

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Vliv zkrmování slunečnice topinamburu na hladinu
kančího pachu v tukové tkáni kanců**

Diplomová práce

Autor práce: Vladimír Janovský

Obor studia: Živočišná produkce

Vedoucí práce: Ing. Kateřina Zadinová, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Vliv zkrmování slunečnice topinamburu na hladinu kančího pachu v tukové tkáni kanců “ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Kateřině Zadinové, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky, ochotu a velkou trpělivost při zpracování diplomové práce.

Vliv zkrmování slunečnice topinamburu na hladinu kančího pachu v tukové tkáni kanců

Souhrn

Z důvodu většího zájmu o welfare vřítat dochází v mnoha odvětvích živočišné výroby z důvodu tlaku společnosti a ochránců přírody, na zlepšení životních podmínek ve velkochovech zvířat. V chovu prasat se tlak ochránců soustředil mimo jiné na zákaz chirurgické kastrace bez anestezie. Z toho důvodu je nutné najít vhodné řešení, které kastraci bez anestezie nahradí.

Problémem výkrmu kanců je kančí pach, který je způsoben androstenonem, skatolem a v menší míře pak indolem. Kančí pach se projevuje nepříjemnými sensorickými vlastnostmi masa kanců. Proto je nutné najít alternativní cesty k jeho eliminaci. Eliminaci lze provádět mnoha způsoby: kastrací s anestezií, imunokastrací nebo snížením porážkové hmotnosti do váhy před nástupem puberty. Všechny tyto možnosti mají svoje negativa ať etická nebo ekonomická. Jako účinná by se jevila sexace spermií, ale dosud nemáme u prasat dostatečnou technologii k jejímu provádění.

Technologicky přijatelná alternativa předešlých opatření se jeví eliminace nebo částečné zmírnění kančího pachu pomocí výživy. Výživou lze ovlivňovat hlavně skatol, který se tvoří v tlustém střevě rozkladem aminokyseliny tryptofanu. Výživou, respektive výživovými doplňky, lze ovlivnit poměry bakterií v tlustém střevě a snížit tím produkci skatolu a následně jeho koncentraci v jatečném těle, především pak v tukové tkáni. Pravděpodobná je i možnost eliminovat kančí pach pod hodnoty, na které jsou konzumenti citliví. Jako vhodné komponenty do krmných dávek k ovlivnění metabolismu skatolu se používá bramborový škrob nebo inulin. Inulin je obsažen v krmných plodinách v čekance nebo topinamburu.

V diplomové práci se zabývám využitím topinamburu u výkrmu kanců. Topinambur se kancům podával 13 dní před porážkou ve 3 koncentracích (4,1 %; 8,1 % a 12,2 %) sušených hlíz v krmné dávce. Kanci byli rozděleni do 4 skupin. Tři pokusné skupiny (K2, K3, K4) s přídatkem topinamburu v krmné dávce a kontrolní skupina K1. Na základě zjištěných výsledků byl potvrzen statisticky průkazný vliv ($P=0,0057$) topinamburu v KKS (kompletní krmné směsi) a snížení hladiny skatolu v tukové tkáni. Jako nepříznivější se jeví hladina koncentrace topinamburu v KKS 8,1 %, kde byla zaznamenána nejnižší hodnota skatolu. Naopak se nepotvrdil vliv topinamburu na další složky kančího pachu, tedy indol a androstenon. Nebyl zaznamenán vliv ani na ukazatele jatečné hodnoty měřené bezprostředně po porážce. Na základě těchto výsledků můžeme doporučit přídatkem topinamburu v koncentraci 8,1 % v KKS pro snížení kančího pachu bez obavy z negativního dopadu na jatečnou hodnotu a následné zpeněžování.

Klíčová slova: Kančí pach, androstenon, skatol, topinambur, inulin

The effect of feeding Jerusalem artichoke on levels of boar taint in adipose tissue of entire male pigs

Summary

As the society cares more about the living conditions of animals in the factory farming there is a pressure to improve them. In case of pig farming, the pressure of environmental activists focused especially on prohibition of surgical castration without anaesthesia. It is important to find suitable solution which replace the castration without anaesthesia.

The problem of fattening of boars is the boar's taint which is caused by androsterone, skatole and to a lesser extent by indole. The boar's smell manifest itself by unpleasant sensorics properties of boar's meat. It is essential to find an alternative way how to eliminate them. There are different possibilities of elimination: castration with anaesthesia, imunocastration or reduction of slaughter weight before pubescence. All these possibilities have negative ethical or economical aspects. Sexace of spermatozoon looks promising but we do not have sufficient technology for pigs.

Elimination or partial reduction of boar's taint by nutrition looks like technologically suitable option. Especially scatole, which is formed in large intestine by decomposition of tryptophane, can be influenced by nutrition. Ratio of bacteria in large intestine is possible to influence by nutrition or more precisely by nutrition supplements. It enables to decrease production of scatole and subsequently its concentration in slaughter meat, especially in the fat tissue. It is likely to eliminate boar's taint under values, which are customers sensitive for. Suitable components of nutrition to influence the skatole metabolism are potato starch or inulin. Inulin is contained in feeding fodders such as chicory or Jerusalem artichoke.

My thesis is concerned on application of Jerusalem artichoke during fattening of boars. Jerusalem artichoke was given to boars 13 days before the slaughter in 3 concentrations dried tubers in feeding dose (4,1 %; 8,1 % a 12,2 %). Boars were divided to 4 groups. Three experimental groups with addition of Jerusalem artichoke in feeding dose (K2, K3, K4) and reference group (K1). According to our results, the statistically conclusive influence ($P=0,0057$) of Jerusalem artichoke on decrease of level of scatole in fat tissue was confirmed. The lowest value of scatole was observed in group with 8,1 % concentration of Jerusalem artichoke. There is no evidence that Jerusalem artichoke influence another component of boars smell indol and androsterone. We do not find out any influence on indicator slaughter value measured immediately after slaughter. According to these results we can recommend addition of Jerusalem artichoke in concentration 8,1 % for reduction of boars taint without negative influence on slaughter value and subsequent selling.

Key words: androstenone, boar taint, skatole, inulin, Jerusalem artichoke

Obsah

Úvod.....	7
1. Cíl práce a vědecká hypotéza	8
2. Výkrm kanečků	8
3. Kančí pach.....	9
2.1 Androsteron.....	10
2.2 Skatol.....	11
4. Možnosti eliminace kančího pachu	14
4.1 Chirurgická kastrace s anestezií.....	14
4.2 Imunokastrace	15
4.3 Porážková hmotnost a věk.....	16
4.4 Zásady výkrmu kanečků.....	16
4.5 Genetika a šlechtění	17
4.6 Sexace spermií	17
4.7 Výživa	18
4.7.1 Bramborový škrob	18
4.7.2 Vlákna	18
4.7.3 Organické kyseliny a antibiotika	19
4.7.4 Inulin.....	19
4.7.4.1 Čekankový kořen	20
4.7.4.2 Topinambur	20
4.7.4.3 Využití topinambur	22
4.7.4.3.1 Pro výživu lidí.....	22
4.7.4.3.2 Pro krmivářské účely	22
4.7.4.3.2 Využití topinamburu k redukci kančího pachu.....	23
Materiály a metody	24
Výsledky	25
Diskuze.....	27
Závěr.....	29
Citace.....	30

Úvod

Chov prasat je alespoň v Evropě jedním z pilířů živočišné výroby a potažmo zemědělství. Prasata jako monogastři jsou jedním z největších konzumentů krmného obilí a důležitým zdrojem bílkovin pro lidi. Vepřové maso je v Evropě součástí mnoha kuchyní a je důležité nejenom pro výživu, ale i jako součást naší kultury a historie. V současnosti dochází k tlaku na chovatele prasat, stejně jako v mnoha odvětvích lidské činnosti, ze strany aktivistů na co nejetičtější a co nejvíce ekologický provoz. Aktivisté tlačí na zákazy, některých dnes běžně využívaných praktik v chovech prasat jako například porodní klece, individuální ustájení prasnic, zastřihávání ocásků a kastrace kanečků bez anestezie. Tématem diplomové práce je využití alternativní výživy a výživových doplňků na místo chirurgické kastraci bez anestezie. V současnosti je Evropskou unií doporučen zákaz kastrace bez anestezie, i když se zatím v některých členských státech včetně České republiky stále provádí.

Do budoucna je jisté, že se s touto praxí bude muset skončit a je nutné najít vhodnou cestu, která účinně eliminuje kančí pach, jehož výskyt je spojený s nekastrovanými jedinci. Řešení problému musí spojit účinnou eliminaci kančího pachu, ekonomickou přijatelnost s etickým welfare přístupem k chovu prasat.

1. Cíl práce a vědecká hypotéza

Cílem práce je vyhodnotit účinek přesně definované krmné směsi s přídatkem slunečnice topinamburu na hladinu androstenonu a skatolu v tukové tkáni kanců.

Hypotézy

1. Příklad slunečnice topinamburu do krmné směsi v poslední fázi výkrmu kanců snižuje hladinu skatolu v tukové tkáni.
2. Čím vyšší je obsah topinamburu v krmné směsi, tím výraznější je pokles skatolu v tukové tkáni.

2. Výkrm kanečků

Výkrm kanečků je atraktivní nejenom ze strany lepšího welfare zvířat, ale i z hlediska ekonomického, a to i přes častější konflikty mezi jednotlivými kanci, který je častější než u ostatních kategorií. Konflikty se projevují častějšími lézemi na kůži a poraněními. U výkrmu kanců je nutnost odděleného ustájení od prasniček. Kanečci mají oproti ostatním kategoriím vysokou intenzitu růstu, vyšší podíl libové svaloviny, lepší ukládání bílkovin a lepší konverzi krmiva. V porovnání s vepříky mají také nižší úhyn. Kanečci mají oproti vepříkům o 13 % lepší růstovou schopnost, o 9 % nižší spotřebu krmiva a až o 14 % lepší konverzi krmiva než vepři. Kanci produkují celkově méně dusíku v hnoji než vepři. To, že se nekastrují, snižuje mzdové náklady a snižuje ztráty selat spojené s infekcí, úmrtím a snížením růstu, který je běžně pozorován po kastraci (Squires & Bonneau 2014).

V současnosti je v Čechách největším problémem nepřípravenost systému na výkup masa kanečků a jeho ohodnocení srovnatelně s ostatními kategoriemi jako je běžné v jiných zemích. Problém je i nechut' a strach konzumentů maso kanečků konzumovat. (Steinhauser et al. 2000).

Problémem zůstává, jak eliminovat kančí pach v zemích, kde na něj konzumenti nebyli zvyklí a kanečky tedy moci vykrmovat do stejných porážkových hmotností jako ostatní kategorie.

3. Kančí pach

Kančí pach je přirozená součást prasat-kanců a má svůj význam v přirozeném rozmnožování prasat, kde má navodit svolnost prasnic k páření a zvýraznit projevy říje. Začíná se projevovat u dospívajících kanečků v období puberty. Kančí pach je ovšem problémem ze spotřebitelského hlediska. Nejvíce se projevuje při tepelné úpravě masa. Většina konzumentů je na něj citlivá a pro část lidí se maso s kančím pachem stává nekonzumovatelné. Kančí pach je způsoben dvěma hlavními složkami androsteronem a skatolem a v menší míře pak indolem (Vold 1970). Intenzita kančího pachu je při porážkové hmotnosti okolo 115 kg mezi kusy značně variabilní. Vnímavost populace v různých zemích je také velice rozdílná. Rozdílná vnímavost je způsobena především rozdílnými kulinářskými úpravami a historií konzumace masa z nekastrovaných prasat. (Trautmann et al. 2016).

V zemích jako je Velká Británie a Španělsko se kastruje historicky mnohem méně a tolerance lidí vůči kančímu masu je mnohem vyšší. V těch zemích dochází často k porážce v nižší porážkové hmotnosti a tedy i nižším věku, kdy ještě nedošlo k tak silnému rozvoji kančího pachu, ovšem na úkor nižšího výnosu a nedostatečného využití růstového potenciálu kanečků. V některých zemích je na jatkách měřena hladina androsteronu a skatolu a podle toho je maso dále tříděno dle využití například na maso výsekové a maso pro zpracování v masných výrobcích. (Trautmann et al. 2016).

Maso kanečků je alternativně možné využít do masné výroby na výrobu uzenin, kde koření a tepelná úprava má schopnost kančí pach potlačit, případně je možné míchat maso kanečků s masem vepřů a prasnic (Steinhauser et al. 2000).

Intenzita kančího pachu je ovlivněna mnoha faktory jako je věk, plemeno, genetika, způsob ustájení a výživa. Nejrozšířenější a nejlevnější prevencí proti kančímu pachu byla kastrace bez anestezie okolo 7 dne života. Tato opatření vzhledem k tlaku ochránců zvířat a většímu důrazu na welfare zvířat budou postupně zakazována a omezována. Proto se v posledních letech hledá alternativa ke kastraci bez anestezie (Aurich 2018).

Většina alternativních metod má nějaké nevýhody, které zabraňují jejímu masovějšímu rozšíření. Jako alternativa se jeví imunokastrace, která je finančně náročnější než kastrace bez anestezie a vážou se k ní etické problémy, které by mohly stát za sníženým zájmem o vepřové maso, především kvůli obavám spotřebitelů z reziduí hormonů. Kastrace s anestézií je podmíněná přítomností veterinárního lékaře u anestezie, což neúměrně zhoršuje ekonomiku výkrmu vepřů kastrovaných s anestézií. Kančí pach je ovlivněn genetickým založením, a proto genetický výběr a následná eliminace kančího pachu může být do budoucna jedna z cest, jak kančí pach potlačit a využít ekonomického potenciálu výkrmu kanců. Jako vhodná cesta se jeví i využití krmných doplňků – inulinu nebo škrobu, které působí jako prebiotikum ve střevech a změní poměr mezi sacharolitickými a proteolytickými bakteriemi ve střevech, a tím omezí produkci skatolu. Chemická kastrace se jako alternativa z mnoha etických i praktických důvodů jako vhodná alternativa nenabízí. Kančí pach jde minimalizovat i odděleným výkrmem pohlaví, čistotou ustájení, velikostí vykrmované skupiny (Kaminski et al. 2005; Aurich 2018).

Dalším důležitým faktorem je plemenná příslušnost. U primitivních a méně ušlechtilých plemen jako mangalice je zaznamenána větší intenzita kančího pachu, než u plemen zušlechtěných jako je pietrain nebo užitkových hybridů. Vzhledem k tomu se jeví šlechtění jako vhodná možnost k eliminaci kančího pachu. Díky pokroku v genetice je možné vybírat kance podle genetického založení. Genetické založení pro kančí pach je vysoce až středně dědivé. Do

budoucná se tedy jeví jako vhodné vybírat dále do chovu jen kance kteří mají nižší genetické predispozice pro ukládání androsteronu a skatolu v těle (Wesoly et al. 2015).

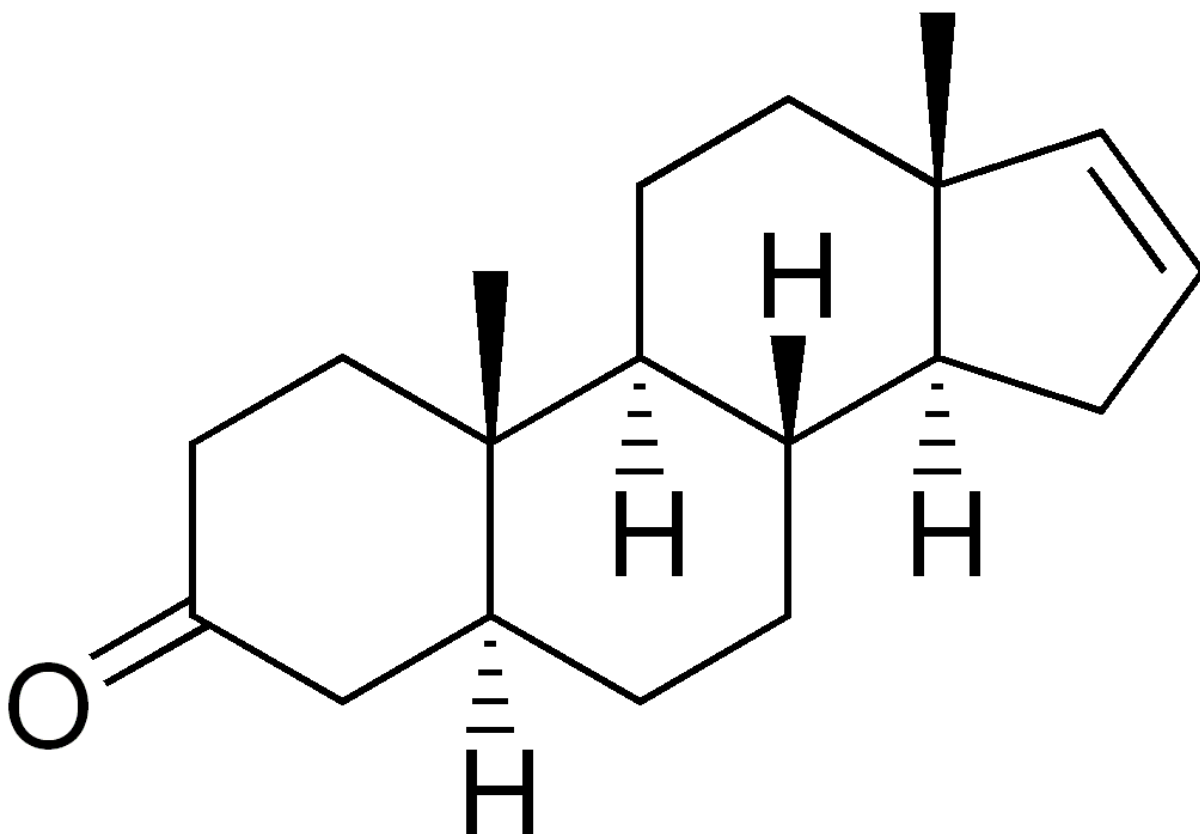
2.1 Androsteron

Androsteron je steroidní látka produkovaná v Leydigových buňkách ve varlatech kanců společně s androgeny a estrogeny. Jeho pach je podobný pachu moči a potu. Pro konzumenta je limitující hladina androsteronu 0,5 – 1 µg / g tuku (Wesoly & Weiler 2012). Jeho produkce začíná v pubertě, kdy se začne vyvíjet pohlavní žláza a spustí produkci pohlavních hormonů včetně androsteronu. Pohlavní hormony jsou zodpovědné za pohlavní chování. Poprvé byl androsteron izolován v roce 1931. Androsteron je uvolňován do krve odkud se dostane do slin. Ze slin se dostává do vzduchu a působí jako samčí pohlavní feromon. U prasnic způsobuje navození pohlavního chování a reflexu nehybnosti. Androsteron se metabolizuje v játrech a je vylučován v moči a částečně ve výkalech (Duijvesteijn et al. 2010).

Androsteron se ukládá díky svým lipofilním vlastnostem v tukové tkáni. Ukládání androsteronu v tukové tkáni je ovlivněno mnoha faktory jako je genotyp, výživa, fotoperioda, ustájení. Ukládání je ovlivněno i nástupem puberty, čím dříve puberta nastane, tím je v tukové tkáni více androsteronu. Bylo také zjištěno, že pokud se kanci chovají v kotcích po dvou u jednoho z kanců dojde vždy k nástupu puberty dříve a tím je potlačen nástup puberty u druhého (Peñaranda et al. 2017).

Malé množství androsteronu je možné nalézt i v tělech prasniček, což je způsobeno tvorbou hormonu v nadledvinách. Androsteron má odhad dědivosti v rozmezí 0,25 až 0,88. (Duijvesteijn et al. 2010). Androsteron a ostatní steroidní hormony jsou v těle transportovány pomocí plazmatických bílkovin. Variabilita transportu může mít vliv i na koncentraci a variabilitu mezi jednotlivými kusy (Bone et al. 2019).

Spotřebitelé jsou na androsteron méně citliví než na skatol. Vnímavost vůči androsteronu je velmi variabilní napříč populacemi a zeměmi. Šlechtění proti androsteronu se jeví jako jedno z řešení eliminace kančího pachu. Některá plemena, jako například duroc, mají větší předpoklady k produkci androsteronu než třeba plemeno pietrain. Podle Robic et al. (2016) šlechtění proti androsteronu nemá vliv na reprodukci (Bernardy, 2010).



Obrázek 1. Vzorec androstenonu (Wikipedie 2021)

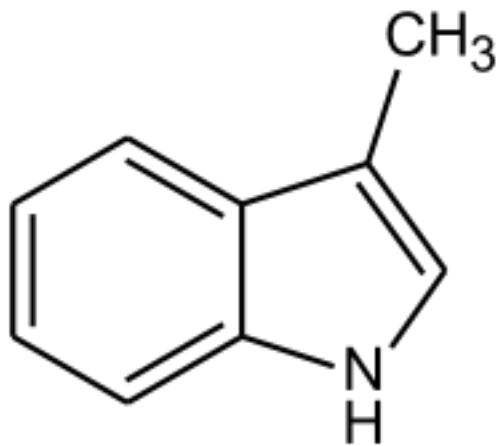
2.2 Skatol

Skatol vzniká jako produkt rozkladu aminokyseliny L-tryptofanu v anaerobních podmínkách mikrobiální fermentací v tlustém střevě činností bakterií rodu *Escherichia coli*, *Clostridium sp.* Skatol, který má výrazný zápach po výkalech byl poprvé objeven v roce 1877, se využívá v parfémeh jako fixační prostředek. Skatol je na rozdíl od androsteronu negativně vnímán většinou populace. Hranice vnímání skatolu je 0,2 – 0,25 μ g / g tuku (Wesoly & Weiler 2012).

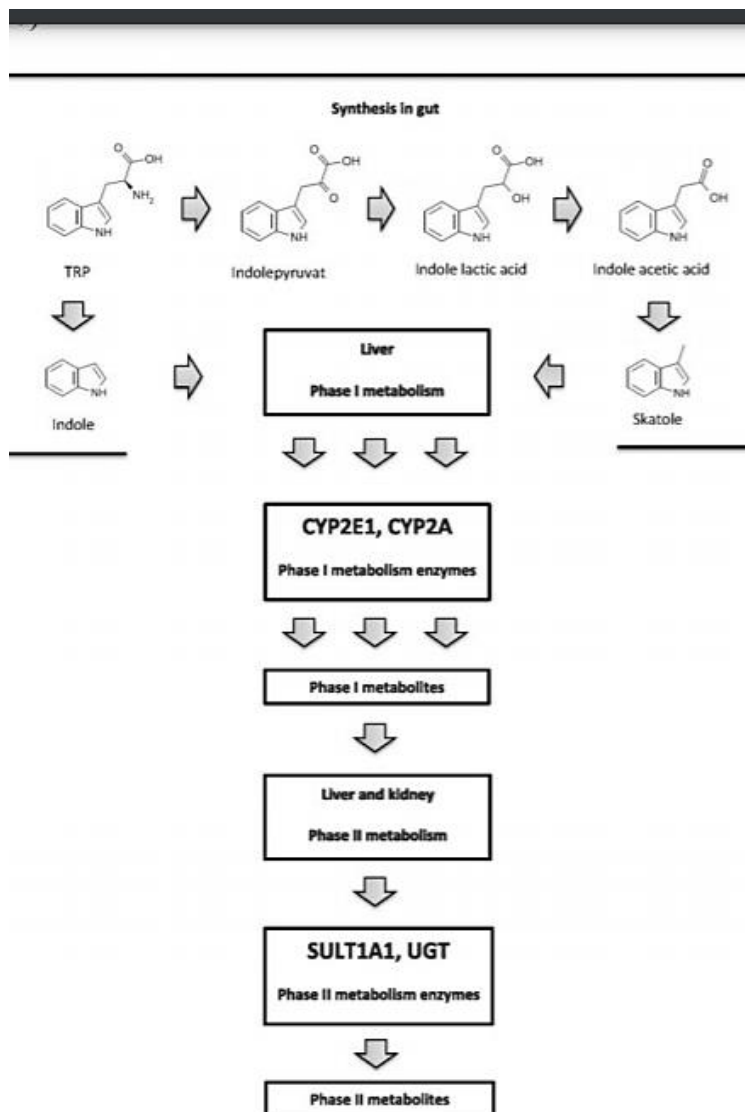
Skatol vzniká rozkladem proteinů z krmiva a endogenních bílkovin z rozpadu výstelky střev. Ze střeva je resorbován přes stěnu střev pasivní difuzí do krve z 87 %, zbytek je vyloučen výkaly. V játrech je metabolizováno asi 13 %, zbytek se vyloučí močí a výkaly. Metabolismus skatolu probíhá v játrech, kde je metabolizován enzymatickým systémem především cytochromu CYP 450. U kanců je tento systém značně ovlivněn androsteronem, z čehož vyplývá spojitost mezi hladinou androsteronu a skatolu (Wesoly et al. 2015).

Metabolismus skatolu je složen ze dvou fází z oxidační a konjugační fáze. Pro metabolismus skatolu v oxidační fázi jsou klíčové enzymy CYP2E1 a CYP2A, které se nacházejí v buňkách jater u prasat. Jejich aktivita je ovlivňována hladinou androsteronu. Vysoká aktivita těchto enzymů negativně ovlivňuje hladinu skatolu v tukové tkáni. V konjugační fázi jsou hlavní enzymy SULT1A1 a UGT. Ty se vyskytují nejenom v játrech, ale i ledvinách a plicích. V této fázi dochází ke zvýšení rozpustnosti skatolu ve vodě, a tím jeho snazšímu vyloučení formou moči. Kusy, které mají menší množství těchto enzymů, mají pak

problém skatol z těla vyloučit. Pro vyloučení skatolu je důležité, aby se příliš velké množství nevstřebávalo do krve. Problém je, i když se velké množství skatolu vylučuje výkaly do prostředí. Prasata jsou schopná skatol resorbovat i kůží do tukové tkáně. Do tukové tkáně se tak ukládá skatol, který se nemetabolizuje v játrech (Lanthier et al. 2007).



Obrázek 2. Vzorec skatolu (Wikipedie 2021)



Obrázek 3. Metabolismus skatolu a indolu (Urbanová et al., 2016)

Intenzivní ukládání skatolu probíhá za následujících podmínek: velké množství tryptofanu, přítomnost mikrobiálních kmenů pro syntézu skatolu, nedostatek zdrojů energie pro mikrobiální faunu, snížená degradace skatolu, nízký zpětný vstup z tuku do krve. (Deslandes et al. 2001)

Ve výskytu skatolu se projevují mezi plemenné rozdíly, které byly pozorovány například mezi plemeny duroc a landrase. Bylo prokázáno, že u plemene landrase bylo zaznamenáno více skatolu v tukové tkáni hodnocených zvířat. Existují tedy rozdíly v genetickém založení mezi plemeny kulturními, které produkují méně skatolu, než plemena primitivní (Tajet et al. 2006).

4. Možnosti eliminace kančího pachu

K eliminaci kančího pachu byla doposud v největší míře používaná kastrace bez anestezie ve věku okolo 7 dní. Tato metoda je velmi účinná a levná, jelikož jí může vykonávat zaměstnanec farmy a je efektivní co se týče rychlosti i eliminace kančího pachu. Jediným rizikem, pokud se nepodaří odstranit varlata, jsou kryptorchidy nebo chyby v třídění pohlaví selat, kdy jsou kanečci přehlédnuti. Tato metoda je při zkušených pracovnících velmi rychlá, nutná je přítomnost dvou pracovníků kdy jeden zvíře fixuje a druhý provádí odstranění varlat. Rána musí být správně vydesinfikována a musí být dále zajištěna co největší čistota v kotci, aby nedošlo k infekci rány. Vzhledem k tlaku ochránců zvířat a většímu důrazu na welfare je tato metoda postupně v EU utlumována a hledají se alternativy k této metodě (Kress et al. 2019).



Obrázek 4. Kastrace kanečků bez anestezie (Jedlička 2017)

4.1 Chirurgická kastrace s anestézií

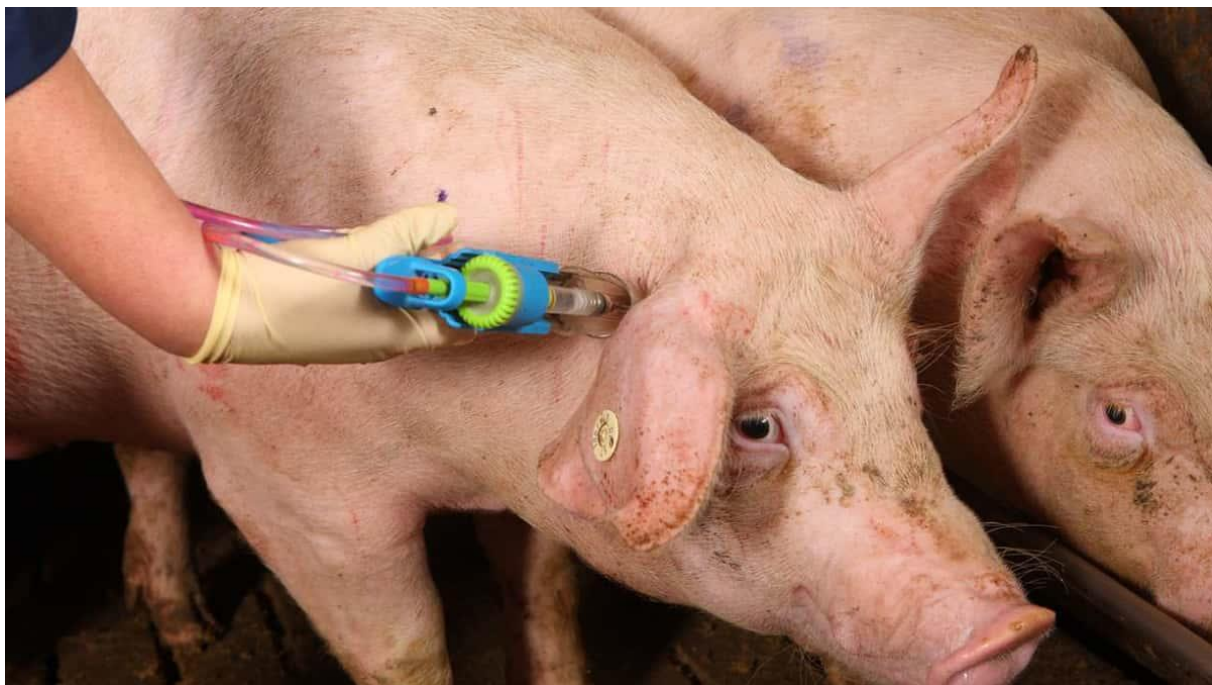
Kastrace s anestézií je jako možnost stejně efektivní, co se týče efektivity odstranění kančího pachu, ovšem anestezie zákrok prodlužuje, čímž se prodlužuje stres zvířete. Hlavní nevýhodou je ekonomická efektivita této metody, jednak náklad na anestezii samotnou a za druhé ve většině zemí musí anestezii podávat veterinární lékař. Takže v prostředí velkochovu se jeví jako neekonomické, aby kastrace vykonával veterinární lékař. Anestezie může být buď celková která je problematická vzhledem ke špatné termoregulaci selat, kdy může dojít k prochladnutí nebo částečná, která musí být odborně aplikována, aby nezpůsobila větší bolest než sama kastrace, ale její účinky jsou také jen dočasné. U obou metod hrozí zvýšený úhyn vlivem infekce. U takto kastovaných vrhů dochází k většímu úhynu oproti vrhům nekastovaným (Deslandes et al. 2001).

4.2 Imunokastrace

Imunokastrace je možnost, jak využít růstový potenciál kanečků a provést vlastní kastraci pomocí aplikace 2 dávek vakcíny. Principem imunokastrace je indukce protilátek proti endogennímu hormonu, který uvolňuje gonatropin (gonatropin realising factor GnRF). Ten je zodpovědný za funkci varlat prostřednictvím gonadotropních hormonů LH (luteinizační hormon) a FSH (folikuly stimulující hormon). Dojde ke snížení koncentrace testosteronu a jiných steroidů produkovaných varlaty. Hlavní je snížení koncentrace androsteronu a nepřímo i skatolu jakožto hlavních původců kančího pachu (Bonneau 1993). Tato metoda je sice finančně náročnější než kastrace bez anestezie, ale díky lepšímu využití růstového potenciálu i lepší konverzi krmiva v první fázi výkrmu, před vakcinací a méně tučného masa se jeví jako jedna z vhodných alternativ. Odpadá i stres a bolest při kastraci. Problémem imunokastrace je její aplikace, kdy se aplikuje poměrně vzrostlým kusům a pracovník provádějící aplikaci musí vstoupit mezi ně, čímž hrozí jeho zranění. Důležité je i správné značení, aby se na nějaký kus nezapomnělo. Aplikace se provádí ve dvou dávkách a každou by měl provádět jiný pracovník, aby účinky vakcíny nebyly aplikovány i u pracovníka. (Heyrman et al. 2019).

Nejrozšířenějším preparátem pro imunologickou kastraci je Improvac. Jedná se o injekční roztok, který obsahuje syntetický peptidový analog GnRH spojený s imunogenním nosným proteinem – diferinovým toxoidem. Dávkování preparátu probíhá ve dvou dávkách. První dávka, která aktivuje imunitní systém kance se podává nekastrovaným kanečkům od 8-9 týdne nejčastěji na začátku výkrmu tedy ve 12. týdnu věku. První dávka nemá vliv na množství steroidních hormonů, takže kus roste stejně jako kaneček. Druhá aplikace se dává nejdříve 4 týdny od první aplikace a nejpozději přibližně 4-6 týdnů před porážkou. Druhá aplikace způsobí dočasné potlačení funkce varlat, účinek se projeví do dvou týdnů po aplikaci snížením hodnot androsteronu a skatolu a lze jej sledovat až po dobu 22 týdnů od druhé aplikace. Od druhé aplikace se tělo začíná chovat jako tělo kastráta a začíná ukládat více tuku, je tedy vhodné správné načasování, aby se využilo co nejvíce růstových vlastností kanečků (Čandek, Potokar et al. 2017; Zamaratskaia et al. 2009).

Problémem imunokastrace může být etické hledisko spojené s nechutí lidí pojídat maso získané podáváním hormonálního preparátu prasatům. Masovější rozšíření tohoto masa a zlepšení povědomí o imunokastraci mezi spotřebiteli by mohlo mít za následek snížení spotřeby vepřového masa.



Obrázek 5. Vakcinační pistole Improvac (Lehnert 2020)

4.3 Porážková hmotnost a věk

Jako jedna z metod, jak vykrmovat kance bez kastrace a předejít kančímu pachu je porážka v nižší porážkové hmotnosti, respektive v nižším věku. Obsah androsteronu i skatolu se zvyšuje s vyšší hmotností a věkem, i když to není jediný parametr. Hladina androsteronu i skatolu, a tedy i nástupu puberty se u jednotlivých plemen liší. Puberta obvykle nastupuje ve 4-6 měsíci, proto se jako ideální jeví použití hybridů, kteří se dají do porážkové hmotnosti vykrmit do 5 měsíců. Jako ideální porážková hmotnost kanců se jeví hmotnost 75-80 kg. U kanců poražených při této váze je kančí pach téměř nezjistitelný. Při porážkách ve vyšší hmotnosti už riziko kančího pachu stoupá. Do 90 kg je pravděpodobnost výskytu kančího pachu stále malá, je ovšem důležité dodržovat oddělené ustájení kanečků od prasniček, protože přítomnost prasniček urychluje nástup puberty, a tedy tím i projev kančího pachu (Moore et al. 2017).

Problémem porážky v nižší porážkové hmotnosti je menší využití růstového potenciálu kanečků a zhoršení ekonomiky chovu. Problémem je i nepřilíš velký zájem konzumentů a zpracovatelů a takovéto maso. Porážka v nižší porážkové hmotnosti je rozšířená například ve Velké Británii (D'Souza et al. 2011).

4.4 Zásady výkrmu kanečků

Při výkrmu kanečků je důležité dodržovat vhodné zásady chovu. Jedním z nich je oddělený výkrm prasniček a kanečků, buď v jiných budovách nebo ideálně v jiném areálu. Přítomnost prasniček má vliv na časnost nástupu puberty, a tedy i na nástup kančího pachu. U kanců se jeví jako vhodné vytvářet menší vykrmované skupiny, aby nedocházelo k projevům sexuálního a agresivního chování při budování hierarchie. Agresivní chování je u kanečků vždy vyšší než u ostatních vykrmovaných skupin. Vliv na agresivitu má i velikost kotce. U kotců s prostorem větším než 1 m² na kus se agresivita snižuje a s ní i množství kančího pachu (Van Wagenberg et al. 2013).

Důležitá je i čistota chovu, ideálně celoroškové ustájení, aby nedocházelo k znečištění prasat. Skatol může do tukové tkáně přecházet i přes kůži z výkalů, proto je třeba dodržovat čistotu, a tím přechod skatolu do tukové tkáně přes kůži co nejvíce minimalizovat. U prasat ustájených na celoroštových podlahách je koncentrace kančího pachu nejmenší díky malému znečištění těl prasat (Kyriazakis & Whittemore 2006).

Aluwé et al. (2011 a) provedli výzkum zaměřený na vliv znečištění na kančí pach v tuku. V pokusu byly použity tři skupiny prasat. První skupině byli kotce kydány každý den. Druhé skupině se nechával kotec nekydaný celé 4 týdny. Třetí skupině byly kotce prasatům čistěny ve standardním režimu, kdy se jim kotce kydaly jednou za týden. Z výsledků studie vyplývá, že prasata, u kterých se nejméně kydalo, měla vyšší koncentraci kančího pachu především skatolu v tuku než prasata z kotců, kde se kydalo každý den. Koncentrace skatolu je nižší v zimě než v létě. Množství skatolu je ovlivněno teplotou, při nižších teplotách se tvoří méně skatolu (Hansen et al., 1994).

4.5 Genetika a šlechtění

Šlechtění proti kančímu pachu je jedna z možností eliminace kančího pachu a tím i rozšíření výkrmu kanečků. Kančí pach vykazuje významné plemenné rozdíly a nižší hladina je patrná u moderních plemen a hybridů než u plemen primitivních. S rozvojem moderních genetických metod se otevírají možnosti, jak vysledovat, které geny jsou za kančí pach zodpovědné a díky tomu vhodně vybírat kance s dobrým genetickým založením. Hladina androsteronu je ovlivněna genetickými faktory heritabilita pro androsteron je 0,25 – 0,87 (Willeke 1993).

Intenzita kančího pachu je založena geny umístěnými na různých chromozomech. V posledních letech se podařilo některé tyto geny popsat. Díky tomu je možné selektovat kance podle genotypu. Důležité je při selekci nepřijít o další vlastnosti, které tyto geny ovlivňují a pro nás jsou to vlastnosti žádoucí. Pro androsteron jsou kandidátními geny především *CYP17A1*, *CYB5A*, *CYP21A*, *SULT2A1*, *SULT2B1* a *HSD3B1*, které se používají pro selekci. Pro skatol jde o geny *CYP2E1*, *CYP2A6* a *SULT1A1*. V současnosti je snaha popsat kandidátní geny pro kančí pach jako celek. Podle (Squires & Bonneau 2014) dochází při antikvitě v pubertě u genů *CYP2E1* a *CYP2A1* k sníženému ukládání skatolu do tukové tkáně (Zamaratskaia et al. 2009).

U homozygotních kanců ve vybraných genotypech, nehledě na plemeno, dochází k snížení hladiny androsteronu i skatolu, a to u androsteronu o 30-60 % a u skatolu o 25-50 %. Jako účinná se jeví i genetická selekce vzhledem k vysoké heritabilitě androsteronu i skatolu. A to i vzhledem k jejich úzkému propojení, kdy je metabolismus skatolu v játrech ovlivňován hladinou androsteronem a z toho vychází jejich genetická korelace. Heritabilita pro androsteron se udává 0,25 až 0,87 (Jafarikia et al. 2014)

4.6 Sexace spermii

Sexace spermii není v současnosti v chovech prasat využívána mimo experimentální použití. Dosud neexistuje žádná vhodná metoda, která by prasečí spermie byla schopná účinně a v dostatečném množství sexovat. Současné technologie nejsou schopné vyrábět sexované dávky dostatečně rychle. Problém je i velký objem ejakulátu u prasat a množství spermii nutné k oplození. V současnosti se vyvíjejí nové metody sexace na základě specifických molekul na povrchu spermii (Supinaci et al. 2016).

I přes případné objevení účinnější metody sexace spermií je otázkou její ekonomická stránka a účinnost oplození sexovanou vakcínou oproti nesexované (Kurz & Petersen 2019).

4.7 Výživa

Výživa prasat je jeden z nejdůležitějších problémů při jejich výkrmu. Krmná dávka musí využít co nejvíce růstový potenciál prasat při co nejlepší ceně na podílu libové svaloviny. U výkrmu kanečků je snaha využít co nejlépe jejich růstového potenciálu za co nejmenšího ztučnění, které souvisí s vyšším obsahem kančího pachu v mase (Squires & Bonneau 2014).

U výkrmu kanečků se většinou používá krmení restringované, které předchází tučnění kanečků ve vyšších fázích výkrmu. Jako vhodné se jeví i krmení fázové, kdy restrikce začíná až ve váze okolo 70 kg živé váhy a do té doby jsou krmeny *ad libitně*. Výživou se dá ovlivňovat hlavně hladina skatolu, který vzniká při trávení ve střevě. Androsteron, který vzniká jako pohlavní hormon se dá výživou ovlivnit jen málo. U kanečků krmených *ad libitně* je vyšší koncentrace skatolu v tukové tkáni než u jedinců krmených *restringovaně*. Hladinu skatolu lze částečně snížit i vyhladověním kanečků 12 hodin před porážkou (Squires & Bonneau 2014).

Jensen (1998) tvrdí, že ke snížení kančího pachu pomáhá mokré krmení, naopak podle Čítka et al. (2019) hladinu skatolu snižuje také krmení peletované. Vliv mokrého krmení neprokázala ani studie (Hansen et al., 2000).

Hlavní možností snížení kančího pachu výživou, především tedy skatolu, se jeví využití vhodných krmných doplňků. Vhodné doplňky jsou ty, které upraví trávení v tlustém střevě, ovlivní metabolismus bílkovin a zabrání rozkladu tryptofanu na skatol. Za tímto účelem se nejčastěji využívá bramborový škrob, inulin, nebo dieta s vysokým obsahem vlákniny a oligosacharidů. Důležité je zamezit, aby se tryptofan rozkládal na skatol. Hlavním zdrojem tryptofanu je buněčný odpad, který vzniká olupováním sliznice střeva. Cílem je tedy co nejvíce snížit buněčný odpad, a i jeho rozklad (Hansen et al., 2000).

4.7.1 Bramborový škrob

Bramborový škrob by se měl zkrmovat v syrovém stavu, protože peletování snižuje jeho účinnost. Zkrmování bramborového škrobu vede ke zvýšené produkci kyseliny mléčné a ta inhibuje buněčnou smrt střevních buněk. To má za následek menší množství buněčného odpadu a následně tryptofanu ve střevě a tím sníženou tvorbu skatolu o 10-20 %. Jeho koncentrace se sníží ve výkalech, krevní plazmě i tuku. Přidání samotné kyseliny mléčné v potahované formě (tuk) s Ca-butyratem, však úroveň skatolu neovlivňuje. Bramborový škrob je v tenkém střevě jen částečně stráven, zbytek trávení probíhá ve střevě tlustém, kde vlivem velkého množství škrobu dochází k potlačení bakterií trávících protein ve prospěch bakterií trávících škrob a tím dochází k dalšímu snížení rozkladu tryptofanu. Nevýhodou bramborového škrobu je jeho větší spotřeba oproti například inulinu (Overland et al., 2011).

4.7.2 Vlákna

Střevní mikroflóru, a tedy i produkci skatolu lze ovlivnit také zkrmováním vlákniny, která má díky své nerozpustnosti v tenkém střevě probiotický efekt. Při zkrmování diety bohaté na vlákninu dochází ke snížení rozkladu tryptofanu. Podle Jensen (2006) se při zkrmování diety chudé na vlákninu přeměňuje 26 % tryptofanu na skatol, při dietě s vysokým podílem vlákniny dochází k rozložení pouze 6 % tryptofanu na skatol. Zkrmování odrůd ječmene s vyšším obsahem amylázy, které jsou hůře stravitelné v tenkém střevě, podporuje střevní mikroflóru

v tlustém střevě, kde je následně tráven. Při zkrmování těchto odrůd ječmene dochází ke snížení hladiny skatolu v krevní plazmě. Zkrmování ovsa, který je bohatý na špatně stravitelné β -glukany podporuje rozvoj žádoucí střevní mikroflory. Zkrmování ovsa a ječmene vede při trávení v tlustém střevě k vyšší tvorbě těkavých mastných kyselin, vyššímu obsahu kyseliny máselné a nižšímu pH. β -glukany působí jako prebiotikum pro žádoucí bakterie kolonální mikroflóry (Chen et al., 2009).

4.7.3 Organické kyseliny a antibiotika

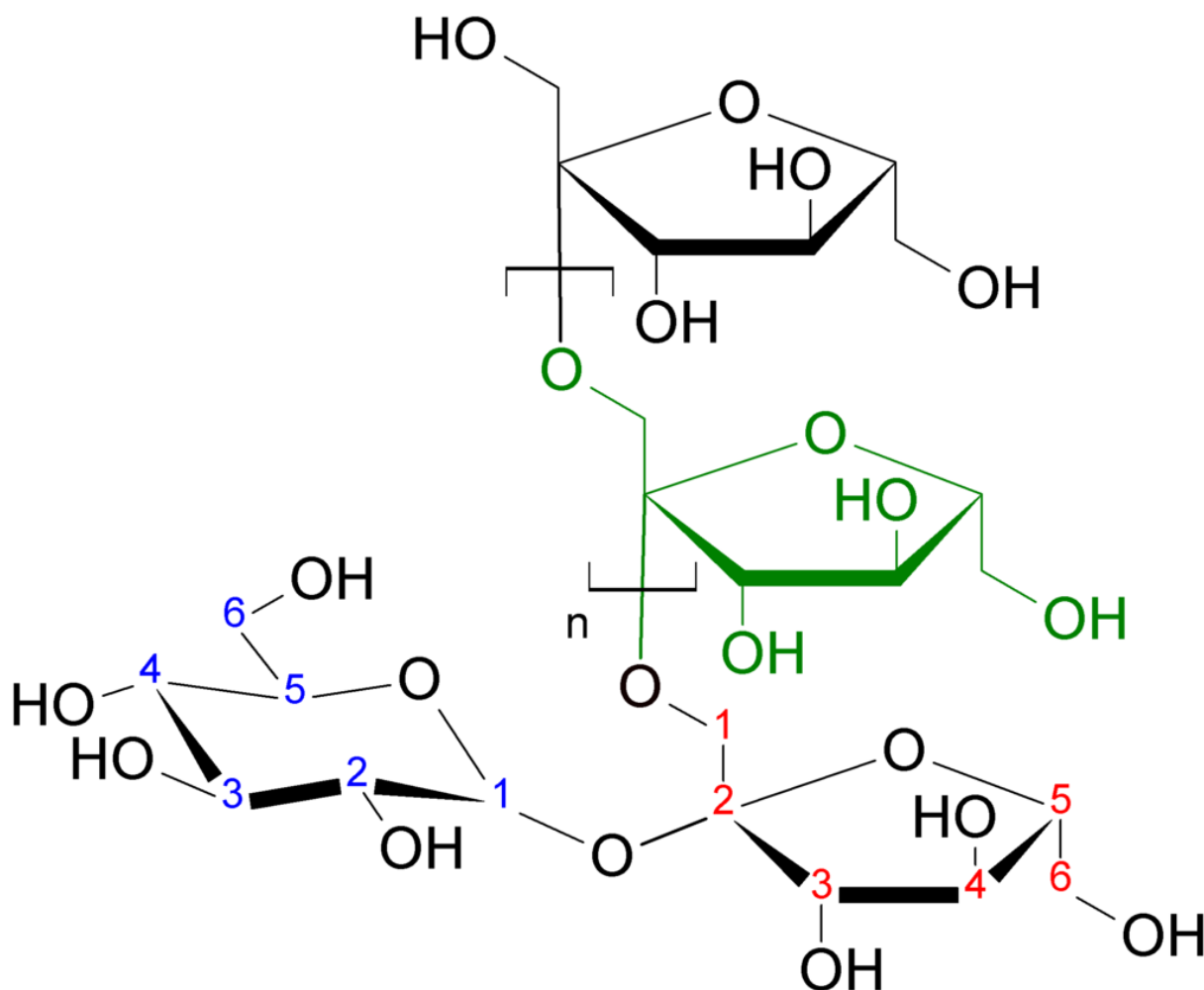
Jednou z možností, jak ovlivnit složení bakteriální mikroflóry v tlustém střevě, je použití antibiotik k potlačení nežádoucích bakterií, které stojí za zvýšenou syntézou skatolu. Tato možnost je dnes pouze experimentální, jelikož v evropské unii je od roku 2006 zákaz používání antibiotik pro krmné účely. Důvodem zákazu antibiotik byla zvýšená rezistence bakterií vůči antibiotikům při jejich plošném využívání. Antibiotikum Bacitracin mělo významný účinek ve snižování kančího pachu (Hansen et al., 2006).

Další možností, jak ovlivnit výskyt skatolu, je použití organických kyselin. Organické kyseliny jsou jednou z alternativ, kterou lze využít k ovlivnění bakteriálního složení GIT. V dosud známých pokusech byly používány kyseliny: mravenčí, benzoová, sorbová a máselná. U těchto kyselin nedošlo k uspokojivým výsledkům, neměly vliv na množství skatolu, indolu či organických kyselin v GIT. Obohacení krmiva o kyselinu mravenčí s kyselinou benzoovou vedlo ke snížení skatolu v krevní plazmě ovšem ne v tuku. Tyto kyseliny měly pozitivní vliv na osídlení střevní mikroflóry, jejich efekt na produkci skatolu ve střevě prokázán nebyl (Overland et al., 2008).

4.7.4 Inulin

Inulin je polysacharid, který u některých rostlin slouží jako zásobní sacharid. Řetězec inulinu se skládá z jedné molekuly glukózy a řady molekul fruktózy. Inulin není rozložitelný trávicími enzymy ani hydrolyzovatelný, díky tomu prochází nestráven žaludkem i tenkým střevem a je rozkládán až bakteriemi v tlustém střevě. V tlusté střevě dochází k jeho mikrobiální fermentaci. V tlustém střevě slouží jako prebiotikum a napomáhá množení symbiotické střevní mikroflóry například rodu *Bifidus*. Tyto bakterie syntetizují vitamíny skupiny B a pomáhají absorpci iontů Ca, Fe. Kalorická hodnota inulinu je velmi nízká, kvůli tomu se využívá jako náhradní sladidlo, jelikož nezvyšuje hladinu krevního cukru (Čepl, 1997).

Mezi rostliny, kde se nejvíce vyskytuje inulin a je možné použít ve výživě zvířat, patří slunečnice topinambur a čekanka. V hlízách topinambur je mezi 13-20% inulinu. Inulin se dále vyskytuje v cibuli, artyčoku, pórku, česneku a chřestu (Causey et al., 2000).



Obrázek 6. Inulin (Wikipedia 2021)

4.7.4.1 Čekankový kořen

Čekanka se většinou podává v sušeném stavu. V současnosti se jeví jako nejlevnější zdroj inulinu. Bylo dokázáno, že zkrmování čekanky má pozitivní vliv na snižování skatolu až do hladiny kastrovaných kusů. (Zammerini et al., 2012).

Nejvhodnější forma zkrmování čekanky je ve formě úsušků. Zkrmování úsušků nemá negativní vliv na příjem krmiva a pokles hladiny skatolu v krevní plazmě se projevuje již ve 3. dni od začátku zkrmování. Výhodou je i snadné zamíchání úsušku do všech technologií krmení. Zkrmování čekanky nemá negativní vliv na kvalitu masa (Urbanová et al. 2016).

V kombinaci čekanky s bikarbonátem pak byla snížena průměrná koncentrace skatolu v tukové tkáni 50-75 % (Claus et al., 1993).

4.7.4.2 Topinambur

Je rostlina z čeledi hvězdnicovitých (Asteraceae), která se vyznačuje vysokou nadzemní částí a podzemními hlízy. Nadzemní část je využitelná jako biomasa nebo jako krmivo či zelené hnojení. Podzemní hlízy jsou využitelné v potravinářství či ve výživě zvířat. Topinambury jsou významné vzhledem ke svému vysokému obsahu inulinu v hlízách. Inulin se nachází i v nadzemní části, ale jen v malých množstvích.

Topinambur pochází z Ameriky, do Evropy se dostal v 17. století. Dorůstá do výšky 3 metrů. Topinambur je rostlina nenáročná na stanoviště a množství vláhy, je schopná růst v suchých i vlhkých podmínkách. Topinambur má hustou síť kořenů, která umí resorbovat velké množství vody a živin a zároveň působí protierozně. Hlízy jsou různých tvarů a barev od kulatých po nejčastěji podlouhlé s prohlubněmi a výrůstky. Lodyha je dlouhá s listy na konci se rozvětňuje a tvoří se květenství (Kasal 2014).

Hlízy obsahují 80 % vody, 15 % sacharidů a 2 % bílkovin. Hlavním zásobním polysacharidem topinamburu je inulin. Inulin tvoří okolo 50 % sušiny hlízy topinamburu. Hlízy rovněž obsahují vysoké množství vitamínů, a to například kyselinu askorbovou, β -karoten, vitaminy skupiny B, niacin, biotin (Honsová 2011).

Topinambur je nenáročný na vláhové a živinové podmínky. Lze jej pěstovat na jakékoliv půdě i jako plodinu na úhoru, kde brání zaplevelování a jeví se jako vhodná varianta k úhoru, kde hrozí zaplevelení půdy například na polích, která jsou nějakou dobu nechána ležena ladem. Topinambur je výhodný jako plodina, jelikož ho lze pěstovat na jednom pozemku více roků za sebou, bez větší ztráty výnosu. Technologie pěstování topinamburu je podobná pěstování brambor. Lze je pěstovat v řádcích nebo celoplošně. Pěstování v řádcích je jednodušší, co se týče použití strojů na pěstování brambor. Topinambur je problematické po roce pěstování potlačit, hlízy se nikdy dokonale nepodaří vybrat a každá hlíza je schopná za rok vytvořit shluk hlíz nových. Proto se v praxi praktikuje pěstování topinambur několik let na stejném pozemku s podzimní nebo brzkou jarní sklizní, bez nutnosti dosazování. Jako hnojení se volí chlévská mrvá nebo minerální hnojivo dle potřeby půdy. Topinambury lze snadno pěstovat i ve formách ekologického zemědělství, vzhledem k tomu, že je nenapadají téměř žádní škůdci a plevel jsou schopny potlačit samy. V současné době se topinambury nepěstují příliš často, jejich největší použití je pro lidskou výživu. Užití pro lidskou výživu, s trendem zdravé výživy v posledních letech narůstá a topinambury se stávají stále častěji součástí lidských jídelníčků.

Pro krmné účely nejsou topinambury příliš rozšířené, v současnosti jsou hlavně pěstovány drobnochovateli nebo myslivci jako krmení pro zvěř v zimním období. Pro výživu zvířat se pěstují hlavně pro jejich probiotické účinky. Jejich využití se v současnosti experimentálně zkouší a je používáno u některých zvířat i v praxi (Honsová 2011). Ve výživě zvířat se jejich hlavní využití jeví u králíků, drůbeže a prasat. Problémem pěstování topinambur je jejich skladování. Vzhledem k jejich tenké slupce mají topinambury tendenci vysychat a při jejich skladování je nutné dodržet teplotu okolo 2 stupňů a vlhkost blízká se 100 %. Topinambury jsou rostliny mrazuvzdorné, v půdě vydrží teploty až okolo -30 stupňů. Dobré mrazuvzdornosti hlíz lze využít při fárování sklizně, která je možná od podzimu až do jara. Zelenou část topinambur lze využít v energetice a k produkci biomasy (Kasal 2015).



Obrázek 7. Topinambur hlízy a nadzemní část (Landkind 2020)

4.7.4.3 Využití topinambur

4.7.4.3.1 Pro výživu lidí

Topinambury lze poměrně hojně použít v potravinářství a lidské výživě. Topinambur nevyniká žádnou zvláštní chutí, je mírně nasládlý a chuť může připomínat chuť nevýrazné kedlubny. V kulinářských úpravách se topinambur používá do salátů, polévek, zeleninových směsí. Lze ho používat do nápojů jako zdroj vlákniny bez přidaných cukrů a tuků. Využití topinamburu je v různých, zdravých potravinách. Topinamburový inulin lze přidávat do mléčných výrobků jako probiotickou část, kde dobře zapadá i svou texturou a nevýraznou chutí. U nízkotučných výrobků zlepšuje jejich konzistenci a texturu, jejich stabilitu a krémovitost. Výrobky z topinamburu jsou vhodné i do náhražek pro diabetiky díky jejich nízkému množství cukru (Tichá 2000).

4.7.4.3.2 Pro krmivářské účely

V krmivářství lze využít jak topinamburové hlízy, tak topinamburovou nať. Častější použití je ve formě hlíz. Nať lze využít celou nebo ve formě výluhu. Topinambur lze zkrmovat v různých formách. Ve formě syrových hlíz se topinambur zkrmuje jen okrajově v malochovech, zájmových chovech a zoologických zahradách nebo jako krmení pro lesní zvěř myslivci. Ve výživě zvířat se topinambur většinou používá ve formě sušené, a to nati i hlíz. Sušená forma může být jen čistě sušená v namleté formě, nebo ve formě pelet.

Topinambury se využívají experimentálně i průmyslově ve výživě králíků, prasat, drůbeže a koní. U králíků se topinambur používá u králícat před odstavem a v době odstavu, aby napomohl změně střevní mikroflóry, což má příznivý vliv na mortalitu mladých králíků. U králíků lze do krmných směsí používat i sušenou topinamburovou nať. U drůbeže se topinambur využívá k lepší imunitě a snížení koncentrace čpavku ve stáji. Ve výživě drůbeže je negativní korelace mezi použitím topinamburu a živým přírůstkem. U kuřat i kachen byly prokázány pozitivní výsledky s topinamburovým výluhem, který měl u obou skupin pozitivní výsledek na přírůstek. U selat se používá topinambur jako zchutňovalo krmných směsí díky své sladké chuti. Ve výkrmu prasat je možné použít topinambur ve výkrmu kanců, kde vzhledem ke své schopnosti ovlivnit trávení v tlustém střevě snižuje kančí pach. Při zkrmování topinamburu dochází ke snižování kančího pachu, především pak jeho dvou složek skatolu a indolu. V testech bylo prokázán pozitivní efekt u klisen, kdy užití topinamburu vedlo ke snížení ztráty hmotnosti klisny po porodu. Topinambury jsou vhodné i ve výživě přežvýkavců, kde jako prebiotikum potlačují nežádoucí bakterie *e coli*. a podporují růst bifidobakterií v tlustém střevě a mají vliv na zvýšení laktace. Topinambury lze použít i ve výživě domácích mazlíčků, kde snižují pach výkalů, díky ovlivnění trávení v tlustém střevě (Kays & Nottingham 2008).

Hlavním problémem masovějšího rozšíření topinambur v krmivářství je jeho cena. V současnosti je cena topinambur vysoká v porovnání s čekankou, která má podobný obsah inulinu. Důvodem jsou malé osevnické plochy topinamburu, vysoká finanční náročnost pořízení strojů na jejich pěstování a nedostatečné zpracovatelské kapacity. Jako jedna z cest k většímu využití topinamburu se jeví pěstování za více účelů, tedy hlízy pro krmivářské účely a nadzemní část pro produkci biomasy pro energetické využití nebo do bioplynových stanic. V případě masovější poptávky po biomase by mohl zemědělcům náročnější sklizeň hlíz kompenzovat příjem z prodeje biomasy. Pro energetické využití lze využít i hlízy topinamburu pro výrobu biolihu, problémem je zde rozklad inulinu, pro který musí být použity geneticky modifikované kvasinky nebo ho je nutné hydrolyticky rozštěpit (Kays & Nottingham 2008).

4.7.4.3.2 Využití topinamburu k redukci kančího pachu.

Topinambur se k eliminaci kančího pachu zatím využívá jen experimentálně. Na jeho využití bylo provedeno několik studií, které ukazují jeho pozitivní efekt na potlačení kančího pachu především pak skatolu. Topinambur se v současnosti ve studiích zkoumá méně než například čekanka vzhledem k jeho menšímu rozšíření pěstování a vyšší ceně. Podle Vhile et al., (2012) má topinambur lepší výsledky ve snižování kančího pachu oproti čekance. Topinambur se většinou dává sušený. Jeho koncentrace v pokusech se liší, ale jeho schopnost eliminace kančího pachu je již od přídatku 4 % do KKS (kompletní krmné směsi) Topinambur se ve většině pokusů přidává do krmné dávky 10-7 dní před porážkou. Na hladinu androsteronu nemá přídatok topinamburu statisticky významný vliv, hladina skatolu je ovšem snížena o více než 50 %. Topinambur se v pokusech většinou dává v rozmezí 2 %- 12,5 %. Přídatok Topinamburu ovlivňuje nejenom kančí pach, ale i složení střevní mikroflóry, kdy podporuje růst bakterií rodu *Bifidiobacter* a *Lactobacilus* a potlačuje růst bakterií rodu *Clostridium* (Vhile et al., 2012; Čítek et al., 2019).

Materiály a metody

Zvířata a výživa

Do pokusu bylo zařazeno 48 kanců hybridní kombinace (BuxL) x BO, naskladněných v počáteční hmotnosti 46,6kg a poražených v průměrné hmotnosti 112 kg ve věku 153 dní. Experiment probíhal na testovací stanici KCHHZ ČZU v Praze. Kanci byli v ustájení v kotečích po dvou a rozdělení do 4 skupin podle rozdílné výživy. Základní krmná směs byla složená ze sójového extrahovaného šrotu, pšeničného a ječného šrotu a vitamínového premixu. Byly využity dvě krmné směsi A1 a A3 s kontinuálním přechodem v průběhu výkrmu v závislosti na aktuální hmotnosti prasat. Skupina K1 byla označena jako kontrolní a obsahovala pouze základní KKS. Skupiny K1 K2 a K3 jsou skupiny experimentální a obsahují přísadu sušených hlíz slunečnice topinamburu. (+ 4,1; 8,1; 12,2 %) viz. Tabulka 1. Takto upravená krmná směs byla zvířatům podávána 13 dní před porážkou.

Tabulka 1 složení KKS v období výkrmu

KKS	A1	A2	A2 + 4,1 %*	A2 + 8,1 %*	A2 + 12,2 %*
Pokusná skupina	-	K1	K2	K3	K4
Živá hmotnost	46–66	67–112	93–112	93–112	93–112
Věk	87–110	111–153	140–153	140–153	140–153
Složení KKS (g/kg)					
Ječmen	500	390	395	400	410
Pšenice	313	490	439	388	333
Sojový extrahovaný šrot	150	90	95	100	105
Vitamínový premix	30	30	30	30	30
Monocalcium fosfát	7	-	-	-	-
Topinambur		-	41	82	122

Stanovení androstenonu, skatolu a indolu metodou HPCL

Pro stanovení hladiny androstenonu, skatolu a indolu v tukové tkáni byla použita kapalinová chromatografie Jasco sestava (Watrex) HPLC dle metodiky Okrouhlá et al. (2016). Hodnocené složky byly stanoveny ze vzorku tukové tkáně 24 hodin po porážce.

Kvalita JUT

Procentuální stanovení libového masa bylo provedeno pomocí metody ZP (Zwei – Punkt – Messverfahren). Výška hřbetního tuku byla měřena 45 minut post mortem pomocí elektrotechnických posuvných měřítek na úrovni prvního hrudního obratle, prvního bederního obratle a nad svalem gluteus medius bez kůže. Výsledná hodnota byla vypočtena jako průměr z těchto tří měření. Hodnota pH byla určena pomocí přenosného pH metru (pH 330i/ set, WTW GmbH, Weilheim, Německo) 45 minut post mortem. Rovněž byla zaznamenána hodnocena živá hmotnost před porázkou a hmotnost jatečně upraveného těla (JUT) a podíl hlavních masitých částí v kg.

Asociační analýza

Asociační analýza byla počítána pomocí zobecněného lineárního modelu (GLM) v programu SAS (Statistical Analysis System, Inst. Verze 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA). V modelu byla zahrnuta krmná skupina. Výsledky jsou v tabulkách prezentovány jako LSM means a hodnota P. Hladina významnosti byla stanovena $\alpha = 0,05$.

Pro zjištění korelací mezi jednotlivými složkami kančího pachu byl využit Pearsnův korelační koeficient.

Výsledky

Tabulka číslo 2: Vliv přídatku topinamburu na hladinu hlavních složek kančího pachu

Znak/skupina	K1	K2	K3	K4	p
Skatol $\mu\text{g/g}$ tuku	0,142 ^a	0,063 ^b	0,026 ^b	0,053 ^b	0,0057
Indol $\mu\text{g/g}$ tuku	0,055	0,042	0,064	0,052	0,8037
Androstenon $\mu\text{g/g}$ tuku	5,826	2,803	2,020	3,403	0,1134

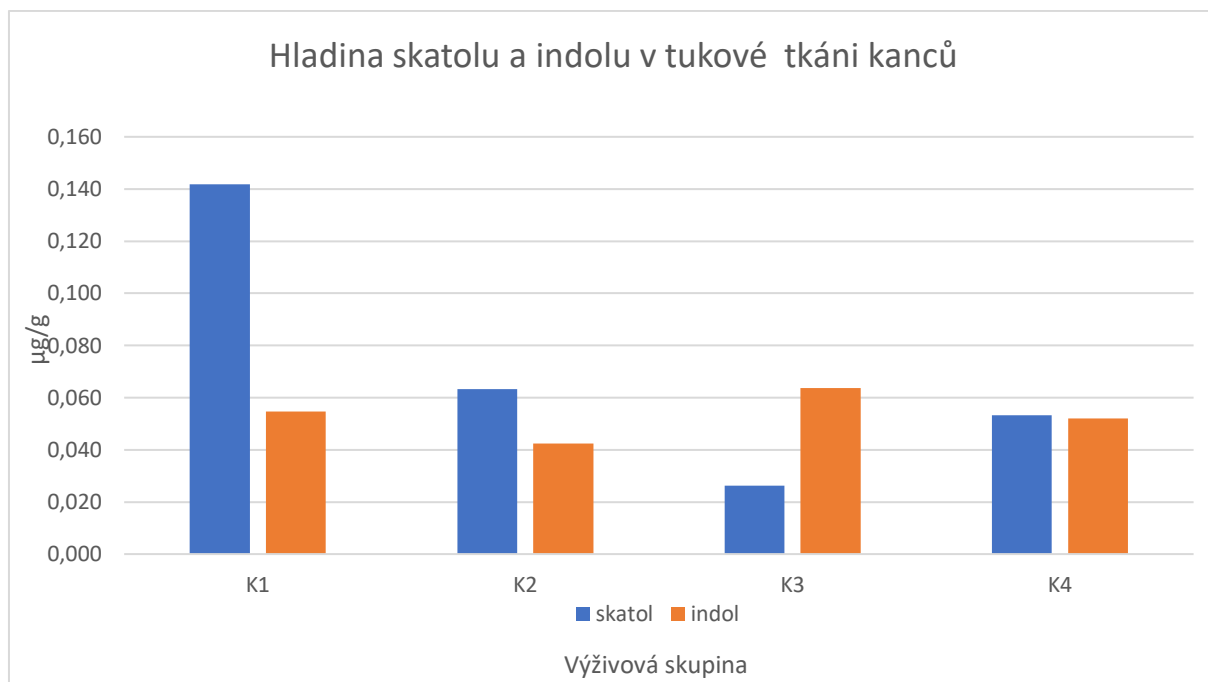
Tabulka 2. ukazuje vliv zkrmování topinamburu na hladinu skatolu. Hladina skatolu je staticky průkazně snížena ve všech skupinách, kde byl zkrmován topinambur oproti kontrolní skupině. Mezi jednotlivými experimentálními skupinami nebyly pozorovány statisticky významné rozdíly. Ve skupině K4 dochází k nárůstu hladiny skatolu, i když je zde zkrmovaná nejvyšší dávka topinamburu.

U hladiny indolu dochází sice ke snížení u některých skupin při zkrmování topinamburu oproti kontrolní skupině ovšem vliv není statisticky významný.

Rovněž hladina androstenonu v kontrolní skupině je vyšší než ve skupinách, kde byl zkrmován topinambur. Ani zde však nebyl prokázán statisticky významný vliv topinamburu. Trend poklesu v experimentálních skupinách je v případě androstenonu a skatolu stejný.

Na základě výpočtu Pearsnova korelačního koeficientu můžeme říci, že existuje pozitivní ($P = 0,006$) korelace mezi hladinou skatolu a androstenonu. Naopak původně předpokládaná

korelace mezi skatolem a indolem potvrzena nebyla. Navíc v jednotlivých experimentálních skupinách nepozorujeme ani stejný trend, jak je vidět v grafu 1.



Graf číslo 1. Hladina skatolu a indolu v tukové tkáni kanců

V rámci provedeného experimentu byly hodnoceny i některé ukazatele jatečné hodnoty a kvality masa. Jedná se o ukazatele, které byly naměřeny bezprostředně po porážce. Hlavním důvodem je ověřit, zda změna krmné dávky 14 dní před porážkou má nějaký vliv na ukazatele jatečné hodnoty. V tabulce 3. je vidět, že zkrmování topinamburu nemá zásadní vliv na ukazatele jatečné hodnoty. A to ani pozitivní ani negativní.

Tabulka číslo 3. ukazatele jatečné výtěžnosti

Znak/skupina	K1	K2	K3	K4	p
Podíl tuku (%)	13,66	13,51	14,13	13,31	0,87
Podíl svaloviny (%)	68,10	67,31	68,37	63,56	0,0598
Živá hmotnost (kg)	110,12	111,99	111,21	107,11	0,545
Podíl hlavních masitých částí (kg)	22,07	22,38	22,1	21,11	0,2724
pH	6,44	6,5	6,45	6,47	0,9634
Hmotnost JUT (kg)	85,35	84,91	84,4	81,91	0,5684

Diskuze

Výsledky výzkumu jasně prokázaly možnost snížení hladiny skatolu pomocí zkrmování topinamburu před porážkou. Výsledky jsou viditelné i při zkrmování nejnižší koncentrace 4,1 % topinamburu v krmné směsi. Zajímavým zjištěním je, že při nejvyšší koncentraci okolo 12 % se hladina skatolu zvyšuje oproti druhé skupině. Potvrdily se předpoklady i výsledky předchozích experimentů publikovaných např. v pracích (Hansen et al. 2006; Vhile et al., 2012; Gibsona et al. 1995)

Výsledky tohoto experimentu souhlasí nejen se studii, které popisují zkrmování topinamburu, ale jsou velmi podobné i pokusům s čekankou. Zde tedy můžeme tvrdit, že nejde o efekt konkrétní plodiny (topinambur nebo čekanka), ale efekt inulinu obsaženého v rostlině. Hladina inulinu v krmné dávce kanců se ve většině pokusů pohybuje v podobných koncentracích. Tedy 1. skupina okolo 4 % 2. skupina okolo 8 % a třetí skupina okolo 12 %. Většina dosud publikovaných prací naše výsledky potvrzuje. Lze tedy říct, že podávání topinamburu v krmné dávce alespoň 10 dní před porážkou výrazně sníží hladinu skatolu až na hodnoty, které jsou pro většinu spotřebitelů nevnímání. Snížení koncentrace skatolu je naprosto zásadní krok v eliminaci kančího pachu. Většina spotřebitelů má problém se skatolem, naproti tomu androstenon v mase detekuje daleko menší procento lidí na základě smyslového vnímání. Ačkoliv to nebylo předmětem DP, předpokládáme, že za poklesem je hladiny skatolu je posun v bakteriálním osídlení tlustého střeva. V důsledku této změny dochází k nižšímu rozpadu L-tryptofanu na skatol. Tyto domněnky potvrzují i dříve publikované výsledky (Vhile et al. 2012; Okrouhlá et al. 2020)

U androstenonu došlo sice k výraznému snížení jeho koncentrace, které korelovalo s hladinou skatolu, ale nebyla prokázána statisticky významná spojitost mezi zkrmováním topinamburu potažmo inulinu se snížením koncentrace androstenonu. Podobných výsledků dosahují i dříve zmíněné práce ovšem rovněž bez statistické významnosti. Problémem produkce androstenonu je, že je produkován jako steroidní hormon, a tudíž nelze úplně ovlivnit výživou. Podle výzkumu se jeho koncentrace oproti kontrolním skupinám snížila. Honsová (2014) naopak tvrdí, že koncentraci androsteronu ovlivnit nejde. V mém výzkumu byla zjištěna korelace mezi skatolem a androsteronem, roste-li koncentrace androstenonu roste i koncentrace skatolu. Korelace mezi androstenonem a skatolem může být ovlivněna jejich společným rozkladem v játrech. Nebo může být příčinou působení některých enzymů, které jsou zapojeny jak do metabolismu skatolu potažmo indolu, tak do metabolismu androstenonu.

Výsledky provedeného výzkumu jasně ukázaly, že zkrmování topinamburu nemá prokazatelný vliv na ukazatele jatečné hodnoty sledované bezprostředně po porážce. V našem případě se jednalo o podíl masa a tuku a rovněž živou hmotnost a podíl hlavních masitých částí (kýta, plec, pečeně a krkovice). Tento výsledek je velmi důležitý, protože je potřeba, aby krmné doplňky nijak nezhoršovaly jatečnou hodnotu a porážkovou hmotnost kanců. Díky tomu, že nebude ovlivněna jatečná hodnota a hmotnost, která je spolu s dobrými růstovými schopnostmi kanců oproti ostatním kategoriím nepatrně vyšší, může být použití krmných doplňků konkurenceschopné ke kastraci a nižší porážkové hmotnosti. Případně vyšší náklady na zařazení topinamburu do KKS, případně jeho pěstování a následná úprava, bude vyvážen porážkou kance v ideální porážkové váze a plného využití jeho dobré konverze a libového masa.

Vzhledem k tomu, že kanci nají obvykle vyšší podíl svaloviny v JUT, můžeme při klasickém zpeněžení očekávat i zařazení do vyšší třídy SEUROP.

Ve výsledcích bylo prokázáno, že indol, který má stejný metabolismus jako skatol, není zkrmováním topinamburu ovlivněn. Naopak čím více snížíme skatol, tím více roste koncentrace indolu. Stejně výsledky potvrzují i While et al., (2012) a Okrouhlá et al., (2020). Jelikož Indol vzniká stejnou cestou jako skatol, dalo by se očekávat, že bude mít podobný trend. Pokud tomu tak není, můžeme se domnívat, že hladina potažmo vznik indolu bude ovlivněn ještě jinými bakteriemi než skatol. Do budoucna bych navrhol provést výzkum do jaké míry může indol, když je ve vyšších koncentracích než skatol, ovlivnit senzorycké vlastnosti masa především pak chuť a samozřejmě i pach. I když indol bývá označován jako vedlejší příčina kančího pachu za skatolem a androstenonem je otázkou, jak se bude chovat, pokud ho bude větší množství než skatolu.

Vzhledem k vysokým cenám topinambur a srovnatelným výsledkům mezi topinamburem a čekankou při podobném obsahu inulinu, je otázka dalšího využití topinamburu především, pak jeho masovějším rozšíření ve velkochovech, ačkoli výsledky jeho zkrmování jsou přesvědčivé. Za zvážení by také stálo, provést další pokusy, které by se zaměřily na délku podávání topinamburu před porážkou. Vzhledem k nákladům na KKS se může do výsledku promítnout každý den, kdy je KKS obohacena topinamburem.

Zkrmování topinamburu a ostatních krmných přísad má oproti kastraci s anestezií a imunokastraci výhodu, že není nijak invazivní a téměř nezvyšuje pracnost výkrmu. Není nutná žádná aplikace jednotlivým kusům, jen se přimíchá požadovaná koncentrace do krmné dávky. Spotřebitel nemusí mít etický problém s rezidui jako u imunokastrace, i když nejsou prokázané, strach spotřebitelů z nich, přesto existuje.

Závěr

Zákaz chirurgické kastrace v našich podmínkách bude znamenat revoluci v chovu prasat a budeme se muset vyrovnat s touto změnou. Pro budoucnost chovu prasat existuje několik alternativ, ale žádná z nich není sama o sobě účinná jako chirurgická kastrace bez anestezie ať už jde o aspekty ekonomické, riziko výskytu kančího pachu nebo riziko etické. Vhodná ovšem nákladná je snaha upravit krmné dávky, aby se předešlo výskytu kančího pachu nebo se jeho výskyt alespoň minimalizoval. Možností ovlivnění výživy je mnoho, ale jako u ostatních možností je tu otázka ekonomické efektivity. Výživou lze ovlivnit hlavně skatol a méně pak indol a androstenon. Jako vhodné se jeví využití inulinu, který pozitivně ovlivňuje střevní mikroflóru. Inulin se nachází z krmných plodin v čekance a topinamburu.

Využití topinamburu, jehož studium bylo součástí mé práce je zatím pouze experimentální.

Cílem práce bylo vyhodnotit účinek přesně definované krmné směsi s přídavkem slunečnice topinamburu na hladinu androstenonu a skatolu v tukové tkáni kanců. A dále potvrdit hypotézy:

1. Přídavek slunečnice topinamburu do krmné směsi v poslední fázi výkrmu kanců snižuje hladinu skatolu v tukové tkáni.
2. Čím vyšší je obsah topinamburu v krmné směsi, tím výraznější je pokles skatolu v tukové tkáni.

Výsledky práce potvrzují, že topinambur snižuje významně koncentraci skatolu v tukové tkáni kanců a tím pádem i výskyt kančího pachu. Na základě těchto zjištění přijímáme hypotézu číslo jedna.

Byť mezi jednotlivými pokusnými skupinami nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl, nejnižší hladina skatolu byla zaznamenána ve skupině s 8,1 % topinamburu v KKS. V poslední skupině s 12,2 % topinamburu pak došlo opět k nárůstu skatolu v tukové tkáni. Na základě těchto zjištění hypotézu číslo 2 zamítáme.

Nebyl ovšem prokázán vliv topinamburu na androstenon a indol, což by nemuselo být tak problematické. Skatol se považuje za nejsilnějšího původce kančího pachu rovněž je k němu většina společnosti značně vnímavá.

V masovějším využití topinamburu zatím brání jeho poměrně vysoká cena. Při větší poptávce by mohlo dojít k rozšíření jeho pěstování pro krmné účely a tím ke snížení jeho ceny. Jako možnost snížení ceny topinamburu je i využití jeho nadzemních částí jako biomasy a tím zaplacení části nákladů na hlízy. Využití topinamburu k eliminaci je nutné dále zkoumat a provést i výzkum se senzorickou analýzou masa kanečků krmených topinamburem.

Citace

- Aluwé M, Millet S, Bekaert KM, Tuytens 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
- Aurich Ch. 2018. Castration. Pages 165-170 in Skinner M, editor. *Encyclopedia of Reproduction*. Academic Press, United States of America
- Bernardy J. 2010. Kastrace prasat jako evropské dilema. *Veterinářství* 60:46-48
- Bonneau M. 1993. *Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs*. Cardiff Academic Press Limited, Denmark.
- 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.
- Causey J, Joellen B, Feirtag M, Gahaer D, Tuqland C, Slavin J. 2000. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Research*. 20: 1-201.
- Claus R, Dehnhard M, Herzog A, Bernal-Barragan H, Giménez T. 1993. Parallel measurements of indole and skatole (3-methylindole) in feces and blood plasma of pigs by HPLC. *Livestock Production Science* 34: 115-126.
- Čandek-Potokar M, Škrlep M, Zamaratskaia G. 2017. Immunocastration as Alternative to Surgical Castration in Pigs. *Theriogenology* 6:109-126.
- Čepl J, Vacek J, Bouma J. 1997. *Metodiky pro zemědělskou praxi. Ústav zemědělských a potravinářských informací*. Praha: 20.
- Čítek J, Stupka R, Šprysl M, Bahelka I, Zadinová K. 2019. Výkrm Kanečků s eliminací kančího pachuskatol. *ČZU v Praze*.
- Chen G, Andersson K, Andersson R, Zamaratskaia G, Lundstrom K. 2009. Feeding entire male pigs (*Sus Scrofa Domestica*) with high amylose barley cultivar (*Hordeum Vulgare*): Impact on boar taint and performance. *Veterinary Medicine* 163-169.
- Deslandes B, Gariépy C, Houde A. 2001. Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production. *Livestock Production Science* 71: 193 – 200.
- Duijvesteijn N, Knol EF, Merks JWM, Crooijmans RPMA, Groenen MAM, Bovenhuis H, Harlizius B. 2010. A genome-wide association study on androstenone levels in pigs reveals a cluster of candidate genes on chromosome 6. *BioMedCentral Genetics* 11:42.
- D' Souza DN, Dunshea FR, Hewitt RJE, Luxford BG, Meaney D, Schwenke F, Smits RJ, van Barneveld RJ. 2011. High boar taint risk in entire male carcasses. *Manipulating Pig Production XIII. Australasian Pig Science Association* 259.
- Gibson GR, Beatty ER, Wang X, Cummings JH. 1995. Selective stimulation of bifidobacteria in the human 65 colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology* 108:975-982.

- Hansen LL, Larsen AE, Jensen BB, Hansen-Moller J, Barton-Gade P. 1994. Influence of stocking rate and temperature on faeces deposition in the pen and its consequences on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. *Animal Science* 59: 99-110.
- Hansen LL, Mikkelsen LL, Agerhem H, Laue A, Jensen MT, Jensen BB. 2000. Effect of fermented liquid food and zinc bacitracin on microbial metabolism in the gut and sensoric profile of m. longissimus dorsi from entire male and female pigs. *Animal Science* 71, 1, 65-80.
- Hansen LL, Mejer H, Thamsborg SM, Byrne DV, Roepstorff A, Karlsson AH, Hansen-Moller J, Jensen MT, Tuomola M. 2006. Influence of chicory roots (*Cichorium intibus* L.) on boar taint in entire male and female pigs. *Animal science* 82:1-11.
- Heyrman E, Kowalski E, Millet S, Tuytens FAM, Ampe B, Janssens S, Buys N, Wauters J, Vanhaecke L, Aluwé M. 2019. Monitoring of behavior, sex hormones and boar taint compounds during the vaccination program for immunocastration in three sire lines. *Research in Veterinary Science* 124: 293 – 302.
- Honsová H. 2011. Topinambur k širokému využití. *Úroda*. 59: 64.
- 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.
- Jensen BB, Jensen MT. 1998. Microbial production of skatole in the digestive tract of entire male pigs. Pages 41-75 in Jensen WK editor. *Skatole and boar taint*. Danish Meat Research Institute, Roskilde, Denmark.
- Jensen BB. 2006. Prevention of boar taint in pig production. Factors affecting the level of skatole. *Acta Veterinaria Scandinavia*. Norway.
- Kaminski RM, Marini H, Kim WJ, Rogawski MA. 2005. Anticonvulsant activity of androstenone and etiocholanolone. *Epilepsia* 46:819-827.
- Kasal P, Čepl J, Vacek J. 2001. Topinambur – znovuobjevená plodina. *Úroda*. 49: 23-25.
- Kasal P. 2014. Topinambur hlíznatý – pěstování a využití v našich podmínkách. *Úroda*. 62: 54-56.
- Kasal P. 2015. Pěstování a možnosti využití topinamburu hlíznatého. *Farmář*. 21: 37-40.
- Kays SJ, Nottingham SF. 2008. *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke*. CRC press. Taylor and Francis Group. United states of America.
- Kress K, Millet S, Labussière É, Weiler U, Stefanski V. 2019. Sustainability of Pork Production with Immunocastration in Europe. *Sustainability* 11: 3335.
- Kurtz S, Petersen B. 2019. Pre-determination of sex in pigs by application of CRISPR/Cas system for genome editing. *Theriogenology* 137:67-74.
- Kyriazakis I, Whittemore CT. 2006. *Whittemore's Science and Practise of Pig Production*. Blackwell Publishing, Oxford.

- 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.
- Moore KL, Mullan BP, Dunshea FR. 2017. Boar taint, meat quality and fail rate in entire male pigs and male pigs immunized against gonadotrophin releasing factor as related to body weight and feeding régime. *Meat Science* 125: 95–101.
- Okrouhlá M, Stupka R, Čítek J, Urbanová D, Vehovský K, Kouřimská L. 2016. Method for determination of androstenone, skatole and indole in dorsal fat of pigs. *Chemické Listy* 110: 593–597.
- Okrouhlá M, Čítek J, Švejtil R, Zadinová K, Pokorná K, Urbanová D, Stupka R. 2020. The Effect of Dietary *Helianthus tuberosus* L. on the Populations of Pig Faecal Bacteria and the Prevalence of Skatole. *Animals* 50: 693–698.
- Overland M, Kjos NK, Borg M, Skjerve E, Sorum H. 2011. Easily fermentable carbohydrates reduce skatole formation in the distal intestine of entire male pigs. *Livestock Science* 40: 206-217.
- Overland M, Kjos NK, Fauske AK, Teige J, Sorum H. 2008. Organic acids in diets for entire male pigs: Effect on skatole level, microbiota in digesta, and growth performance *Livestock Science* **115**: 169-178.
- Peñaranda I, Garrido MD, Egea M, Díaz P, Álvarez D, Oliver MA, Linares MB. 2017. Sensory perception of meat from entire male pigs processed by different heating methods. *Meat Science* 134: 98 – 102.
- Robic A, Fève K, Riquet J, Prunier A. 2016. Transcript levels of genes implicated in steroidogenesis in the testes and fat tissue in relation to androstenone accumulation in fat of pubertal pigs. *Domestic Animal Endocrinology* 57: 1 – 9.
- Spinaci M, Perteghella S, Chlapanidas T, Galeati G, Vigo D, Tamanini C, Bucci D. 2016. Storage of sexed boar spermatozoa: Limits and perspective. *Theriogenology* 85:65-73.
- 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, Kubiček 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.
- Tajet H, Andresen O, the Meuwissen. 2006. Estimation of genetic parameters of boar taint, skatole and androstenone and their correlations with sexual maturation. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48:S9.
- Tichá, B., Tichá, I. 2000. Šance pro čekanku nebo topinambur? *Úroda*. 48 : 24.
- Trautmann J, Meier-Dinkel L, Gertheiss J, Mörlein D. 2016. Boar taint detection: A comparison of three sensory protocols. *Meat Science* 111:92-100

- Urbanová D, Stupka R, Okrouhlá M, Čítek J, Vehovský K, Zadinová K. 2016. Nutritional Effects on Boar Taint in Entire Male Pigs. *Scientia agriculturae bohémica* 47:154-163.
- Van Wagenberg CPA, Snoek HM, van der Fles JB, van der Peer-Scgwering CMC, Vermeer HM, Heres L. 2013. Far mind management characteristics associated with boar taint. *Animal* 7: 1841-1848.
- While SG, Kjos NP, Sorum H, Overland M. 2012. Feeding Jerusalem artichoke reduce skatole level and changed intestinal microbiota in the gut of entire male pigs. *Animal* 6: 507-814.
- Vold, E., 1970: Fleischproduktionseigenschaften bei Ebern und Kastraten: IV. Organoleptische und gaschromatografische untersuchungen wasserdampffluchtiger stoffe des rückenpeckes von ebern, *Meldinger fra Norges Landbrukshogskole*, 49, 1– 25.
- Wesoly R, Weiler U. 2012. Nutritional Influences on Skatole Formation and Skatole Metabolism in the Pig. *Animals* 2: 221–242.
- Wesoly R, Jungbluth I, Stefanski V, Weiler U. 2015. Pre–slaughter conditions influence skatole and androstenone in adipose tissue of boars. *Meat Science* 99: 60 – 67
- Willeke H. 1993. Possibilities of breeding for low 5 α –androstenone content in pigs. *Pig News and Information* 14: 31 – 33.
- Zamaratskaia G, Squires EJ. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* 3: 1508-1521.
- Zamaratskaia G, Squires EJ. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* 3:1508-1521.
- Zammerini D, Wood JD, Whittington FM, Nute GR, Hughes SJ, Hazzledine M, Matthews K. 2012. Effect of dietary chicory on boar taint. *Meat Science* 91: 396 – 401.