl zkoumán objem varlat pomocí magnetické rezonance a porovnán s hladinami androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni jatečně upraveného těla. Během růstu, při 60 a 90 kg živé váhy, proběhlo měření 34 kanců nekastrovaných a 34 imunokastrovaných prasat. Injekci dostávali v 77 dnech věku a druhou ve 137 dnech. Výsledky ukázaly, že imunokastrovaní jedinci mají větší vrstvu podkožního tuku než nekastrovaní kanci. Nekastrovaní jedinci mají větší objem varlat a vyšší hladinu androstenonu. I Andronie et al. (2015) tvrdí, že chirurgicky kastrovaní vepři mají významně vyšší objem tukové tkáně. Nevypozorovali však žádné významné rozdíly v kvalitě masa.

Font-i-Furnols et al. (2016) se zabývali hladinami sloučenin kančího pachu u kanců a imunokastrovaných prasat během jejich výkrmu v různých tělesných hmotnostech. Sledovali jejich objem varlat a poměr mezi velikostí varlat a velikostí těla. Do pokusu bylo zapojeno 24 kanců a 20 imunokastrátů. Po každém skenování byli jedinci poraženi a byl jim odebrán podkožní tuk, aby se stanovila koncentrace androstenonu a skatolu. Imunokastrovaná prasata byla poražena 13 dní po druhé vakcinaci. Varlata přibývala na objemu s věkem u obou sledovaných skupin různou rychlostí, nejednalo se však o spolehlivý znak. Podle poměru varlat k velikosti těla se dá dobře určit koncentrace androstenonu v tukové tkáni.

Pro producenty vepřového by metoda předpovídání kančího pachu jatečně upravených těl nebo morfologických vlastností byla vynikajícím způsobem k detekci bez potřeby dalšího odběru vzorků a analýzy tkání. Proto by měly být identifikovány znaky jatečně upravených těl, které jsou spojené s kančím pachem. Pokud by bylo možné tyto znaky identifikovat a úspěšně určit na živých kancích, mohla by být zvířata vybrána podle charakteristik morfologických nebo jatečných kompozic bez jiných složitých testů (Bernau et al. 2018).

### 3.2.5 *Microplitis croceipes*

Jedna z možných detekcí kančího pachu je vosička *Microplitis croceipes*, která má vynikající čich a dá se naučit na rozeznávání určitých pachů (Das & Fadamiro 2013). Tato vosička má schopnost rozeznat a reagovat na konkrétní koncentrace skatolu, androstenonu a indolu (Olson et al. 2012).

*Microplitis croceipes* odlišuje podmíněné pachy od úzce příbuzných chemických látek na základě délky a typu řetězce a typu funkčních skupin. Jejich trénink na určitý zápach probíhá velice rychle, běžně zabere pouze pár minut. Naučí se však detekovat pouze jeden pach. Odměňují se hroznovým cukrem pokaždé, když jsou vystaveny potřebnému zápachu. Později si vytvoří reflex vypláznutého jazyka, podle kterého se později poznává přítomnost pachu (Meiners et al. 2002).

V praxi se na identifikaci zápachu používá speciální zařízení (wasp hound). Používá se už pro vycvičené vosy, které se drží v malém prostoru, kterým proudí testovaný vzduch. Vosy se mohou volně procházet ve vymezeném prostoru a pomocí kamery se sleduje jejich reakce na případný nález sledovaného zápachu (Wäckers et al. 2010).

V současné době neexistují žádné informace o tom, na jak velkou koncentraci zápachu *Microplitis croceipes* reaguje a do jaké míry může být tato škála vnímání ovlivněna člověkem při šlechtění nebo výcviku. Dříve byly vosičky cvičeny tak, aby reagovaly na tři hlavní látky tvořící kančí pach nebo na jejich směsi. Odhaduje se, že vosičky reagují na tyto koncentrace:  $10 \pm 0,4$  pg/s pro skatol a indol a  $2 \pm 0,5$  pg/s pro androstenon (Wäckers et al. 2010).

### 3.3 Anatomie a fyziologie

Hlavní příčinou kančího pachu jsou steroidy androstenonu vznikající ve varleti a skatol a indol vznikající rozkladem tryptofanu ve střevě (Swatland 2002).

Játra jsou zodpovědná za rozklad skatolu i androstenonu a varlata jsou primární místo syntézy androstenonu a dalších androgenů způsobující kančí pach (Font-i-Furnols et al. 2016).

#### 3.3.1 Reprodukční soustava kanců

Reprodukční funkce samců tvoří pohlavní buňky a dopravuje je do samičích pohlavních orgánů. Spermie vznikají ve semenotvorných kanálcích varlat a dále jsou přesunuty pomocí kanálků varlete do nadvarlete. Zde se skladují a dozrávají. Produkce spermií začíná dosažením pohlavní dospělosti, v období puberty, a probíhá až do smrti. Produkováno množství ale může záviset na fotoperiodě (Reece 2009).

Varlata jsou samčí reprodukční žlázy. Jsou to složené tubulózní žlázy, jejichž hlavní funkcí je produkce hormonů, hlavně testosteronu, a spermií. Uvolňování testosteronu je řízeno luteinizačním hormonem hypofýzy. Produkce spermatu je řízena jak hormonem stimulujícím přední hypofýzu, tak gonadálním testosteronem (Čihák & Grim 2002).

Na povrchu žlázy je hrubé vazivové pouzdro *tunica albuginea*, kterou z vnější strany překrývá *tunica vaginalis testis*. *Tunica albuginea* je na dorzální straně hrubá a vytváří *mediastinum testis*, a zároveň vysílá dovnitř varlat vazivová septa, která ho rozdělují na lalůčky varlete (Čihák & Grim 2002).

Ve varleti jsou dva důležité typy buněk. Sertoliho podpůrné buňky poskytující ochranu a péči vyvíjejícím se spermiím. Jejich výběžky obklopují spermatidy a spermatocyty a zajišťují intimní kontakt mezi všemi vývojovými stádii spermií (Reece 2009). Dalším typem buněk jsou Leydigovy buňky. Jsou to zakulacené či mnohoúhelníkové buňky varlat s centrálně uloženým jádrem a eozinofilní cytoplazmou. Produkují mužské pohlavní hormony, hlavně pak testosteron. Jejich hlavní funkce je ovlivňování předního laloku hypofýzy (Čihák & Grim 2002).

#### 3.3.2 Trávicí soustava kanců

Pomocí trávicí soustavy probíhá výměna tekutých a pevných látek a příjem vody, živin, solí, vitamínů a dalších látek. Prase má všežravý typ trávicího traktu, dokáže tedy zpracovat jak rostlinnou, tak živočišnou potravu, ale nevyužije celulózu. Trávicí soustava vznikla z ektodermu a podílí se na přijímání, mechanickém rozmělnění, chemickém zpracování, vstřebávání životně důležitých látek a vylučování nevyužité potravy (Stupka et al. 2013).



Spojitosť s kančím pachem mají v trávicí soustavě střeva. Trávicí soustava se skládá z tenkého, tlustého střeva a konečníku (Claus et al. 2003).

V tenkém střevě je zásadité prostředí, aby se zneutralizovala potrava, která sem přichází ze žaludku. Udržet stálé prostředí pomáhá žluč, která je vylučována ve dvanáctníku. Když je potrava natrávena na dostatečně malé části, dochází k absorbování střešní stěnou a přenesení do krevního řečiště (Reece 2009).

Studie potvrzuje, že skatol pochází z mikrobiální degradace L-tryptofanu v tlustém střevě prasat (Claus et al. 2003).

Nemetabolizovaná část skatolu a indolu se může akumulovat v tukové tkáni a způsobit tak kančí pach. Hladina skatolu je výrazně ovlivněna složením stravy (Chen et al. 2003).

### 3.3.3 Játra

Játra jsou doplňkovým trávicím orgánem, který produkuje žluč, tekutinu obsahující cholesterol, žlučové kyseliny a alkalickou sloučeninu, která pomáhá rozkládat tuk (Čihák & Grim 2002).

Steroidní hormony, včetně androstenonu, jsou metabolizovány v játrech dvoufázovým procesem. Vzniklé látky mohou vstoupit do žluči a dostat se do tenkého střeva, kde mohou být rozloženy střevními bakteriemi za vzniku volných steroidů, které jsou absorbovány do krve portální žilou (Squires & Bonneau 2014).

Zvýšené hladiny androstenonu v tukové tkáni mohou být důsledkem zvýšené biosyntézy varlat a nedostatečného metabolismu v játrech (Moe et al. 2008).

## 3.4 Tuková tkáň

Estery mastných kyselin a glycerolu tvoří v mase největší podíl, tj. 99 % všech přítomných lipidů. Zbytek se skládá z polárních lipidů a doprovodných látek. V těle je tuk rozložen velmi nerovnoměrně. V malé míře můžeme najít tuk uvnitř svaloviny (intramuskulární) anebo jako základ samotné tukové tkáně (depotní, zásobní). Pro křehkost masa a chuť je důležitý tuk intramuskulární, zejména pak jeho intercelulární podíl, který se ve svalovině projevuje tzv. mramorováním masa (Steinhauser et al. 2000).

Mastné kyseliny vznikají z acetyl-CoA a NADPH působením enzymů zvaných syntázy mastných kyselin. Tento proces probíhá v cytoplazmě buňky. Většina acetyl-CoA, která je přeměněna na mastné kyseliny, pochází z uhlohydrátů glykolytickou cestou. Glykolytická cesta také poskytuje glycerol, s nímž se mohou tři mastné kyseliny kombinovat pomocí esterových vazeb, za vzniku triglyceridů, finálního produktu lipogenního procesu. Kombinují se pouze dvě mastné kyseliny s glycerolem a třetí alkoholová skupina se fosforyluje skupinou, jako je fosfatidylcholin, a tvoří se fosfolipid. Fosfolipidy tvoří hromadné lipidové dvojvrstvy, které vytváří buněčné membrány a obklopují orgány uvnitř buněk, například buněčné jádro, mitochondrie, endoplazmatické retikulum (Dijkstra et al. 2008).

Tuk v mase má význam z hlediska senzorického, je totiž nosičem aromatických a chuťových látek. Při hydrolýze a oxidaci mastných kyselin vznikají produkty, které mají vliv

na aroma v nižších koncentracích. Ve větších koncentracích mohou být ale nepříjemné. Lipofilní látky při záhřevu zvýrazňují aroma masa (Steinhauser et al. 2000).

Je více druhů tukové tkáně, rozlišují se hlavně podle složení a stability mastných kyselin. Hlavními faktory ovlivňujícími složení mastných kyselin jsou umístění na těle, celkové zastoupení tuku jedince, plemeno a strava (Lo Fiego et al. 2005).

Kanci mají mnohem méně tuku než vepři. V tuku mají kanci vyšší podíl polynenasycených mastných kyselin, které jsou důležité pro lidské zdraví. Při 90 kg živé hmotnosti má kanec vyšlechtěného evropského plemene 10–12 % tělesného tuku, zatímco kastrát bude mít 16–18 % tuku. Tento atribut společně s masem a jatečně upraveným tělem, rychlejším a účinnějším růstem činí kance atraktivním pro masný průmysl. Výrobní náklady na výkrm 1 kg u prasničky jsou o 10 % a u vepřů o 16 % vyšší než u kanců (Kyriazakis & Whittemore 2006).

Androstenon úzce souvisí s pubertou, porážka při nižší hmotnosti by tedy mohla snížit riziko výskytu vysokých hladin kančího pachu. Androstenon je vysoce lipofilní a hromadí se v tukové tkáni v mnohem vyšších koncentracích než jiné testikulární steroidy. Při regulaci hladiny androstenonu nejsou dietetické faktory důležité, pokud neovlivňují nástup puberty (Chen et al. 2003).

Hromadění sloučenin kančího pachu je určeno rozdílem mezi rychlostí syntézy a odbouráváním těchto látek u prasat. Tyto metabolické procesy jsou řízeny projevem různých genů, které kódují enzymy podílející se na metabolismu látek tvořících kančí pach. Intenzita metabolických procesů navíc závisí na expresi proteinů a enzymových reakcí, které se mnohou liší nezávisle na genové expresi (Zamaratskaia & Squires 2009).

Androstenon a skatol se po dosažení sexuální zralosti stále více hromadí v tukové tkáni. Proto se kanci pro výkrm používají méně často, než vepři. Nejčastěji využívaná metoda pro zamezení vzniku kančího pachu je chirurgická kastrace mladých selat krátce po narození (Zadinová et al. 2016).

Koncentrace skatolu a androstenonu jsou také, ale méně často, analyzovány v matricích jiných než tuk. Mezi takové patří sérum nebo plazma. Bylo zjištěno, že korelační koeficient mezi hladinami tuku a plazmy je až 0,90 pro skatol a 0,69 pro androstenon (Zamaratskaia et al. 2004).

Meinert et al. (2017) měřili koncentrace skatolu a androstenonu v tuku u kanců na různých místech těla. Vypozorovali významný vztah mezi obsahem skatolu v tuku na krku a ve svalovině na různých místech těla, ačkoliv ve svalovině byla koncentrace výrazně nižší.

### **3.5 Vlivy působící na intenzitu kančího pachu**

Je mnoho faktorů, které ovlivňují kančí pach. Patří mezi ně např. vliv genetiky, pohlaví, věku, živé hmotnosti, výživy, způsobu ustájení a sezóny (Jedlička 2014). Vliv má i plemeno, masitější plemena mají nižší koncentraci androstenonu a skatolu (Honsová 2014).

U zvířat určených k produkci masa ovlivňuje kastrace kvalitu jatečně upravených těl a zabraňuje nežádoucí chuti související s pohlavími hormony. Kančí pach je způsoben skatolem, produktem rozkladu tryptofanu ve střevech a šestnácti androstenovými steroidy z varlat (Aurich 2018).

Kanečci jsou často automaticky kastrováni, aby se v budoucnu vyloučil kančí pach. Tato procedura je však nežádoucí, a proto se vyhledávají alternativní postupy (Son et al. 2017). Mezi ty patří genetická selekce, zavedení komerčně dostupného sexování semene a objevení způsobu odchovu prasat redukujícího tvorbu těchto látek, např. využití čekanky v krmné dávce, čistota ustájení, střídání dne a noci, oddělení prasniček od kanečků apod. (Bernardy 2010).

Aby bylo možné dosáhnout co nejefektivnějšího potlačení kančího pachu, je potřeba vybrat ideální dobu kastrace. Největší vzestup hormonů probíhá během prvních 4 týdnů věku. Huber et al. (2017) tvrdí, že kastrace kanců po 6 týdnech věku má trvalý účinek na fyzikální a chemické složení svaloviny. Došlo zde ke snížení porážkové tělesné hmotnosti a obsahu bílkovin a zvýšil se obsah tuku v jatečně upraveném těle.

Honsová (2014) tvrdí, že samčí pach je ovlivněn ročním obdobím. Na podzim až začátkem zimy se zvedá obsah androstenonu. Více skatolu bylo pozorováno v létě a v zimě. Při stoupání teploty se do vzduchu uvolňuje více skatolu z výkalů. Andersson et al. (1998) zjistili nižší obsah androstenonu v tukové tkáni u kanců, kteří byli poraženi v jarním nebo letním období. Zamaratskaia et al. (2004) nevyozorovali žádný vliv fotoperiody na hladinu skatolu a androstenonu. Podle Aluwé et al. (2011a) může být skatol do těla kanců absorbován i přes plíce.

Hromadění androstenonu a skatolu v tuku je ovlivněno genetickými faktory. Ukládání těchto látek do tuku se liší u různých plemen. Vysoký podíl androstenonu v tuku u kanců plemene hampshire, yorkshire a landrasa se vyskytuje jen v 5 až 8 %. U plemene duroc lze najít vysoké koncentrace androstenonu v tuku, a to až u 50 % kanců (Squiers & Bonneau 2014).

Babol et al. (2004) sledovali ukládání skatolu v tukové tkáni v závislosti na plemenné příslušnosti. Zjistili, že u 61,1 % kanců plemene duroc, 31,6 % plemene landrasa, 25,5 % plemene yorkshire a 20,3 % kanců plemene hampshire byla vysoká koncentrace skatolu, tj. více než 0,2 µg/g v tuku. Tyto výsledky byly posuzovány u jedinců ve věku 180–360 dnů. Výsledky ukazují, že zvýšeným hladinám skatolu u kanců se dá předejít i volbou vhodného plemene.

### 3.5.1 Chirurgická kastrace

Kastrace zahrnuje jakoukoliv činnost, kterou jedinec ztratí funkčnost svých varlat. Lze toho dosáhnout chirurgickým odstraněním varlat nebo jiným porušením varlat. Metody mohou být chirurgické, chemické, imunologické a endokrinní. Kastrace obvykle způsobuje konečnou ztrátu testikulárních funkcí, a to i produkci spermií a pohlavních hormonů. V závislosti na cíli kastrace může být však dosáhnuto jen jednoho účinku. Někdy se vyžaduje reverzibilní kastrace, pokud by se od jedince v budoucnosti očekávala reprodukce (Aurich 2018).

Také Bernardy (2010) uvádí, že kastrace samců je zákrok, který se používá celosvětově po staletí. Díky kastraci dosáhneme hned dvou věcí zároveň – potlačení pohlavního chování či případné agresivity a zabránění vzniku kančího pachu. Podle Zamaratskaia & Squires (2009) se díky kastraci sníží i obsah steroidů a androstenonu.

Primární cíl kastrace je kontrola reprodukce. Na populační bázi je cílem zabránit obecnému přemnožení a omezit přenos a šíření nemocí. Kastrace se provádí individuálně, aby se zabránilo nežádoucímu páření například samců s nízkým genetickým potenciálem nebo nositelů vrozených chorob. Jeden z důvodů může být i snížení agresivity a změna chování. Sexuální chování u samců všech druhů zvířat často zahrnuje určitou míru agrese, do určité míry

ho ovlivňuje produkce testosteronu. Kastrace proto může zlepšit i náročnost ošetřování a manipulace se zvířetem. V některých zemích je kastrace zvířat z etických důvodů zakázána. Například v některých skandinávských zemích se mohou kastrovat jen ti jedinci, kterým to bylo doporučeno ze zdravotních důvodů (Aurich 2018).

Kastrace je vysoce stresující zákrok a z toho důvodu se hledají nové metody, jak tomuto stresu předejít. Jedna z možností je imunokastrace (Steinhauser et al. 2000).

Každý rok se v Evropě chirurgicky vykastruje přibližně 98 milionů prasat, to je 79,3 % kanců (Fredrikson et al. 2009).

Kastrace s analgetiky není dlouhodobé řešení. Ekonomicky dostupná analgetika, jako je anestézie s CO<sub>2</sub> nebo lokální analgetika, např. lidokain, nejsou dostatečná k tomu, aby zabránily bolesti během chirurgického zákroku. Cenově nevýhodná pro chovatele je i několika denní rekonvalescence po zákroku (Bonneau 2010).

Penchev (2019) sledoval intenzitu kančího pachu masa u kanců a vepřů. Do výzkumu bylo zařazeno 46 samců, vykrmovaných do průměrné živé hmotnosti 90 kg. Maso nebylo změněno z chemického hlediska – nebyl vyšší obsah vody a lipidů v mase. Významný rozdíl byl v technologických vlastnostech masa – pH masa, vaznost a ztráta vody při vaření. Kastrace měla vliv na mramorování masa. Statisticky významné rozdíly se objevovaly i v barevných hodnotách masa, jako jsou světlost (L\*) a souřadnice a\* a b\*. Také Boler et al. (2014) potvrdili, že kanci mají lepší pH masa než kastrování vepři.

V některých případech je kastrace nutná, aby byla dosažena potřebná kvalita výrobku. Například uzená šunka je kvalitnější, pokud na ni bylo použito maso z vepře (Bañón et al. 2003).

### 3.5.2 Imunokastrace

Imunokastrace je jednou z alternativ chirurgické kastrace, která neporušuje welfare zvířat (Andronie et al. 2015). Cílem imunokastrace je deaktivovat testikulární funkce neutralizací hormonů hypotalamo-hypofyzárního systému. V zásadě se jedná o blokování hypofyzárního luteinizačního hormonu nebo hypotalamického hormonu uvolňujícího gonadotropiny, což jsou klíčové hormony, které regulují reprodukční funkci. Vakcinace zahrnuje analog GnRH (gonadotropin) konjugovaného s cizím proteinem a v kombinaci s adjuvans, aby se zahájila přechodná tvorba protilátek proti GnRH, které se mohou vázat a inhibovat působení endogenního GnRH. Vakcína Improvac potlačující kančí pach je schválena ve více než 60 zemích po celém světě a v Evropské unii se od roku 2009 komerčně využívá (Zamaratskaia & Rasmussen 2015). Účinnost jedné vakcíny je až půl roku (Steinhauser et al. 2000).

Androstenon i skatol jsou ve tkáni imunokastrovaných prasat redukovány na stejné hladiny jako u chirurgicky kastrováných prasat. Produkce androstenonu je potlačena v důsledku potlačeného vývoje varlat. Snížení skatolu produkovaného ve střevech je způsobeno pravděpodobně zvýšeným metabolismem jater (Zamaratskaia & Rasmussen 2015).

Při imunokastraci dochází ke zmenšení varlat. Škrlep et al. (2010) popisují, že hmotnost varlat imunokastrovaných prasat je menší o 16 až 60 % než u kanců. Koncentrace androstenonu v tuku je menší než 0,04 µg/g. Oonk et al. (1995) uvádí, že v tukové tkáni kanců, kteří měli

menší varlata, tj. do 8 cm v průměru, množství androstenonu nepřesáhlo množství 0,5 µg/g. Velikost varlat však neovlivňuje koncentraci skatolu.

Parametry kvality jatečně upravených těl se obecně u kanců, vepřů kastrováných chirurgicky a těch kastrováných imunokastrací nelišily. Menší rozdíly byly zjištěny u obsahu libového masa, u kanců bylo procento zastoupení nejvyšší. Aluwé et al. (2013) pozorovali nižší konečnou hodnotu pH a vyšší ztrátu vody vařením u kanců ve srovnání s imunokastráty. Nešlo o významné rozdíly, proto lze vyvodit, že vlastnosti jatečně upravených těl imunokastrátů a chirurgicky kastrováných prasat jsou srovnatelné.

Z hlediska welfare zvířat je injekce mnohem lepší způsob zásahu než kastrace bez analgetik nebo s analgetiky. Problémy vyzpozoval Karacnji et al. (2015), který popsal, že se prasata po první injekci chovají jako vepři a projevuje se u nich zvýšené agresivní chování. Po druhé vakcinaci se u imunokastrátů chování změní spíše na klidnější chování vepřů.

Imunologicky kastrování samci mají významně méně cholesterolu a intramuskulárního tuku. Také je u nich větší obsah surových proteinů v porovnání s chirurgicky kastrovánými kanci. Vakcinace neměla významný vliv na obsah aminokyselin a mastné kyseliny v zadním tuku. Imunokastráti měli v mase méně mononenasycených a více nenasycených mastných kyselin a n-6 než kanci. Měli také lepší poměr omega-3 nenasycených mastných kyselin a nasycených mastných kyselin. To by mohl být jeden z důležitých faktorů rozhodování spotřebitelů mezi koupí masa kastrátů nebo imunokastrátů (Bahelka et al. 2017).

### 3.5.3 Výživa

Hlavním cílem ve výživě je vyhnout se zvýšenému tučnění prasat. To vede ke zvýraznění kančí chuti, kterou vnímají spotřebitelé negativně (Squires & Bonneau 2014).

Podle Honsové (2014) *ad libitum* krmení kanců zvyšuje obsah androstenonu a skatolu. Proto doporučuje používat spíše restrikcí. Snižovat koncentraci těchto látek v tuku pomáhá i mokré krmení. Squires & Bonneau (2014) naopak tvrdí, že androstenon se stravou ovlivnit nedá, protože jeho koncentrace je řízena pohlavními hormony. Dále snižují tvorbu skatolu a indolu přídatky fermentovaných cukrů nebo vysoký obsah vlákniny v krmné dávce. Mezi krmiva s vysokým obsahem vlákniny patří např. melasová řepa (Kyriazakis & Whittemore 2006).

Vzhledem k tomu, že skatol je produkován ve střevě z tryptofanu, je možné, že některé jeho složky by mohly modifikovat fermentaci bílkovin a během tohoto procesu snižovat i koncentraci kančího pachu.

Hustota živin se ve stravě s rostoucím věkem snižuje. Proto se v pozdějších fázích výkrmu dodává nadměrné množství energie a bílkovin, které jsou potřebné pro růst svaloviny. Existuje také zvýšené riziko nadměrné mikrobiální degradace aminokyseliny, jako je tryptofan, na skatol a další indolické sloučeniny, které v jatečném těle způsobují nežádoucí pach a chuť. Riziko takových sloučenin se zvyšuje, když jsou kanci vykrmováni do vyšší porážkové hmotnosti (Salmon & Edwards 2015).

Kanečci jsou nároční na výživu mnohem více než třeba vepřici nebo prasničky. Aby se co nejvíce využilo benefitů jejich výkrmu, je vhodné zvýšit koncentraci živin v krmných směsích a hlídat správnou skladbu kvalitativních komponent v krmivu. Je důležité neustále

hlídat skutečné příjmy krmných směsí v průběhu celého výkrmu, porovnávat výsledky turnusů a najít nejlepší možnou cestu ve výživě (Grauer 2014).

Hanse et al. (2007) provedli studii, kde zjišťovali účinek kořenů bohatých na inulin, jako je čekanka obecná (*Cichorium intybus*), na kančí pach. V prvním ze tří pokusů, které byly provedeny, dostali kanci a prasničky 9 až 4 týdny před porážkou organický koncentrát, ve kterém bylo 0,25 % denního příjmu energie nahrazeno kořeny čekanky. V dalším pokusu měli samci 6 týdnů před porážkou speciální krmnou dávku sestavenou buď z kořenů čekanky, nebo inulinu. Ve třetím pokusu byli kanci krmeni sušenými čekankovými kořeny 2 až 1 týden před porážkou. Prasata v pokusech 1, 2 a 3 byla poražena při průměrné živé hmotnosti 118, 124 a 110 kg. Koncentrace skatolu v krevní plazmě a tukové tkáni pokusné skupiny byla při porážce snížena téměř na nulovou úroveň. Nebyly zaznamenány vlivy pohlaví nebo délka doby krmení. Ve třetí zkoušce byl pozorován nevýznamný účinek na koncentraci krevní plazmy po 3 dnech krmení sušenou čekankou. Významné snížení hladiny androstenonu bylo zjištěno u prasat v prvním pokusu, kterým byla čekanka podávána 9 týdnů.

Krmivo doplněné čekankou snížilo koncentraci skatolu v tuku v bederní oblasti, aniž by to do značné míry ovlivnilo kvalitu nebo chuť masa. Při hledání alternativ chirurgické kastrace by se neměl brát v úvahu pouze kančí pach, ale také kvalita jatečně upraveného těla a vlastnosti masa (Aluwé et al. 2013).

Asi nejvhodnější cenově dostupnou formou pro komerční využití jsou sušené kořeny čekanky. Podle výzkumů nemají žádné nepříznivé účinky na příjem potravy. Dále snižují obsah skatolu v těle kanců bez jakýchkoliv vlivů na produkci.

Nyní se však kančí pach ovlivnit spolehlivě výživou nedá. Použití bramborového škrobu, inulinu, vlákniny, tryptofanu nebo čekanky ovlivní pouze skatol, obsah androstenonu se nemění (Honsová 2014). Surový bramborový škrob je účinný při snižování skatolu při různých koncentracích (od 10 % do 40 %), a to v době 2 až 3 týdnů před porážkou (Claus et al. 2003). Krmením pšeničnými otrubami se kančí pach neovlivní (Van Oeckel et al. 1998).

Glamoclija et al. (2017) tvrdí, že by na kančí pach mohlo mít vliv i vyšší zastoupení žita v krmné dávce kanců.

Obsah vlákniny v krmné dávce by mohl mít vliv na koncentraci skatolu ve střevech. Škrlep et al. (2017) zjistili, že koncentrace indolu byla nejvyšší ve slepém střevě a proximální části tlustého střeva, zatímco koncentrace skatolu byla nejvyšší v distálních částech tlustého střeva. Koncentrace indolových sloučenin se nelišily mezi imunokastrovanými prasaty a nekastrovanými kanci, kteří byli krmeni stejnou krmnou směsí. Při snížení netto energie a obsahu vlákniny v krmivu klesla produkce indolu ve střevech prasat, zatímco produkce skatolu ovlivněna nebyla.

Squires & Bonneau (2014) tvrdí, že pokud se vynechá krmení večer před porážkou, tak se sníží hladina skatolu v tuku.

Management výživy kanečků je nejvíce komplikovaný po imunokastraci, kdy dochází ke změnám v chování, příjmu krmiva i ukládání tuků. Až po druhé vakcinaci je sterilizace dokončena a jejich potřeba krmiv se opět mění (Grauer 2014).

### 3.5.4 Živá hmotnost

Obsah androstenonu se zvyšuje s hmotností prasete, i když vztah není dostatečně silný, aby se hmotnost použila jako výběrové kritérium, podle Aluwé et al. (2011b) závisí na dalších parametrech.

Kvůli potlačení rizika vzniku kančího pachu je potřeba porážet kanečky mladší, a proto je důležitá vysoká intenzita růstu, podmínky chovu a kvalitní krmné směsi. Kvůli své agresivitě jsou kanečci náročnější na chov, ale i vyskladňování. Stává se, že jsou kanečci již ve výkrmu sexuálně aktivní, což může snížit jejich intenzitu růstu. Bývají agresivní a dochází k výskytu poranění končetin nebo dokonce úhynů z vyčerpaní. Musí být tedy dodrženo oddělené ustájení od samic (Grauer 2014).

I přes určité nevýhody se výkrm kanečků jeví jako efektivní cesta v produkci jatečných prasat. Největší výhody tkví ve vysoké intenzitě růstu, lepší konverzi krmiva, vyšším podílům libové svaloviny a ukládání bílkovin. Ve srovnání s vepříky jsou u kanečků pozorovány i menší úhyny. To vše dává chovatelům ekonomicky přijatelnou možnost pro welfare chovu prasat. Chov kanečků má i své nevýhody. Mezi ně patří kančí pach, zvýšená agresivita, nízká porážková hmotnost a dřívější pohlavní dospělost (Jedlička 2014).

Kanci rostou o 13 % lépe než kastráti. Zkonzumují o 9 % méně krmiva než vepři. Mají až o 14 % lepší konverzi krmiva. Kanci mají celkově nižší výdej dusíku v hnoji než vepři. To, že se nekastrují, snižuje mzdové náklady a snižuje ztráty selat spojené s infekcí, úmrtím nebo dočasným snížením růstu, který je běžně pozorován po kastraci (Squires & Bonneau 2014).

Hladina androstenonu se zvyšuje s věkem a hmotností. Jedním z řešení regulace kančího pachu je tedy i porážka v nižší porážkové hmotnosti. Nejčastěji se poráží v 75 kg živé váhy. U různých plemen kanců se však liší doba nástupu puberty, to znamená, že se tvoří pohlavní buňky a tím i kančí pach dříve než u jiných plemen. Není to tedy zaručená metoda eliminace kančího pachu. Z hospodářského hlediska není další snížení jatečné hmotnosti pro producenty nebo zpracovatelské podniky atraktivní alternativou (Squires & Bonneau 2014).

Hladiny skatolu se zvyšují v tukové tkáni přibližně ve věku 180–200 dní. Poté ve 240–260 dnech věku dochází naopak k poklesu. U plemene duroc k poklesu dochází v pozdějším věku, tj. 310–360 dnů (Babol et al. 2004).

Kančí pach je téměř nezjistitelný u kanců poražených do 80 kg živé váhy. U kanců poražených mezi 100–110 kg je nízké riziko výskytu kančího pachu (Naděje et al. 2000).

Ve studii Aluwé et al. (2011b) vyzorovali vliv intenzity vnímání zápachu androstenonu na hmotnost kanců. Koncentrace byla vyšší v tuku kanců poražených v 90 kg než u kanců s 50 kg živé hmotnosti. Nejvyšší koncentrace u sledovaných skupin byla u kanců poražených ve 110 kg. Lze tedy stanovit optimální hmotnost při porážce a ovlivnit tak kvalitu masa kanců.

Fàbrega et al. (2011) sledovali rozdíly v kvalitě masa u prasat při porážkové hmotnosti 105 a 130 kg. Skupina kanců, která byla poražena ve 130 kg, měla větší a těžší varlata než kanci se 105 kg. To pravděpodobně způsobilo i vyšší koncentraci androstenonu u těžších jedinců. U kanců se 130 kg bylo zjištěno průměrně 1,02 µg/g androstenonu v tukové tkáni, u druhé skupiny kanců se 105 kg bylo průměrně jen 0,6 µg/g.

### 3.5.5 Genetika

Na intenzitě kančího pachu, tedy množství skatolu a androstenonu, se podílejí geny z více chromozomů. Objevení určitého genu, který je zodpovědný za vyšší koncentrace těchto látek, není jednoduché. Tyto geny lze selektovat, hrozí však vytracení některých jiných vlastností, které si u prasat chceme zachovat.

Pro selekci androstenonu se využívají kandidátní geny – CYP17A, CYB5, CYP21, SULT2A1, SULT2B1 a HSO3B. Kandidátní geny CYP2E1, CYP2A6 a SULT1A1 významně ovlivňují skatol. V současnosti se hledají další geny, které mají vliv na snížení intenzity kančího pachu (Torunn et al. 2009). Pokud je u kanců v pubertě aktivní chromozom P4502E1 a CYP2A, dochází ke snížení ukládání skatolu v tuku (Squires & Bonneau 2014).

Jaterní metabolismus skatolu hraje důležitou roli při jeho ukládání do tuku. Vysoké aktivity CYP2E1 a CYP2A u kanců jsou obvykle spojeny s nízkou akumulací skatolu v tuku, zatímco nízká aktivita enzymů může vést k vysoké akumulaci skatolu. Intenzita aktivity těchto hormonů je dána i věkem. Lanthieret et al (2007) zjistili, že akumulace skatolu u prepubertálního prasete nesouvisí s aktivitami CYP2E1, CYP2A a aldehydem oxidázy, ačkoliv aktivita SULT1A1 byla negativně ovlivněna hladinami skatolu v plazmě a tuku (Zamaratskaia et al. 2009).

Jafarikia et al. (2014) zkoumali vzorky u 1300 prasat šesti plemen (hampshire, landrasa, large white, pietrain a yorkshire) a zjistili, že u kanců, kteří byli homozygotní ve sledovaných genech byl průměrně o 30 až 61 % menší podíl androstenonu. Snížen byl i podíl skatolu, o 25 až 50 %.

U plemene duroc byl prokázán podíl markerových genotypů na androstenon. U plemene landrasa prokázán nebyl (Grindflek et al. 2011). Markery, které jsou nejúčinnější na kančí pach, leží především na prvním, šestém a čtrnáctém chromozomu (De Campos et al. 2015).

Podle Windig et al. (2012) je dědičnost vysoká jak pro androstenon, tak pro skatol, v rozmezí 0,47–0,67 a 0,37–0,41.

Účinná by měla být genetická selekce, vzhledem k vysoké dědivosti androstenonu v tuku. Squires & Bonneau (2014) udávají hodnoty dědivosti 0,25 až 0,87. Podobně je na tom i heritabilita skatolu, která se u plemene landrasa pohybuje kolem 0,55 a u duroca 0,23. Mezi skatolem a androstenonem je pozitivní genetická korelace, pro duroca 0,62 a pro landrasu 0,36. Je to důsledek interakce androstenonu a jeho metabolitů s metabolity skatolu. Jejich hromadění může být také ovlivněno stravou a jinými faktory.

Třídění spermatu podle pohlavních chromozomů je možné, ale dosud není k dispozici pro běžné použití u prasat. Použití průtokové cytometrie je příliš časově náročné, protože na vytřídění 150 milionů spermií je potřeba 10 hodin času. Běžná inseminační dávka obsahuje jednu až tři miliardy spermií. Existuje však výzkum zaměřený na izolaci sexuálně specifických proteinů na povrchu spermií. Jde o produkci specifických molekul, které se spojí společně se samičími chromozomy X a zanechají nevázané Y chromozomy samců. Chromozomy Y se poté přefiltrují. Navázané samičí buňky budou poté deaglutinovány a vytvoří se z nich inseminační dávka. Inseminace s takto sexovanou dávkou je potřeba provést přímo do dělohy. Není zde potřeba tolik spermií k úspěšnému zabřeznutí (Squires & Bonneau 2014).



### 3.5.6 Chovatelské podmínky

Důležité jsou i podmínky ustájení a všeobecná zoohygiena. Pokud se kanec v kotci znečistí výkaly, může následovat vyšší ukládání skatolu do podkožního tuku. Pokud jsou prasničky ustájeny společně s kanečky, zvyšuje se u nich hladina androstenonu (Honsová 2014).

Squires & Bonneau (2014) tvrdí, že koncentrace kančího pachu je nižší v celoroštových systémech chovu. Domnívají se, že je to způsobeno menším rizikem ušpinění prasat výkaly. Na rozdíl od chovů se stelivovým systémem.

Více intenzivní kančí pach úzce souvisí s intenzitou chovu, rozsahem kontaminace močí a stolicí, množstvím stolice a moči v kotci a okolní teplotě. Kanci v intenzivním chovu, ve znečištěných kotcích a při vysokých teplotách budou mít větší tendenci k ukládání androstenonu a skatolu v tuku (Kyriazakis & Whittemore 2006).

Aluwé et al. (2011a) sledovali vliv znečištění prasat na množství skatolu v tukové tkáni. Do pokusu byly zapojeny tři skupiny prasat, kdy v první skupině byla zvířata každý den čištěna. Ve druhé skupině se nechávala špinavá celé 4 týdny, tj. po dobu výzkumu, a ve třetí skupině byla prasata ve standardních podmínkách, kdy se jim kotce čistily jednou za týden. Z výsledků studie vyplývá, že prasata, která byla nejvíce znečištěna, měla vyšší koncentraci kančího pachu než ti jedinci, kteří byli více čisti. Nebyli však zaznamenány významné rozdíly v hladině skatolu.

Geverink et al. (1996) tvrdí, že kanci vykazovali větší podíl kožních lézí ve srovnání s kastráty a prasnicemi. Léze na ramenou a těle jsou pravděpodobně výsledkem agonistické interakce mezi zvířaty, např. boje a různé potyčky mezi kanci. I Bünger et al. (2015) potvrzují větší agonistické chování, a tím i větší výskyt lézí u kanců. Kastrací by se tak dalo předejít zvýšenému výskytu poranění kůže.

## **4 Materiály a metodika**

### **4.1 Zvířata**

Do experimentu bylo zařazeno 24 kusů kanečků finální hybridní kombinace (české bílé ušlechtilé x landrase) x bílé ušlechtilé otcovské, tj. (ČBU x L) x BO. Kanečci byli zařazeni do testu při průměrné živé hmotnosti cca 7 kg a v průměrném věku 28 dní od narození.

### **4.2 Ustájení zvířat**

Zvířata byla ustájena v Demonstrační a experimentální stáji ČZU v Praze v kotcích po 3 kusech, aby bylo zajištěno řízené krmení k určení parametrů výkrmnosti a spotřeby krmiva.

### **4.3 Krmení zvířat**

Krmení prasat bylo prováděno kompletní krmnou směsí (KKS) podle normy potřeby živin pro rostoucí prasata (Šimeček a kol. 2000), včetně přídavku testovaného topinamburu (tabulka 1). Směs obsahovala ječmen, pšenici, sójový extrahovaný šrot a krmný doplněk. Topinambur byl podáván ve formě sušených řízkovaných hlíz, které byly těsně před zakomponováním do krmné směsi namlety. Skupiny byly krmeny KKS řízeně *s ad libitním* krmením a přechody krmných směsí byly realizovány skokově.

**Tabulka 1: Složení KKS pro fáze výkrmu**

KKS	A1 (30-45 kg)	A2 (45-85 kg)	A3 (85-120 kg)	
Skupina			Kontrola	Pokus
Ječmen (%)	35,3	50,0	39,0	40,0
Pšenice (%)	44,0	31,0	49,0	38,8
SEŠ (%)	17,7	15,0	9,0	10,0
Topinambur (%)	-	-	-	8,2
Aminogold (%)	3,0	3,0	3,0	3,0
Monokalciumfosfát (%)	-	0,7	-	-
MEp	-	-	12,8	12,8
NL	-	-	147,6	147,5
lyzin	-	-	11,2	11,3

Poznámka: KKS (kompletní krmná směs), A1, A2, A3 – název kompletní krmné směsi, kg (kilogram), % (procento), SEŠ (sojový extahovaný šrot), Mep - metabolizovaná energie, NL - dusíkaté látky.

#### 4.4 Rozdělení zvířat

Prasata byla s ohledem na živou hmotnost při porážce rozdělena na dvě skupiny, tj. 1 skupinu s průměrnou živou hmotností cca 98 kg a 2. skupinu s průměrnou živou hmotností cca 114 kg. Na základě výživy byly vytvořeny 2 skupiny, tj. kontrolní skupina (12 kusů kanečků bez přídavku topinamburu do KKS) a pokusná skupina (12 kusů kanečků s přídavkem 8 % topinamburu do KKS v posledních 14 dnech výkrmu).

#### 4.5 Výkrmnost zvířat

Po ustájení byla zvířata v pravidelných týdenních intervalech vážena a byla sledována spotřeba krmiva jednotlivými zvířaty. Ze sledovaných ukazatelů byl vypočítán průměrný denní přírůstek za dobu testu (g), průměrná spotřeba krmiva na krmný den (g) a konverze krmiva, tj. spotřeba krmiva na kg přírůstku (kg/kg).

#### 4.6 Jatečná hodnota

Za účelem zhodnocení kvantitativní jatečné hodnoty byl proveden klasický jatečný rozbor (Scheper a Scholz 1985). Jatečné partie kýta, krkovička, plec a pečeně byly rozděleny na maso s kostí a tukové krytí s kůží. Z kvalitativních ukazatelů byly u jatečné partie pečeně a kýta za použití fyzikálních metod zjišťovány teplota a pH45 (pH 330i/set, WTW, Weilheim,

Germany), měřené 45 minut *post mortem* a elektrická vodivost (Konduktometr M 400, Mettler-Toledo s.r.o., Praha, Česká republika), měřená 50 minut *post mortem*. Barva jatečné partie pečeně (Spectrophotometer, CM-700d, Minolta, Osaka, Japan), síla ve stříhu syrového a vařeného masa (pečeně), penetrace hřbetního tuku (Instron 3342, High Wycombe, England) a ztráta masové šťávy odkapem (pečeně) byly hodnoceny za 24 hodin *post mortem*.

#### **4.7 Odběr vzorků**

Pro stanovení chemické analýzy byly 24 hodin *post mortem* odebrány vzorky z jatečné partie pečeně (*musculus longissimus lumborum et thoracis*) a to z pravé jatečné půlky. Pro stanovení androstenonu, skatolu a indolu byly vyříznuty kostky o tvaru  $5 \times 5 \times 5$  cm ze hřbetního tuku v úrovni 1.–3. krčního obratle. Odebrané vzorky byly popsány pro přesnou identifikaci a následně hluboko zamraženy ( $-80$  °C) do doby zpracování.

#### **4.8 Stanovení chemických analýz**

Po rozmražení byly vzorky jatečné partie pečeně homogenizovány a podrobeny chemickým rozborům. Ze základních chemických rozborů byly stanovovány = obsah sušiny  $\times$  obsah vody (gravimetrické stanovení rozdílu hmotností vzorku před a po ukončení sušení s mořským pískem), obsah intramuskulárního tuku (gravimetrické stanovení po extrakci petroletherem), obsah dusíkatých látek (stanovení amino – dusíku podle Kjeldahla; KjelFlex K-360, Büchi) a obsah popelovin (spalování vzorku při  $550$  °C až do dokonalého spálení organických látek).

#### **4.9 Stanovení androstenonu, skatolu a indolu**

Obsah androstenonu, skatolu a indolu byl stanoven pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (LC-2000Plus HPLC systém, Jasco, Tokio, Japonsko) podle metodiky Hansen-Møller (1994), modifikované Okrouhlá et al. (2016).

## 4.10 Statistické vyhodnocení

Výsledky experimentu byly vyhodnoceny statistickým programem SAS® Propriety Software Release 6.04 (2001), vyjádřeny v tabulkách, rozdíly mezi jednotlivými sledovanými znaky byly otestovány procedurou GLM. V rámci provedené testace byly sledovány 2 efekty (živá hmotnost a výživa = vliv přídatku topinamburu 14 dní před porážkou) a jejich vzájemné interakce, které byly zahrnuty do statistického vyhodnocení. Testování významných rozdílů bylo provedeno podle matematicko-statistického vzorce dvoufaktoriální analýzou:

$$Y_{ij} = \mu + d_i + s_j + (ds)_{ii} + e_{ij}$$

$Y_{ij}$	=	hodnota znaku
$\mu$	=	celkový průměr
$d_i$	=	vliv živé hmotnosti ( $i = 1, 2$ )
$s_j$	=	vliv výživy, tj. podání topinamburu 14 dní před porážkou ( $j =$ kontrola, pokus)
$(ds)_{ii}$	=	kombinace účinku živá hmotnost a výživa
$e_{ij}$	=	náhodný efekt

## 5 Výsledky

### 5.1 Ukazatele výkrmnosti

Vybrané ukazatele výkrmnosti jsou uvedeny v tabulce 2. U této skupiny nebyla zjištěna interakce, tj. působení vlivu živé hmotnosti a výživy.

Průměrná živá hmotnost kanečků v první skupině na začátku testu byla 6,63 kg v kontrolní skupině a 6,25 kg v pokusné skupině. Kanečci v druhé skupině měli průměrnou hmotnost na začátku testu 8,1 kg (kontrola) a 7,63 kg (pokus). Průměrná spotřeba kompletní krmné směsi byla u první skupiny 1658,48 g (kontrola) a 1688,89 g (pokus), u druhé skupiny 1658,48 g (kontrola) a 1725,75 g (pokus). Konverze krmiva u první skupiny byla průměrně 1,86 kg/kg živé váhy (kontrola), 1,94 kg/kg (pokus) a u druhé skupiny 1,86 kg/kg živé váhy (kontrola), 1,9 kg/kg (pokus).

Živá hmotnost při porážce ( $P < 0,001$ ) a průměrný denní přírůstek ( $P = 0,0001$ ), byly statisticky ukazatele, které byly průkazné s ohledem na živou hmotnost kanců.

V první skupině u kontrolní části bylo naměřeno průměrně 99,75 kg a u pokusné části průměrně 96,18 kg. Ve druhé skupině u kanců bez přídatku topinamburu bylo naměřeno průměrně 113,5 kg a u pokusné části průměrně 114,25 kg.

Kanci v první kontrolní skupině přibrali průměrně 758,93 g, v pokusné skupině pak 733,33 g. Ve druhé skupině pokusní kanci měli průměrný denní přírůstek 876,98 g a kontrolní skupina 859,36 g.

Ostatní ukazatele byly statisticky neprůkazné.

**Tabulka 2: Vybrané ukazatele výkrmnosti s ohledem na živou hmotnost kanců a přidavek topinamburu v krmné dávce.**

Živá hmotnost	1		2		SEM	P-value		
	kontrola	pokus	kontrola	pokus		živá hmotnost	výživa	živá hmotnost x výživa
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$				
Živá hmotnost na začátku testu (kg)	6,63	6,25	8,10	7,63	0,364	0,062	0,550	0,944
Živá hmotnost při porážce (kg)	99,78	96,18	113,50	114,25	2,342	< <b>0,001</b>	0,565	0,384
Průměrný denní přírůstek (g)	758,93	733,33	859,36	876,98	18,285	<b>0,0001</b>	0,844	0,295
Průměrná denní spotřeba KKS (g)	1658,48	1688,89	1658,48	1725,75	15,328	0,555	0,133	0,555
Průměrná konverze krmiva (kg/kg)	1,86	1,94	1,86	1,90	0,033	0,757	0,466	0,757

Poznámka:  $\bar{x}$  (průměrná hodnota), SEM (standardní chyba průměru), P-value (průkaznost), kg (kilogram), g (gram), KKS (kompletní krmná směs).

## 5.2 Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty

Naměřené hodnoty kvantitativních ukazatelů jatečné hodnoty jsou uvedené v tabulce 3. Z tabulky je patrné, že nebyla zjištěna interakce mezi živou hmotností a výživou.

Statisticky významné ukazatele s ohledem na živou hmotnost byly zjištěny hmotnosti jatečně upraveného těla, hmotnosti jatečně upraveného těla (pravá půlka), výšky hřbetního tuku a hmotnosti hlavních masitých částí. Při sledování průkaznosti výživy k jednotlivým ukazatelům byla statisticky průkazná pouze plocha svalu *musculus longissimus lumborum et thoracis*.

U hmotnosti jatečně upraveného těla ( $P < 0,001$ ) bylo naměřeno průměrně 81,15 kg (1. kontrolní skupina), 77,8 kg (1. pokusná skupina), 92,58 kg (2. kontrolní skupina) a 93,05 (2. pokusná skupina). V první skupině byla nižší průměrná hodnota u pokusných kanců. Ve druhé skupině naopak byla nižší hmotnost u kontrolních kanců.

Průkaznost hmotnosti pravé půlky jatečně upraveného těla ( $P < 0,001$ ) byla statisticky významná. V první skupině byla nižší průměrná hmotnost pravé půlky JUT u pokusných kanců (38,6 kg), stejně jako u hmotnosti celého JUT. U kontrolní části první skupiny byla naměřena hmotnost 39,98 kg. Ve druhé skupině nižší hodnoty dosahovali pokusní kanci (45,9 kg), zatímco u kontrolních kanců byla průměrná hmotnost pravé půlky 46,1 kg.

Další statisticky průkazný ukazatel byla výška hřbetního tuku ( $P = 0,041$ ). Nejnižší průměrná hodnota byla 16,28 mm (1. skupina, kontrolní kanci). Naopak nejvyšší hodnota byla naměřena ve druhé skupině u kanců krmených přídatkem topinamburu 27,13 mm.

Hmotnost hlavních masitých částí ( $P = 0,0003$ ) byla nejnižší v první skupině 37,45 kg (pokus) a nejvyšší ve druhé skupině 45,12 kg (kontrola).

Při zjišťování průkaznosti vlivu výživy byl zjištěn jediný ukazatel statisticky významný, a to plocha svalu MLLT ( $P = 0,006$ ). Nejnižší hodnoty byly zjištěny u pokusných kanců, v první skupině 4764,75 mm<sup>2</sup> a v druhé 4960,5 mm<sup>2</sup>. U kontrolních kanců byla plocha svalu MLLT vyšší, v první skupině 5438,5 mm<sup>2</sup> a v druhé skupině 5773,25 mm<sup>2</sup>.



Tabulka 3: Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na živou hmotnost kanců a přísadavek topinamburu v krmné dávce.

Živá hmotnost	1		2		SEM	P-value		
	kontrola	pokus	kontrola	pokus		živá hmotnost	výživa	živá hmotnost x výživa
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$				
Hmotnost JUT (kg)	81,15	77,80	92,58	93,05	2,003	< <b>0,001</b>	0,523	0,398
Hmotnost JUT – pravá půlka (kg)	39,98	38,60	46,10	45,90	0,997	< <b>0,001</b>	0,475	0,592
Jatečná výtěžnost (%)	81,34	80,86	81,56	81,43	0,219	0,417	0,531	0,709
Podíl libové svaloviny (%)	60,37	59,13	58,75	56,97	0,629	0,147	0,239	0,825
Výška hřbetního tuku (mm)	16,28	17,15	19,89	27,13	1,726	<b>0,041</b>	0,197	0,306
Plocha svalu MLLT (mm <sup>2</sup> )	5438,50	4764,75	5773,25	4960,50	142,074	0,252	<b>0,006</b>	0,758
Hmotnost hlavních masitých částí (kg)	39,05	37,45	45,12	44,61	1,000	<b>0,0003</b>	0,227	0,741
Podíl hlavních masitých částí (%)	56,75	56,38	55,82	55,02	0,351	0,123	0,417	0,758

Poznámka:  $\bar{x}$  (průměrná hodnota), SEM (standardní chyba průměru), P-value (průkaznost), JUT (jatečně upravené tělo), MLLT (*musculus longissimus lumborum et thoracis*), kg (kilogram), g (gram), % (procento), mm (milimetr), mm<sup>2</sup> (milimetr čtverečný).

### **5.3 Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – fyzikální vlastnosti**

U ukazatelů popisující fyzikální vlastnosti sledovaných kanců (tabulka 4) nebyla shledána žádná významná interakce mezi živou hmotností a výživou.

Významně statistická průkaznost byla zjištěna u síly stříhu syrového masa ve vztahu k výživě ( $P = 0,027$ ). V první skupině byly naměřené průměrné hodnoty 47,56 N (kontrola) a 37,65 N (pokus). V druhé skupině 44,05 N (kontrola), 26,02 N (pokus).

Tabulka 4: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – fyzikální vlastnosti s ohledem na živou hmotnost kanců a přídavek topinamburu v krmné dávce.

Živá hmotnost	1			2			SEM	živá hmotnost	výživa	živá hmotnost x výživa
	kontrola	pokus	kontrola	pokus	kontrola	pokus				
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$				
pH - pečeně (MLLT)	6,65	6,68	6,67	6,43	6,67	6,43	0,079	0,504	0,541	0,435
Teplota - pečeně (MLLT)	37,95	36,90	37,55	37,88	37,55	37,88	0,338	0,695	0,622	0,356
Elektrická vodivost - pečeně (MLLT)	3,69	3,49	3,57	3,55	3,57	3,55	0,066	0,816	0,447	0,532
pH - kýty (MS)	6,76	6,95	6,78	6,65	6,78	6,65	0,054	0,205	0,790	0,170
Teplota - kýty (MS)	37,90	38,10	37,28	37,95	37,28	37,95	0,223	0,421	0,365	0,618
Elektrická vodivost - kýty (MS)	3,44	3,38	3,34	3,22	3,34	3,22	0,063	0,345	0,509	0,796
Barva L* (MLLT)	50,66	53,28	52,77	54,63	52,77	54,63	0,952	0,396	0,275	0,849
Barva a* (MLLT)	-0,56	-0,22	-0,27	-0,46	-0,27	-0,46	0,184	0,954	0,858	0,533
Barva b* (MLLT)	9,25	9,07	9,16	9,85	9,16	9,85	0,241	0,515	0,624	0,405
Barva L* (hřbetního tuku)	78,83	79,93	79,18	78,83	79,18	78,83	0,388	0,655	0,655	0,396
Barva a* (hřbetního tuku)	-0,94	-0,57	-0,50	-0,57	-0,50	-0,57	0,107	0,318	0,508	0,323
Barva b* (hřbetního tuku)	7,48	8,17	8,41	8,66	8,41	8,66	0,252	0,184	0,366	0,670
Ztráta masové šťávy odkapem (%)	3,76	6,93	4,81	5,76	4,81	5,76	0,621	0,962	0,115	0,378
Síla stříhu syrového masa - pečeně (N)	47,56	37,65	44,05	26,02	44,05	26,02	3,257	0,197	<b>0,027</b>	0,478
Síla stříhu vařeného masa - pečeně (N)	30,79	28,70	34,09	27,43	34,09	27,43	1,450	0,732	0,157	0,446
Penetrace hřbetního tuku HČ (N)	82,53	81,40	103,38	70,05	103,38	70,05	7,583	0,764	0,287	0,318

Poznámka:  $\bar{x}$  (průměrná hodnota), SD (směřovaná odchylka), SEM (standardní chyba průměru), P-value (průkaznost), MLLT (*musculus longissimus lumborum et thoracis*), MS (*musculus semimembranosus*), L\* (světlost), a\* (barevný odstín), b\* (barevný odstín), % (procento), N (newton), HČ (horní část), DČ (dolní část).

## **5.4 Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – chemické vlastnosti**

Žádné interakce ani významné průkaznosti s ohledem na živou hmotnost a výživu nebyly vypořizovány u sledování chemických vlastností kvalitativních ukazatelů jatečné hodnoty. Naměřené hodnoty jsou znázorněny v tabulce 5.

Obsah vody v jatečné partii pečeně se pohyboval v rozpětí 73,39–74,33 %, obsah tuku 1,5–1,73 %, obsah dusíkatých látek 23,38–23,57 % a obsah popelovin 1,22–1,26 %.

**Tabulka 5: Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – chemické vlastnosti s ohledem na živou hmotnost kanců a přídavek topinamburu v krmné dávce.**

Živá hmotnost	1		2		SEM	P-value		
	kontrola	pokus	kontrola	pokus		živá hmotnost	výživa	živá hmotnost x výživa
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$				
<b>Obsah vody - pečeně (%)</b>	73,69	73,39	73,62	74,33	0,253	0,425	0,703	0,364
<b>Obsah sušiny - pečeně (%)</b>	26,31	26,61	26,38	25,67	0,253	0,425	0,703	0,364
<b>Obsah tuku - pečeně (%)</b>	1,60	1,72	1,73	1,50	0,085	0,799	0,790	0,346
<b>Obsah dusíkatých látek - pečeně (%)</b>	23,57	23,41	23,38	23,54	0,309	0,971	0,994	0,826
<b>Obsah popelovin - pečeně (%)</b>	1,24	1,22	1,26	1,25	0,019	0,511	0,726	0,890

Poznámka:  $\bar{x}$  (průměrná hodnota), SD (směrodatná odchylka), SEM (standardní chyba průměru), P-value (průkaznost), % (procento).

## 5.5 Obsah androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni

Naměřené hodnoty obsahu androstenonu, skatolu a indolu ve hřbetním tuku jsou znázorněny v tabulce 6. Byla zjištěna významná interakce mezi živou hmotností a výživou kanců v obsahu androstenonu v tukové tkáni ( $P = 0,035$ ). U první skupiny kanců byly zjištěny průměrné hodnoty  $0,95 \mu\text{g/g}$  (kontrola) a  $0,89 \mu\text{g/g}$  (pokus). V druhé skupině  $1,04 \mu\text{g/g}$  (kontrola) a  $1,42 \mu\text{g/g}$  (pokus).

Významně statistická průkaznost s ohledem na živou hmotnost, byla stanovena u obsahu androstenonu v tukové tkáni ( $P = 0,006$ ).

Další významná průkaznost byla zjištěna v obsahu skatolu v tukové tkáni závislé na výživě ( $P = 0,034$ ). Nejnižší hodnoty byly u obou pokusných skupin kanců  $0,02 \mu\text{g/g}$ . U kanců, kteří neměli v krmné dávce topinambur, bylo naměřeno  $0,05 \mu\text{g/g}$  v první skupině a  $0,04 \mu\text{g/g}$  skatolu v hřbetním tuku v druhé skupině.

**Tabulka 6: Obsah androstenonu, skatolu a indolu ve hřbetním tuku s ohledem na živou hmotnost kanců a přidavek topinamburu v krmné dávce.**

Živá hmotnost	1		2		SEM	P-value		
	kontrola	pokus	kontrola	pokus		živá hmotnost	výživa	živá hmotnost x výživa
Obsah androstenonu ve hřbetním tuku ( $\mu\text{g/g}$ )	0,95 <sup>b</sup>	0,89 <sup>b</sup>	1,04 <sup>b</sup>	1,42 <sup>a</sup>	0,067	0,006	0,113	0,035
Obsah skatolu ve hřbetním tuku ( $\mu\text{g/g}$ )	0,05	0,02	0,04	0,02	0,006	0,733	0,034	0,719
Obsah indolu ve hřbetním tuku ( $\mu\text{g/g}$ )	0,09	0,08	0,08	0,09	0,004	0,822	0,684	0,170

Poznámka:  $\bar{x}$  (průměrná hodnota), SD (směrodatná odchylka), SEM (standardní chyba průměru), P-value (průkaznost),  $\mu\text{g/g}$  (mikrogram/gram).

## 6 Diskuze

### 6.1 Ukazatele výkrmnosti

Živá hmotnost se odvíjela podle rozdělení skupin. Do první skupiny jsme zařadili kance, kteří měli průměrnou živou hmotnost při porážce 98 kg. V druhé skupině byli kanci s průměrnou živou hmotností 114 kg. Porážka v nižší hmotnosti se často používá jako strategie v boji proti kančímu pachu. Babol et al. (2002) zjistili významnou korelaci mezi živou váhou a výrazností kančího pachu při vaření a koncentraci androstenonu a skatolu v tuku. Podle Aluwé et al. (2011b) záleží nejen na porážkové hmotnosti, ale také na plemeni kance. Vyšší úroveň skatolu ve hřbetním tuku měli kanci plemene large white a belgická landrasa, nižší hodnoty zjistili u plemene pietrein.

Průměrný denní přírůstek byl vyšší u druhé skupiny kanců, kteří měli vyšší hmotnost ( $P = 0,0001$ ). Kontrolní kanci přibrali průměrně 859,36 g, kanci v pokusné části skupiny 876,98 g. V první skupině, kde byli kanci s nižší živou hmotností, docházelo i k menšímu dennímu přírůstku, a to 758,93 g u kontrolních kanců a 733,33 g u pokusných kanců. Čím více roste živá hmotnost, tím roste i denní přírůstek (Main et al. 2004).

### 6.2 Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty

Hmotnost jatečně upraveného těla v našem pokusu koreluje s živou hmotností. Ve druhé skupině, kde byli kanci s vyšší průměrnou hmotností byla i vyšší hmotnost JUT (92,58 kg kontrola, 93,05 kg pokus).

Podíl libové svaloviny byl u našich lehčích kanců vyšší (60,37 % kontrola, 59,13 % pokus) než u těžších kanců v druhé skupině (58,75 % kontrola, 56,97 % pokus). To samé popisují i Coker et al. (2009), jejich mladí kanci ukládali tuk pomaleji než svalovou tkáň. Čím je kanec starší, tím rychleji se vyvíjí tuková tkáň (Palsson 1955).

Kanci, poražení ve vyšší hmotnosti (114 kg), měli vyšší hřbetní tuk než kanci poražení v nižší váze (98 kg). Nejvyšší hodnotu jsme naměřili u pokusných kanců ve druhé skupině 27,13 mm. Naopak nejnižší výška hřbetního tuku byla u kontrolních kanců v první skupině 16,28 mm. Van Den Broeke et al. (2015) potvrzují, že s vyšším věkem, a tedy i vyšší živou hmotností roste výška hřbetního tuku. Wauters et al. (2016) tvrdí, že výška hřbetního tuku zvyšuje akumulaci androstenonu a skatolu. To potvrzují i Kouřimská et al. (2018). Rostellnato et al. (2015) tvrdí, že hlavní vliv na koncentraci kančího pachu má věk kance, nikoliv živá hmotnost.

Hmotnost hlavních masitých částí s vyšší živou hmotností rostla. Kanci ve druhé skupině měli nejvyšší naměřenou hodnotu 45,12 kg, zatímco v první skupině byla nejnižší hodnota 37,45 kg.

Přídavek topinamburu měl podle našich zjištění vliv na plochu svalu *musculus longissimus lumborum et thoracis* ( $P = 0,006$ ). V obou kontrolních skupinách jsme naměřili vyšší hodnoty než u kanců v pokusných skupinách.



## 6.3 Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty

### 6.3.1 Chemické vlastnosti

Nezjistili jsme žádnou významnou interakci ani průkaznost u kvalitativních ukazatelů chemických vlastností sledovaných kanců.

Penchev (2019) ve svém výzkumu potvrzuje naše výsledky. Také neobjevil žádné významné rozdíly v chemickém složení masa. Zaměřoval se na obsah vody a lipidů v mase.

### 6.3.2 Fyzikální vlastnosti

V našem pokusu nebyla pozorována žádná významná interakce mezi živou hmotností a výživou u fyzikálních vlastností masa. Významnou průkaznost ( $P = 0,027$ ) jsme zjistili u síly stříhu syrového masa. Tato průkaznost byla ve vztahu s výživou.

Podle Hansen et al. (2008) nemají přísady krmiva, jako například čekanka, vliv na pH masa po porážce, ztrátu masové šťávy, ani na barvu masa.

## 6.4 Obsah androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni

Podle našich výsledků jsme zjistili, že dochází k významné interakci mezi výživou, živou hmotností a obsahem androstenonu v tukové tkáni ( $P = 0,035$ ).

Statistickou průkaznost ( $P = 0,006$ ) jsme zjistili mezi živou hmotností a obsahem androstenonu. Kanci s průměrnou hmotností 98 kg měli průměrně nižší hodnotu obsahu androstenonu (0,95  $\mu\text{g/g}$  kontrolní skupina, 0,89  $\mu\text{g/g}$  pokusná skupina) v hřbetním tuku než kanci s 114 kg živé hmotnosti (1,04  $\mu\text{g/g}$  kontrolní skupina, 1,42  $\mu\text{g/g}$  kontrolní skupina). Z těchto údajů vyplývá, že s vyšší živou hmotností roste koncentrace androstenonu ve hřbetní tkáni. Aluwé et al. (2011b), zkoumali vliv důležitosti hmotnosti na koncentraci androstenonu. Zjistili, že u kanců poražených v 90 kg byl androstenon v tuku výrazně vyšší než u kanců s 50 kg a u kanců poražených ve 110 kg byl výrazně vyšší obsah androstenonu v mase, v porovnání s 50 kg kanci.

Penchev et al. (2018) zaznamenali obsah androstenonu u kanců s hmotností již nad 90 kg. Babol et al. (2002) zjistili významnou korelaci mezi živou váhou a obsahem androstenonu v tukové tkáni. Stále není úplně jasné, při jaké hmotnosti by se kanci měli porážet, aby nedocházelo k ekonomickým ztrátám a zároveň se zamezilo vzniku kančího pachu.

Hmotnost JUT má vliv na složení tuků, protože pozitivně koreluje s procentem nenasycených mastných kyselin (Wood et al. 2008). Složení tuků by mohlo ovlivnit těkavost androstenonu a skatolu s přímým účinkem na vnímání zápachu nebo na jejich zvýšený metabolismus (Mörlein & Tholen 2015).

Podle Salmon & Edwards (2015) s rostoucí porážkovou hmotností nedochází k nárůstu koncentrace skatolu v tukové tkáni.

U pokusných skupin jsme vypožadovali pokles koncentrace skatolu v hřbetním tuku. S přísadkou topinamburu 14 dní před porážkou jsme dokázali snížit obsah skatolu v první

skupině z 0,05 µg/g na 0,02 µg/g. Wesoly & Weiler (2012) popisují ve své studii, že čekankou stačí krmit pouze 7 dní před porážkou, aby došlo k poklesu obsahu skatolu v tukové tkáni. Salmon & Edwards (2015) použili ke snížení koncentrace skatolu 2 g kořenů čekanky na 1 kg živé váhy prasete. Docílili tím snížení koncentrace skatolu, avšak koncentrace indolu zůstaly nepozměněny.

Li et al. (2019) sledovali vliv krmení čekanky a topinamburu. Zjistili rozdíly v obsahu skatolu ve stolici. Při zkrmování čekankou bylo množství skatolu vyšší než při krmení topinamburem.

## 7 Závěr

Tato práce měla pomoci zjistit případný vliv živé hmotnosti a výživy na obsah látek podporující vznik kančího pachu, tj. androstenon, skatol a indol v tukové tkáni.

Vybrané znaky ukazatelů výkrmnosti byly ovlivnitelné živou hmotností. Nebyly zde žádné významné interakce mezi výživou a živou hmotností. Statisticky významná byla živá hmotnost při porážce ( $P < 0,001$ ) a průměrný denní přírůstek ( $P = 0,0001$ ).

Při získání výsledků ukazatelů jatečné hodnoty jsme zhodnotili statisticky významný rozdíl mezi výživou a plochou svalu *musculus longissimus lumborum et thoracis* ( $P = 0,006$ ). Významný vztah byl nalezen mezi živou hmotností u ukazatelů jatečně upraveného těla ( $P < 0,001$ ), hmotností jatečně upravené pravé půlky prasete ( $P < 0,001$ ), výšky hřbetního tuku ( $P = 0,041$ ) a hmotnosti hlavních masitých částí ( $P = 0,0003$ ).

Ve skupině znaků kvalitativních fyzikálních vlastností jsme zjistili statisticky významný rozdíl mezi výživou a silou stříhu syrového masa – pečeně ( $P = 0,027$ ). Ukazatele chemických vlastností neměly žádné statisticky významné rozdíly.

Obsah androstenonu byl ovlivněn interakcí obou faktorů, jak živou hmotností, tak přidavkem topinamburu v krmné dávce ( $P = 0,035$ ). Zároveň byl statisticky významný rozdíl mezi živou hmotností a androstenonem ( $P = 0,006$ ). Obsah skatolu ve hřbetním tuku byl statisticky významný ( $P = 0,034$ ) s ohledem na výživu.

U kanců s vyšší živou hmotností jsme naměřili vyšší obsah androstenonu 1,04  $\mu\text{g/g}$  u kontrolní a 1,42  $\mu\text{g/g}$  u pokusných kanců. První skupina, tedy kanci s nižší živou hmotností, měli obsah androstenonu v hřbetním tuku nižší 0,95  $\mu\text{g/g}$  (kontrola) a 0,89  $\mu\text{g/g}$  (pokus). Obsah skatolu v hřbetním tuku se odvíjel podle přídatku topinamburu. U první sledované skupiny byly naměřeny hodnoty 0,05  $\mu\text{g/g}$  bez přídatku topinamburu a 0,02  $\mu\text{g/g}$  u kanců dokrmovaných topinamburem. U druhé sledované skupiny jsme dosáhli podobného výsledku, kontrolní kanci měli průměrně 0,04  $\mu\text{g/g}$  a pokusní kanci 0,02  $\mu\text{g/g}$  skatolu ve hřbetním tuku. Nebyl vypořizován vliv živé hmotnosti ani výživy na obsah indolu v tukové tkáni.

Tato problematika potřebuje ještě více výzkumů. Lze ale říci, že androstenon se mění na základě živé hmotnosti a skatol podle výživy. U indolu jsme žádných významných výsledků nedosáhli.

## 8 Literatura

- Aluwé M, Bekaert KM, Tuyttens FAM, Vanhaecke L, De Smat S, De Brabander HF, De Brabander DL, Millet S. 2011a. Influence of soiling on boar taint in boars. *Meat Science* **87**:175-179.
- Aluwé M, Millet S, Bekaert KM, Tuyttens FAM, Vanhaecke L, Smet S, Brabander DL. 2011b. Influence of breed and slaughter weight on boar taint prevalence in entire male pigs. *Animal* **5**:1283-1289.
- Aluwé M, Tuyttens FAM, Bekaert KM, De Smet S, De Brabander DL, Millet S. 2012. Evaluation of various boar taint detection methods. *Animal* **6**:1868-1877.
- 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**:402-407.
- Andersson H, Wallgren M, Rydhmer L, Lundström K, Andersson, K, Forsberg, M. 1998. Photoperiodic effects on pubertal maturation of spermatogenesis, pituitary responsiveness to exogenous GnRH, and expression of boar taint in crossbred boars. *Animal Reproduction Science* **54**:121-137.
- Andronie I, Parvu M, Nitu C, Andronie V. 2015. The effect of immunocastration on some meat quality characteristics. *Animal Science and Biotechnologies* **48**:291-293.
- Aurich Ch. 2018. Castration. Pages 165-170 in Skinner M, editor. *Encyclopedia of Reproduction*. Academic Press, United States of America.
- Babol J, Squires EJ, Gullett EA. 2002. Factors affecting the level of boar taint in entire male pigs as assessed by consumer sensory panel. *Meat Science* **61**:33-40.
- Babol J, Zamaratskaia G, Juneja RK, Lundström K. 2004. The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. *Meat Science* **67**:351-358.
- Bahelka I, Bučko O, Hanusová E. 2017. Chemical composition, amino and fatty acid profiles of muscle and fat tissue in immunologically castrated, surgically castrated male and female pigs. *Research in pig breeding* **11**:1-6.
- Bañón S, Costa E, Gil MD, Garrido MD. 2003. A comparative study of boar taint in cooked and dry-cured meat. *Meat Science* **63**:381-388.
- Bee G, Chevillon P, Bonneau M. 2015. Entire male pig production in Europe. *Animal Production Science* **55**:1347-1359.
- Bernardy J. 2010. Kastrace prasat jako evropské dilema. *Veterinářství* **60**:46-48.
- Bernau M, Scheanitz S, Kremer-Rücker PV, Kreuzer LS, Scholz AM. 2018. Size matters: Boar taint in relationship with body composition and testis volume measured by magnetic resonance imaging. *Livestock Science* **213**:7-13.
- Blanch M, Panella-Riera N, Chevillon P, Furnols MF, Gil M, Gil JM, Kallas Z, Oliver MA. 2012. Impact of consumer's sensitivity to androstenone on acceptability of meat from entire male pigs in three European countries: France, Spain and United Kingdom. *Meat Science* **90**:572-578.
- Boler DD, Puls CL, Clark DL, Ellis M, Schroeder AL, Matzat PD, Killefer J, McKeith FK, Dilger AC. 2014. Effects of immunological castration (Improvest®) on changes in dressing percentage and carcass characteristics of finishing pigs. *Journal of Animal Science* **92**:359-368.

- Bone C, Anderson C, Lou Y, Squires EJ. 2019. The characterization of androstenone transport in boar plasma. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* **185**:218-224.
- Bonneau M. 2010. Accessory sex glands as a tool to measure the efficacy of immunocastration in male pigs. *Animal* **4**:930-932.
- Borrisser-Pairó F, Panella-Riera N, Gil M, Kallas Z, Linares MB, Egea M, Garrido MD, Oliver MA. 2016. Consumers' sensitivity to androstenone and the evaluation of different cooking methods to mask boar taint. *Meat Science* **123**:198-204.
- Bünger B, Schrader L, Schrade H, Zacharias B. 2015. Agonistic behaviour, skin lesions and activity pattern of entire male, female and castrated male finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* **171**:64-68.
- 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**:289-305.
- Claus R, Lösel D, Lacorn M, Mentschel J, Schenkel H. 2003. Effects of butyrate on apoptosis in the pig colon and its consequences for skatole formation and tissue accumulation. *Journal of Animal Science* **81**:239-248.
- Coker MD, West RL, Brendemuhl JH, Johnson DD, Stelzleni AM. 2009. Effects of live weight and processing on the sensory traits, androstenedione concentration and 5-alpha-androst-16-en-3-one (androstenone) concentration in boar meat. *Meat Science* **82**:399-404.
- Český statistický úřad. 2018. Zemědělství - 2. čtvrtletí 2018. Český statistický úřad, Praha. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/cris/zemedelstvi-2-ctvrtleti-2018> (accessed duben 2020).
- Čihák R, Grim M. 2002. Anatomie. Grada Publishing, Praha.
- Das P, Fadamiro HY. 2013. Species and sexual differences in antennal lobe architecture and glomerular organization in two parasitoids with different degree of host specificity, *Microplitis croceipes* and *Cotesia marginiventris*. *Cell and tissue research* **352**:227-235.
- De Campos CF, Lopes MS, E Silva FF, Veroneze R, Knol EF, Sávio LP, Guimarães SEF. 2015. Genomic selection for boar taint compounds and carcass traits in a commercial pig population. *Livestock Science* **174**:10-17.
- Deslandes B, Gariépy C, Houde A. 2000. Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production. *Livestock Production Science* **71**:193-200.
- Dijkstra AJ, Hamilton RJ, Hamm W. 2008. *Trans Fatty Acids*. Blackwell Publishing Ltd, Singapore.
- Fàbrega E, Gispert M, Tibau J, Hortós M, Oliver MA, Furnols MF. 2011. Effect of housing system, slaughter weight and slaughter strategy on carcass and meat quality, sex organ development and androstenone and skatole levels in Duroc finished entire male pigs. *Meat Science* **89**:434-439.
- Font-i-Furnols M, Carabús A, Muñoz I, Čandek-Potokar M, Gispert M. 2016. Evolution of testes characteristics in entire and immunocastrated male pigs from 30 to 120 kg live weight as assessed by computed tomography with perspective on boar taint. *Meat Science* **116**:8-15.
- Fredrikson B, Font-I-Furnols M, Lundström K, Migdal W, Prunier A, Tuytens FAM. 2009. Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* **3**:1480-1487.
- Geverink NA, Engel B, Lambooi E, Wiegant VM. 1996. Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. *Applied Animal Behaviour Science* **50**:1-13.
- Glamoclija N, Glisic M, Boskovic M, Djordjevic J, Markovic R, Sefer D, Baltic MZ. 2017. The impact of triticale diet on production characteristics and meat quality in pigs. *Meat Technology* **58**:73-79.

- Grauer P. 2014. Výživa kanečků ve výkrmu. *Náš chov* **4**:55-57.
- Grindflek E, Lien S, Hamland H, Hanse MHS, Kent M, Van Son M, Mezwussen THE. 2011. Large scale genome-wide association and LDLA mapping study identifies QTLs for boar taint and related sex steroids. *BMC Genomics* **12**:362-377.
- Chen G, Zamaratskaia G, Andersson H, Lundstrom K. 2003. 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**:439-448.
- Christinsen RH, Nielsen DB, Margit DA. 2019. Estimating the risk of dislike: An industry tool for setting sorting limits for boar taint compounds. *Food Quality and Preference* **71**:209-216.
- Hanse LL, Mejer H, Thamsborg SM, Byrne DV, Roepstorff A, Karlsson AH, Hansen-Møller J, Jensen MT, Tuomol M. 2007. Influence of chicory roots (*Cichorium intybus L.*) on boar taint in entire male and female pigs. *Animal Science* **82**:359-368.
- Hansen LL, Stolzenbach S, Jensen JA, Henckel P, Hansen-Møller J, Syriopoulos K, Byrne DV. 2008. Effect of feeding fermentable fibre-rich feedstuffs on meat quality with emphasis on chemical and sensory boar taint in entire male and female pigs. *Meat Science* **80**:1165-1173.
- Hansen-Møller J. 1994. Rapid high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of androstenone, skatole and indole in back fat from pigs. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications* **661**:219-230.
- Honsová H. 2014. Čekají nás změny v chovu prasat. *Farmář* **4**:46-47.
- Huber L, Squires EJ, Mandell IB, De Lange CFM. 2017. Age at castration (surgical or immunological) impacts carcass characteristics and meat quality of male pigs. *Animal* **12**:1-9.
- Jacob CC, Dervilly-Pinel G, Deceuninck Y, Gicquiau A, Chevillon P, Bonneau M, Le Bizec B. 2017. Urinary signature of pig carcasses with boar taint by liquid chromatography-high-resolution mass spectrometry. *Food Additives & Contaminants* **34**:218-227.
- Jafarikia M, Squires J, Schenkel F, Frotin F, Wyss S, Van Berkel W, Sullivan B, Oke T. 2014. Potential for a genetic solution to boar taint in Canadian pigs. *Meat Science* **96**:125.
- Jedlička M. 2009. Výkrm kanců pro ekonomiku i welfare. *Náš Chov* **1**:31-34.
- Jedlička M. 2014. Budou se u nás vykrmovat kanečci? *Náš chov* **4**:52-54.
- Ježek F, Bořilová G. 2019. Kančí pach – testování individuální citlivosti a výběr vhodných hodnotitelů. *Maso* **3**:21-25.
- Jin-Hyung L, Jintae L. 2010. Indole as an intercellular signal in microbial communities. *FEMS Microbiology Reviews* **34**:426-444.
- Kaminski RM, Marini H, Kim WJ, Rogawski MA. 2005. Anticonvulsant activity of androstenone and etiocholanolone. *Epilepsia* **46**:819-827.
- Karacnji B, Lloyd B, Campbell N, Meaney D, Ahern T. 2015. Effect of an anti-gonadotropin-releasing factor vaccine on sexual and aggressive behaviour in male pigs during the finishing period under Australian field conditions. *Australia Veterinary Journal* **93**:121-123.
- Kouřimská L, Čítek J, Zadinová K, Okrouhlá M, Panovská Z, Khatri Y, Stupka R. 2018. Sensory Quality of Meat from Crossbred Boars in Relation to their Age and Slaughter Weight. *Czech Journal of Food Sciences* **5**:415-419.
- Kyriazakis I, Whittemore CT. 2006. *Whittemore's science and practice of pig production*. Blackwell Publishing, Ames.

- Lanthier F, Lou Y, Squires EJ. 2007. Skatole metabolism in the intact pre-pubescent male pig: the relationship between hepatic enzyme activity and skatole concentrations in plasma and fat. *Livestock Science* **106**:145–153.
- Li X, Jensen BB, Canibe N. 2019. The mode of Action of Chicory Roots on Skatole Production in Entire Male Pigs Is neither via Reducing the Population of Skatole-Producing Bacteria nor via Increased Butyrate Production in the Hindgut. *American Society for Microbiology* **85**:1-41.
- Lo Fiego DP, Santoro P, Macchioni P, De Leonibus E. 2005. Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Science* **69**:107-114.
- Main RG, Dritz SS, Tokach MD, Goodband RD, Nelssen JL. 2004. Increasing weaning age improves performance in a multisite production system. *Journal of Animal Science* **82**:1499–1507.
- Maiworm RE, Langthaler WU. 1992. Influence of Androstenol and Androstenone on the Evaluation of Men of Varying Attractiveness Levels. *Chemical Signals in Vertebrates* **6**:575-579.
- Meiners T, Wäckers F, Lewis WJ. 2002. The effect of molecular structure on olfactory discrimination by the parazitoid *Micropalitis croceipes*. *Chemical Senses* **27**:811-816.
- Meinert L, Lunt B, Bejerholm C, Aaslyng MD. 2017. Distribution of skatole and androstenone in the pig carcass correlated to sensory characteristics. *Meat Science* **127**:51-56.
- Moe M, Lien S, Bendixen Ch, Hedegaard J, Hornshøj H, Berget I, Meuwissen THE, Gridflek E. 2008. Gene expression profiles in liver of pigs with extreme high and low levels of androstenone. *BioMed Central Veterinary Research* **4**:1-16.
- Mörlein D, Tholen E. 2015. Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from entire male pigs with extremely divergent levels of boar taint compounds - an exploratory study. *Meat Science* **99**:1-7.
- Naděje B, Koucký M, Ševčíková S, Adamec T, Laštovková J. 2000. Assessment of boar and barrow meat. *Czech Journal of Animal Science* **45**:539-544.
- 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 D, Wäckers F, Hauge JE. 2012. Threshold Detection of Boar Taint Chemicals Using Parasitic Wasps. *Journal of Food Science* **77**:356-361.
- Oonk HB, Turkstra JA, Lankhof H, Schaaper WMM, Verheijden JHM, Meloen RH. 1995. Testis size after immunocastration as parameter for the absence of boar taint. *Livestock Production Science* **42**:63-71.
- Palsson H. 1955. Progress in the physiology of farm animals. *Journal Hammond* **2**:430-542.
- Penchev IG, Ribarski S, Dimitrov D, Stoyanchev T, Ivanova S. 2018. Meat quality and boar taint in entire male pigs fattened to 90 kg. *Agricultural Science and Technology* **10**:169-173.
- Penchev IG. 2019. Boar taint and meat quality characteristics of entire male and castrated male pigs. *Agricultural Science and Technology* **11**:172-176.
- Reece WO. 2009. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada Publishing, Praha.
- Rostellato R, Bonfatti V, Larzul C, Bidanel JP, Carnier P. 2015. Estimates of genetic parameters for content of boar taint compounds in adipose tissue of intact males at 160 and 220 days of age. *Journal of Animal Science* **93**:4267-4276.
- Salmon L, Edwards SA. 2015. The effects of dietary fructo-oligosaccharide addition on boar taint compounds and performance in heavy slaughter weight boars and gilts. *Animal Feed Science and Technology* **207**:130-139.

- Scheper J, Scholz W. 1985. Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb, Schwein und Schaf. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Deutschland.
- Son M, Agarwal R, Kent MP, Grove H, Grindflek E, Lien S. 2017. Exploiting whole genome sequence data to fine map and characterize candidate genes within a quantitative trait loci region affecting androstenedione on porcine chromosome 5. *Animal Genetics* **48**:653-659.
- Sorensen KM, Engelsens SB. 2014. Measurement of boar taint in porcine fat using a high-throughput gas chromatography-mass spectrometry protocol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **62**:9420-9427.
- 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**:1029-1040.
- Squires EJ, Bonneau M. 2014. *Encyclopedia of Meat Science*. Elsevier, United Kingdom.
- Steinhauser L, Beňovský R, Bystrický P, Cabadaj R, Černý H, Dvořák J, Ingr I, Kerekréty J, Kubíček K, Máté D, Minks J, Nagy J, Novák P, Pipek P, Simeonovová J, Sovjak R, Steinhauserová I, Straková E, Suchý P, Šubrt J, Švický E, Večerek V, Vrchlabský J, Zabloudil F. 2000. *Produkce masa*. Last, Tišnov.
- Stupka R, Šprysl M, Čítek, J. 2013. *Základy chovu prasat*. Powerprint, Praha.
- Swatland HJ. 2002. On-line monitoring of meat quality. Pages 193-216 in Kerry J, Kerry J, Ledward D, editors. *Meat Processing*. Woodhead Publishing, Cambridge.
- Šimeček K, Zeman L, Heger J. 2000. *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata*. Česká akademie zemědělských věd
- 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**:57-64.
- Škrlep M, Batorek LN, Prevolnik PM, Tomažin U, Labussière E, Čandek-Potokar M. 2017. The effect of dietary fibre content on skatole and indole production in faeces of immunocastrated male pigs. *Poljoprivreda* **21**:182-185.
- Torunn A, Sigbjørn L, Maren M, Christian B, Eli G. 2009. Association between SNPs within candidate genes and compounds related to boar taint and reproduction. *BMC Genetics* **10**:32.
- Trautmann J, Meier-Dinkel L, Gertheiss J, Mörlein D. 2016. Boar taint detection: A comparison of three sensory protocols. *Meat Science* **111**:92-100.
- Van den Broeke A, Aluwe M, Janssens S, Wauters J, Van Haecke L, Buys N, Millet S, Tuytens FAM. 2015. The effect of the MC4R gene on boar taint compounds, sexual maturity and behaviour in growing-finishing boars and gilts. *Animal* **9**:1688-1697.
- Van Oeckel MJ, Warnants N, De Paepe M, Casteels M, Boucqué CV. 1998. Effect of fibre-rich diets on the backfat skatole content of entire male pigs. *Livestock Production Science* **56**:173-180.
- Wauters J, Vercruyse V, Aluwé M, Verplanken K, Van Haecke L. 2016. Boar taint compound levels in back fat versus meat products: Do they correlate? *Food Chemistry* **206**:30-36.
- Wäckers F, Olson D, Rains G, Lundby F, Haugen JE. 2010. Boar Taint Detection Using Parasitoid Biosensors. *Journal of Food Science* **76**:41-47.
- Wesoly R, Weiler U. 2012. Nutritional Influences on Skatole Formation and Skatole Metabolism in the Pig. *Animals* **2**:221-242.



- Whittington FM, Zammerini D, Nute GR, Baker A, Hughes SI, Wood JD. 2011. Comparison of heating methods and the use of different tissues for sensory assessment of abnormal odours (boar taint) in pig meat. *Meat Science* **88**:249-255.
- Windig JJ, Mulder HA, Ten NJ, Knol EF, Mathur PK, Crump RE. 2012. Genetic parameters for androstenone, skatole, indole, and human nose scores as measures of boar taint and their relationship with finishing traits. *Journal of Animal Science* **90**:2120-2129.
- Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI and Whittington FM. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Science* **78**:343-358.
- Yokoyama MT, Carlson JR. 1979. Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract with special reference to skatole. *The American Journal of Clinical Nutrition* **32**:173-178.
- Zadinová K, Stupka R, Stratil A, Čítek J, Vehovský K, Urbanová D. 2016. Boar taint – the effects of selected candidate genes associated with androstenone and skatole levels – a review. *Animal Science Papers and Reports* **34**:107-128.
- Zamaratskaia G, Babol J, Andersson HK, 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**:91-98.
- Zamaratskaia G, Squires EJ. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* **3**:1508-1521.
- Zamaratskaia G, Rasmussen KM. 2015. Immunocastration of male pigs – situation today. *Procedia Food Science* **5**:324-327.

## 9 Seznam použitých zkratek

µg	–	mikrogram
g	–	gram
HPLC	–	vysokoúčinná kapalinová chromatografie
kg	–	kilogram
mm	–	milimetr
mm <sup>2</sup>	–	milimetr čtvereční
N	–	Newton
ppm	–	jedna miliontina
W	–	Watt, jednotka výkonu
MLLT	–	<i>musculus longissimus lumborum et thoracis</i>
KKS	–	kompletní krmná směs
NADPH	-	nikotinamidadenindinukleotidfosfát
GnRH	-	hormon uvolňující gonadotropin
ČBU	-	prase české bílé ušlechtilé
L	-	landrasa
BO	-	prase bílé otcovské
SEM	-	standartní chyba průměru

## 10 Seznam tabulek

Tabulka 1:	Složení KKS pro fáze výkrmu	str. 20
Tabulka 2:	Vybrané ukazatele výkrmnosti s ohledem na živou hmotnost kanců a přídavek topinamburu v krmné dávce.	str. 24
Tabulka 3:	Kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na živou hmotnost kanců a přídavek topinamburu v krmné dávce.	str. 26
Tabulka 4:	Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – fyzikální vlastnosti s ohledem na živou hmotnost kanců a přídavek topinamburu v krmné dávce.	str. 28
Tabulka 5:	Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty – chemické vlastnosti s ohledem na živou hmotnost kanců a přídavek topinamburu v krmné dávce.	str. 30
Tabulka 6:	Obsah androstenonu, skatolu a indolu ve hřbetním tuku s ohledem na živou hmotnost kanců a přídavek topinamburu v krmné dávce.	str. 32