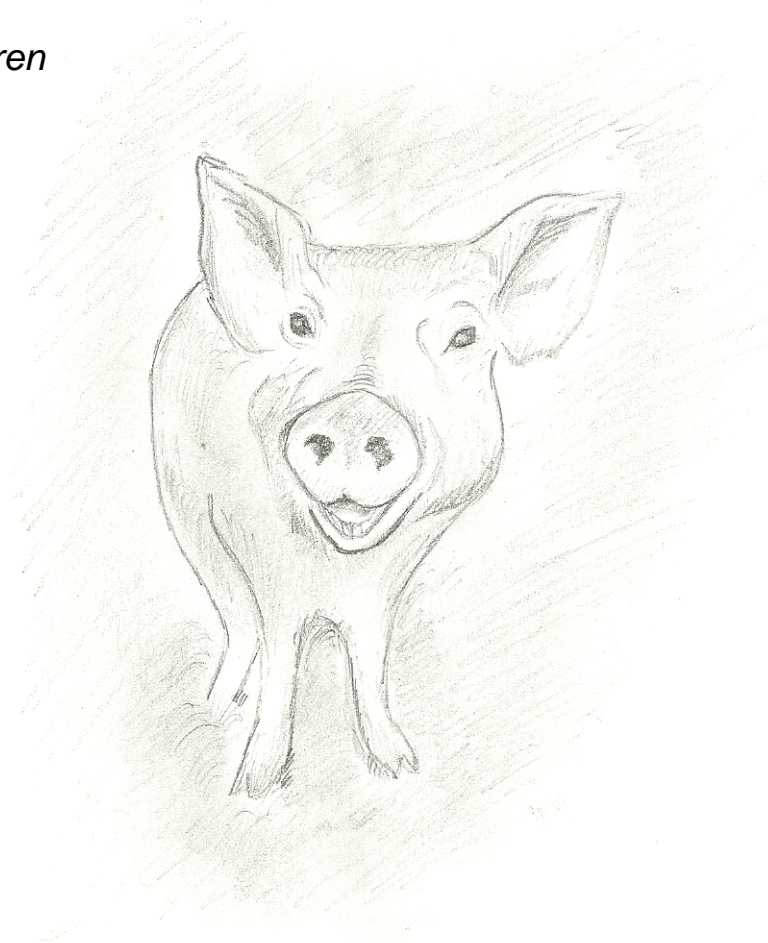




Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Olika foderblandningars effekt för att minska halten skatol i fettvävnad

Johanna Nygren



Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010: 37

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Uppsala 2010



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Olika foderblandningars effekt för att minska halten skatol i fettvävnad

The effect of different diets to reduce the amount of skatole i fat- tissue

Johanna Nygren

Handledare:

Jakub Babol, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, avdelningen för bakteriologi och livsmedelssäkerhet

Examinator:

Désirée S. Jansson, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: VM0068

Program: Veterinärprogrammet

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: SLU Uppsala

Utgivningsår: 2010

Omslagsbild: Johanna Nygren

Serienamn, delnr: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010: 37
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Skatol, potatisstärkelse, sockerbetor, cikoriarot, lupiner

Key words: Skatole, potato starch, sugar-beet pulp, chicory roots, lupins

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	1
SUMMARY	2
INLEDNING	3
MATERIAL OCH METOD.....	4
LITTERATURSAMMANFATTNING.....	4
Rå potatisstärkelse.....	4
<i>Effekt på leverenzym</i> er	4
<i>Effekt på uppkomsten av butyrat i grovtarmen</i>	5
Sockerbetor.....	5
Cikoriarot.....	6
Lupiner.....	6
DISKUSSION.....	7
Påverkan av skatolhalten	7
Jämförelser i studiernas utformning samt skillnader i resultat.....	9
Slutsats	10
LITTERATURFÖRTECKNING	10

SAMMANFATTNING

Skatol är en av de komponenter som orsakar ornelukt vilket ger en försämring på lukt och smak av fläskkött. I nuläget används ffa. kastrering av hangrisar för att undkomma problemet, men alternativa metoder eftersöks. Detta är en litteraturstudie som handlar om hur foder kan påverka på halten skatol i ffa. fettvävnaden. De foderblandningar som tas upp är rå potatisstärkelse, sockerbetor, cikoriarot och lupiner samt några olika teorier om hur olika foder kan påverka bildning, absorption och metabolism av skatol. Halter av ämnen och längd på dieter varierar mellan studier men många visar på en minskning av halten skatol i fettvävnad, blod eller faeces. Dock är det inte riktigt helt klart om negativa fysiologiska effekter kan uppkomma då miljön i tarmen förändras. Halten skatol kan påverkas av flera faktorer i miljön, ex. inhysning i grupp eller individuellt, hygien, ålder, vikt, samt kön. Flera av dessa faktorer har varierat sig mellan olika studier samt även nivån av skatol i de olika kontrollgrupperna i studierna. Det har gjort det svårt att i vissa fall jämföra och dra slutsatser om vilket/vilka ämnen i foder som verkligen minskar halten skatol och hur länge innan slakt dessa dieter bör ges. Det är dock bekräftat att foder kan minska halten skatol men ökade kostnader och merarbete för producenter kan göra att det inte är praktiskt möjligt att genomföra. Dessutom påverkas inte den andra komponenten, androstenon, av foder. Det är även en ökad risk för skador för både svin och personal när okastrerade galtar föds upp eftersom könshormoner, ex testosteron, ökar aggressiviteten bland svinen.

SUMMARY

Skatole is one of the components that cause boar taint, which give pork a bad taste and smell. We avoid this today by castrating the male piglets, but research is made to find alternative methods. This paper is a literature review about different feedstuffs that are believed to affect the amount of skatole in fat tissue. The feedstuff compounds that are reviewed are raw potato starch, sugar beet pulp, chicory root and lupines along with a few theories about how the feedstuffs are believed to affect the production, absorption and metabolism of skatole. The amount of the compounds and the length of feeding the diets differs between the studies but most of them show a reduction in the amount of skatole in the fat tissue, blood or feces. There is although some questionmarks if the different diets can give negative physiological effects when the environment in the hindgut changes. The level of skatole can be affected by several factors in the environment, for example if the pigs are kept individually or in a group as well as hygiene, age, weight and sex. Several of these factors differed between the studies as well as the amount of skatole in the control groups. This has made it more difficult to compare the studies and draw conclusions about which compounds that were effective, at what dose and how long before slaughter they should be used. It is confirmed that some feedstuffs can be effective in reducing the amount of skatole but at the same time it means more work and bigger expenses for the producers, which could make it less interesting to use. Feedstuffs do not affect the other component, androstenone, that causes boar taint. Furthermore it is an increased risk for injuries for both animals and staffs when entire male swine are raised since they have more sex hormones, as testosterone, which increases aggressiveness.

INLEDNING

Ornelukt eller galtluktt är en beteckning som används när köttet från galtar får en bismak och en bilukt som liknar urin eller faeces. Detta är något som köttproducenter försöker undkomma genom ffa. kirurgisk kastration. Kastreringen är dock ofta stressande och utförd utan bedövning, vilket är något man strävar efter att komma ifrån. Fördelar med att kunna använda okastrerade galtar för produktion är att de har bättre tillväxt, utnyttjar energin i fodret bättre samt ger lägre fettprocent (Walstra, 1974). Nackdelen med okastrerade galtar kan dock vara ökad aggressivitet och slagsmål. Forskning sker inom olika områden för att på andra sätt än kirurgisk kastrering kunna minska ornelukt, ex. genom immunokastrering, avel samt förändringar i miljö och foder.

Ämnena som orsakar ornelukt är ffa. androstenon (5 α -androst-16-en-3-on) och skatol (3-metylundol). Det finns även andra komponenter, ex. indol, som anses kunna påverka uppkomsten av ornelukt. Det är inte fastslaget vilken av dessa komponenter som har störst betydelse för ornelukt. Skatol finns i tarm och faeces hos både han- och hondjur, men ansamlingen i fett är av någon anledning större hos galtar.

Kvinnor anses vara mer känsliga för ornelukt jämfört med män och ca 5- 10 % (Hansen et al., 2007) av okastrerade galtarna har så höga nivåer att det är märkbart i köttet, speciellt vid tillagning. Nivån varierar dock i olika länder tillsammans med variationer i tillagning och matkultur. Varför produktionen i vissa djur är högre är ännu oklart. Forskare tror att det kan beror av ålder, genetik, omgivning och foder (Claus et al., 1994). För att köttet ska godkännas får det innehålla maximalt 0,2- 0,25 μ g/g skatol eller 0,5- 1 μ g/g androstenon (Lundström et al., 2009).

Androstenon är en steroid som syntetiseras i leydigcellerna i testiklarna hos galtar (Patterson, 1968). Efter syntesen binder androstenon till speciella transportproteiner i blodet och kan sedan transporteras och ackumuleras i spottkörtlar och fettväv. Androstenon som frisätts till galtens saliv fungerar som feromon men kan i fettväven ge en urinliknande doft, speciellt då köttet upphettas (Zamaratskaia, 2004).

Skatol är en biprodukt från den bakteriella nedbrytningen av tryptofan som sker i grisens grovtarm (Yokoyama & Carlson, 1979). Nedbrytningen sker ffa. av *Escherichia coli*, *Clostridium* samt *Lactobacillus*. Tryptofan är en aminosyra som finns i avstötta celler och debris från tarmslemhinnan. Skatol behöver inget transportprotein utan absorberas från grovtarmen till blodet och metaboliseras sedan i levern (Squires & Lundström, 1997). Därefter filtreras den största mängden metaboliserad skatol ut via njurarna. Skatol som inte metaboliseras i levern deponeras och ackumuleras i fett. Det ger en faeces- liknade lukt och kan ge en bitter smak i kött.

För att foder som minskar ornelukt ska vara aktuellt att användas för köttproducenter får det inte ge en betydande försämring i tillväxten, vara för kostsamt eller vara för omständligt att använda. Syftet med litteraturstudien är att undersöka hur olika fodersammansättningar kan

påverka nivån av skatol i fettvävnaden hos galtar och då kunna vara ett hjälpmedel för att minska ornelukt.

MATERIAL OCH METOD

Artiklarna är tagna främst från ”Web of Knowledge”. Det är en plattform sammansatt av fem olika databaser som ger en bredare sökning. Vid min första sökning använde jag dessa sökord: (boar OR swine OR pig)

AND (taint OR smell OR odour)

AND skatole

AND diet

Det gav 54 träffar och relativt många artiklar som jag ansåg vara aktuella. Jag gjorde inte någon mer övergripande sökning utan gick vidare via artiklar som refererades till. Dessa hittade jag ffa. genom att söka på titelnamn på google scholar. Vissa av artiklar var jag dock tvungen att gå via tidskriftens databas för att få tillgång till.

LITTERATURÖVERSIKT

Rå potatisstärkelse

Rå potatisstärkelse är svårt att spjälka och tillför bara en liten mängd energi till kroppen. I en studie från Lösel & Claus (2005) undersökes hur olika doser av svårsmält stärkelse i form av rå potatisstärkelse kunde påverka bildningen och ackumuleringen av skatol i vävnaden. Studien bestod av 4 olika dietgrupper med samma fördelning av kastrerade galtar och gyltor. Grupperna gavs foder som innehöll 20%, 30% eller 40% rå potatis, som bryts ner i grovtarmen, samt en kontrollgrupp som gavs foder med 55 % lättsmält stärkelse, som bryts ner i tunntarmen. Resultaten visar på att skatolhalten i fettvävnaden och i grovtarmens innehåll minskade med högre andel rå potatisstärkelse i fodret (*tabell 1*), men det fanns variationer inom grupperna som gjorde att de stora skillnaderna i resultaten inte var signifikanta. Lägst halt av skatol gav en diet med 40% rå potatisstärkelse men skillnaden var inte signifikant mot halten i dieten med 30%. Studien visade alltså på att 20- 40% rå potatisstärkelse i foder kan påverka bildningen av skatol och att minskningen i tarminnehåll och fettvävnad var dosberoende.

Av Aluwé et al. (2009) gjordes en sammanfattande studie med bl.a. 10% rå potatisstärkelse i foder till galtar. Försöket pågick i 4- 6 veckor före slakt och som kontroller användes galtar och kastrater som gavs en standarddiet. För att detektera skatolhalt och ornelukt så användes både kemiska analyser och sensoriska tester med både en expertpanel och en konsumentpanel. Resultaten visade tydligt att de kastrerade galtarna hade lägre halt av skatol och att en diet med 10% rå potatisstärkelse inte av någon sänkning av halten skatol i fettvävnad hos galtar (*tabell 1*).

Effekt på leverenzym

Skatol metaboliseras i levern och svin med höga nivåer av cytokrom P4502E1 har visats ha låga nivåer av skatol i fettvävnad, och vice versa (Squires & Lundström, 1997). Cytokrom P4502E1 är alltså en viktig del i metabolismen av skatol och en minskning av detta enzym

kan då leda till en ökning och ackumulering av skatol i fettvävnaden. Det finns teorier om att leverenzymets aktivitet kan påverkas av foder. Vid en studie av Zamaratskaia et al. (2005) undersöktes om ett tillskott av ca 20% rå potatisstärkelse under 2 veckor kunde påverka enzymerna cyrokrom P4502E1 och cytokrom P4502A6. Svinen delades in i tre grupper där en grupp slaktades vid 90 kg och två vid 115 kg, varav en dessa fick tillskott av potatisstärkelse. Vid slakt togs prover från lever samt fettvävnad och resultaten visade att de djur som slaktats vid 90 kg och fick standardiserat foder hade lägre nivåer av skatol och högre nivåer av leverenzymerna jämfört med galtar som slaktades vid 115 kg och inte fick något tillskott av rå potatisstärkelse i sitt standardiserade foder. Vid jämförelser mellan de galtar med högre slaktvikt så var halterna av skatol lägre hos de som fått rå potatisstärkelse men inga skillnader på aktiviteten av leverenzymerna kunde hittas. Det visar alltså att leverenzymernas aktivitet kan vara orsaken till den ökning av skatol svinen får vid högre ålder och vikt, men att rå potatisstärkelse inte kan öka aktiviteten på enzymerna.

Effekt på uppkomsten av butyrat i grovtarmen

Butyrat är en kort, flyktig fettsyra som uppkommer vid nedbrytning av svårsmälta kolhydrater i grovtarmen. Bevis finns för att butyrat hämmar apoptosen i grovtarmen så att mindre tryptofan i celldebris finns tillgängligt för bildning av skatol (Hass et al., 1997). I studierna av Claus et al. (2003) och Mentschel & Claus (2003) så undersöktes om potatisstärkelse kunde minska apoptos i grovtarmen och då även minska halten skatol i fettvävnaden. De använde kastrerade galtar som delades in i två grupper där kontrollgruppen gavs lättsmälta stärkelsor och den andra gruppen gavs en diet med 57,8% rå potatisstärkelse. Resultaten visade på en ökad mängd butyrat i faeces, $136 \pm 8,1$ $\mu\text{mol/g}$ jämfört med $65 \pm 3,85$ $\mu\text{mol/g}$, en sänkning av apoptos i tarmslemhinnan och sänkning av pH, 5,26 jämfört med 7,36, samt en minskning av halten skatol både i blodplasma och fettvävnad jämfört med kontrollgruppen (*tabell 1*).

Sockerbetor

När sockret utvunnits ur sockerbetan blir melassen och betmassan kvar. I torkad och pressad form är det en lättsmält kolhydrat som används i foder, det klassas dock inte som en stärkelse (non starch polysaccharide = NSP). I en studie av Knarreborg et al. (2002) så användes ett foder med 10% sockerbetor under en månad före slakt för att undersöka hur det påverkade produktion och absorption av skatol och indol hos galtar. Fodret med sockerbetor innehöll 160g NSP per kilo foder och som kontroll användes ett foder som innehöll 87g NSP per kilo foder. I prover från faeces och blod kunde de sedan se att en diet med högre halt NSP signifikant minskade produktionen och absorptionen i tarmen samt gav en lägre halt av skatol i blodet.

Van Oeckel et al. (1998) studerade bl.a. ett foder med 15% sockerbetor i sin studie men fann ingen signifikant minskning av halten skatol i varken blodplasma eller fettvävnad (*tabell 1*). Galtarna fick fri tillgång till fodret under större delen av sitt liv (från de vägde 29 kg tills de vägde 111 kg).

Cikoriarot

Cikoriarot är en fiberrik rot med ett högt innehåll av fruktooligosackariden inulin. Inulin fermenteras i colon och anses där bl.a. reducera antalet bakterier som är viktigt för bildningen av skatol (Jensen & Hansen, 2006; Xu et al., 2002). Xu et al. (2002) gjorde en in vitro studie med faeces och tillsatser av 0,5%, 1% eller 1,5% fruktooligosackarider (FOS) för att undersöka omvandlingen av tryptofan till skatol. De kunde då se att ökade mängder FOS hämmade tillväxten av *Escherichia coli* och *Clostridium* samt minskade koncentration och produktionshastighet av skatol.

I studien av Hansen et al. (2007) så gjordes tre försök med olika foderblandningar av cikoriarot och inulin för att undersöka effekter på skatolhalten och om inulin är den huvudsakliga orsaken till att halterna av skatol sjunker. I det första försöket bestod 25% av svinens foder av rå cikoriarot och de gavs 4 eller 9 veckor före slakt. Innehållet av inulin var 15%. I det andra försöket bestod dieten av antingen 25% rå cikoriarot, 25% torkad cikoriarot eller 14% inulin som extraherats från cikoriarot och gavs 6 veckor före slakt. Det tredje och sista försöket innehöll 25% torkad cikoriarot som gavs antingen en eller två veckor före slakt. I det andra och tredje försöket så var inulin-innehållet i cikoriaroten 12,2%. Kontrollerna fick 95% av dagsbehovet från koncentrat och fri tillgång till ensilage, dessutom användes en extra kontrollgrupp i det första försöket som fick 100% koncentrat. De svin som fått någon av dieterna med cikoria eller extraherad inulin visade alla på lägre nivåer av skatol (*tabell 1*). I det sista försöket kunde de se effekter på skatolhalten i blod redan efter tre dagar.

I en studie från Hansen et al. (2008) gavs svin dieter med 10% eller 13,3% torkad cikoriarot, tillsammans med resterande procent koncentrat. Dieten pågick i 1 eller 2 veckor före slakt och jämfördes med svin som fick standardiserat koncentrat. Vid den här studien gjordes även smak- och lukttester på kött. Även om studien inte undersökte halten androstenon så måste dess effekt tas med när smak- och luktbedömningar görs. Resultaten från fett och blodprover visade att det fanns en skillnad mellan dieten med cikoriarot och kontrollen men att skillnaden inte var signifikant (*tabell 1*).

I studien av Aluwé et al. (2009) som tidigare nämnts användes även foder med 5 % inulin men ingen minskning av halten skatol kunde ses i fettvävnaden (*tabell 1*).

Lupiner

Lupinfrön har en hög proteinhalt, hög energihalt och hög fiberhalt vilket gjort det användbar som foder, ffa till nötkreatur men även till slaktsvin. Hansen et al. (2008) testade samtidigt som cikoriarot även effekten av ett foder med 25% lupiner och resterade del standardiserat koncentrat. Dieten pågick i 1 eller 2 veckor före slakt och jämfördes med svin som fick standardiserat koncentrat. Resultatet visade att halten skatol minskade i fettvävnad och blodplasma signifikant efter två veckor (*tabell 1*), men att det gav en negativ effekt på tillväxthastigheten och foderomvandlingsförmågan.

Av Aluwé et al. (2009) användes foder med 10% lupiner men ingen minskning av halten skatol ses (*tabell 1*).

Tabell 1. Sammanställning av studier och olika foderblandningars effekt på halten av skatol

Studie	Foderinnehåll	Längd på diet	Halt skatol i fettvävnad (µg/g)		P-värde
			Behandlade	Kontroll	
Lösel & Claus, 2005	RPS, 20- 40%	14- 21 dagar	0,020 - 0,067	0,159	< 0,01
Aluwé et al., 2009	RPS, 10%	28- 42 dagar	0,13	0,11	0,162
Zamaratskaia et al., 2005	RPS, 20%	14 dagar	0,10	0,15	0,001
Claus et al., 2003	RPS, 57,8%	24 dagar	< 0,0008 0,19 [♦]	0,113 1,62 [♦]	0,001
Van Oeckel et al., 1998	Sockerbetor, 15%	Större delen av livet	0,037	0,065	-
Hansen et al., 2007 ⁽¹⁾	Rå cikoriarot, 25%	28/63 dagar	0,13/0,08 [♦]	2,13 [♦]	< 0,001
Hansen et al., 2007 ⁽²⁾	Torkad/rå cikoriarot, 25%	42 dagar	0,11 [♦] /0,32 [♦]	3,49 [♦]	< 0,001
Hansen et al., 2007 ⁽²⁾	Inulin, 14%	42 dagar	0,68 [♦]	3,49 [♦]	0,001
Hansen et al., 2008	Cikoriarot, 13,3%	14 dagar	0,10 1,65 [♦]	0,14 2,56 [♦]	< 0,01
Aluwé et al., 2009	Inulin, 5%	28- 42 dagar	0,09	0,11	0,162
Hansen et al., 2008	Lupiner, 25%	14 dagar	0,03 0,28 [♦]	0,14 2,56 [♦]	< 0,001
Aluwé et al. (2009)	Lupiner, 10%	28- 42 dagar	0,06	0,11	0,162

De halter av skatol som anges är endast medelvärden. RPS = rå potatisstärkelse. (1) = försök 1. (2) = försök 2. Skatolhalt i blod (µg/l)[♦]

DISKUSSION

Påverkan av skatolhalten

Bildningen av skatol beror av aktiviteten av bakterier som bryter ner protein samt mängden debris och tryptofan i tarmen. Tryptofan absorberas i tunntarmen och därför kan inte mängden tryptofan i foder påverka bildningen av skatol (Claus et al., 1994; Knarreborg et al., 2002). Exakta mekanismer för hur foder kan påverka halten skatol är inte helt kända men nedan presenteras några teorier.

Mängd och typ av bakterier som finns i tarmen kan troligen påverkas av mängd och typ av kolhydrater i fodret. Det har visats att tillväxten av *Escherichia coli* och *Clostridium* hämmas av fruktoligosackarider (FOS) i in vitro studier (Xu et al., 2002). Cikoriarot med inulin, som tillhör FOS, skulle alltså kunna hämma bildningen av skatol genom att minska mängden bakterier som omvandlar tryptofan.

pH är viktigt för de proteinnedbrytande bakterierna och det kan vara en nyckel till att anpassa foder som minskar bildningen av skatol. Proteinnedbrytande bakterier fungerar optimalt i ett neutralt eller alkaliskt pH (Xu et al., 2002) vilket innebär att ett foder som ger ett lägre pH i tarmen kan hämma dessa bakteriers aktivitet och då även hämma omvandlingen av tryptofan till skatol. Att använda svårsmälta kolhydrater istället för protein har gett lägre halter skatol, troligen eftersom det ger en bildning av korta fettsyror, exempelvis butyrat, och då en sänkning av pH (Jensen et al. 1995).

En annan hypotes är att dieten kan påverka cellförnyelsen i tarmen. Genom att hämma apoptos i tarmslemhinnan så skulle mängden debris minskas och då även tillgängligheten på tryptofan. Hastigheten på apoptos och cellförnyelsen i tarmslemhinnan tros öka om svinen ges ett foder med högt energiinnehåll där energin ffa. kommer från kolhydrater som fermenteras innan de når grovtarmen, dvs. de lättsmälta kolhydraterna. Kolhydrater som är lättsmälta omvandlas snabbt till glukos i tunntarmen och stimulerar bildningen av tillväxtfaktorer, som IGF-1 (Insulin-like Growth Factor-1), som i sin tur ökar celldelningen och cellförnyelse i tarmslemhinnan (Claus et al., 2003). Snabb tillväxt följs alltid av en hög hastighet av proteinomvandling (Claus et al., 1994). Kolhydrater som är mer svårsmälta kommer istället, då de bryts ner i grovtarmen, att bilda fettsyran och metaboliten butyrat. Studier har sedan dragit ett samband mellan bildandet av fettsyran butyrat och en hämrad apoptos i tarmslemhinnan (Mentschel & Claus, 2003; Pauly et al., 2008; Claus et al., 2003). Orsaken tros vara att butyrat påverkar proapoptotiska (Bak) och antiapoptotiska (Bcl-2) proteiner (Mentschel & Claus, 2003). Den positiva effekt forskare fått i försök med rå potatisstärkelse skulle alltså kunna bero på en bildning av butyrat som hämmar apoptos i tarmslemhinnan samt ger längre pH.

Ett foder som ger mer bukfylla kan även minska koncentrationen av skatol i tarminnehållet och eftersom upptaget till blodet är beroende av koncentrationsskillnader så bör upptaget av skatol minskas. Knarreborg et al. (2002) fann dock att det inte kunde vara den enda förklaringen till minskningen de såg i deras studie. Även foder som ökar passagehastigheten i tarmen borde kunna minska möjligheterna för absorption av skatol (Claus et al., 1994).

Knarreborg et al. (2002) föreslog två teorier om varför sockerbetorna, som gav högre halt NSP, gav goda resultat. Den första var att de lättsmälta kolhydraterna stimulerar de bakterier som bryter ner dem och ökar då behovet av aminosyror för bakteriernas tillväxt, vilket gör att mindre tryptofan omvandlas till skatol. Den andra teorin var att lättsmälta kolhydrater skulle brytas ner i första hand och mindre tryptofan skulle hinna omvandlas. Van Oeckel et al. (1998) fick dock ingen effekt av sockerbetor i sin studie.

Lupiner har en hög halt av oligosackarider och NSP som kan användas som energikälla för mikroorganismer i grovtarmen. Det anses då ge en mindre fermentation av protein och då mindre substrat för bildning av skatol (Hansen et al., 2008; Jensen & Hansen 2006).

Metaboliseringen av skatol i levern anses ha lite olika vikt för ansamlingen i vävnader. Det har visats att en minskad aktivitet av leverenzymerna CYP2E1 och CYP2A6 gav högre nivåer av skatol, under förutsättning att produktion och absorption av skatol redan var hög (Squires & Lundström, 1997; Zamaratskaia et al., 2005). Dock verkade inte fodret kunna påverka aktiviteten. Om grisar i olika åldrar hade samma aktivitet på dessa enzymer så skulle det kanske ge liknade nivåer av skatol i vävnader, vilket skulle kunna vara en förklaring till vissa av resultaten i studierna och skillnader mellan studier.

Jämförelser i studiers utformning samt skillnader i resultat

Mängden skatol i köttet kan påverkas av flera faktorer i omgivningen, exempelvis ventilation och temperatur. (Jensen et al., 1995). Det har även bevisats att ålder, vikt, ras, energiintag och ärftlighet påverkar mängden skatol (Babol et al., 2004; Claus et al., 1994; Zamaratskaia, 2004; Raab et al., 1998). Dessa faktorer kan inverka i alla studier. Ofta har antalet djur varit relativt få i försöken, speciellt i de försök som varit uppdelade med flera variationer på mängd eller tidsperiod. Frågan är då hur representativa resultaten blir från dessa försök.

Vissa av svinen hölls och matades i grupp (Hansen et al., 2008; Lösel & Claus, 2005) för att försöka efterlikna den miljö som de normalt vistas i, tyvärr innebär det en sämre kontroll över hur mycket individuella svin äter. De svin som istället gick i individuella boxar (Claus et al., 2003; Hansen et al., 2007; Knarreborg, 2002; Van Oeckel et al., 1998) kan få ändrat foderintag då de slipper konkurrens vilket skulle kunna innebära att resultaten skiljer sig från en produktionsverksamhet. Båda systemen har nackdelar men för forskningen kan det ofta vara bäst att hålla djuren åtskilda. För att undvika effekter av svinens genetiska bakgrund så sattes kullsyskon i olika grupper (Aluwé et al., 2009; Knarreborg, 2002; Van Oeckel et al., 1998). Om det skedde i alla studier framkommer tyvärr inte. Vissa använder kastrerade galtar och gyttor som innebär att de hade lägre nivåer av skatol i fettvävnad från början jämfört med okastrerade galtar, vilket också skulle kunna påverka jämförelser.

Ett energirikt foder kan bidra till ökade halter av IGF-1 och skatol (Raab et al., 1998). Kontrollgrupper som fått mer lättsmälta kolhydrater eller mer energi borde kunna få en högre halt av skatol än de kontrollgrupper som fått standardiserat foder. Om dessa skillnader är stora eller kan påverka jämförelsen mellan diet och kontroll framkommer inte.

Den positiva effekt som dieten med rå potatisstärkelse (Lösel & Claus, 2005; Claus et al., 2003; Zamaratskaia et al., 2005) stödjer teorin om att svårsmälta kolhydrater hämmar apoptos, troligen genom att bilda butyrat (Claus et al., 2003; Mentschel & Claus, 2003). Bildningen av fettsyror skulle kunna sänka pH och då försämra miljön för de bakterier som bryter ner tryptofan. I studien av Aluwé et al. (2009) kunde dock inga effekter på halten skatol upptäckas. En orsak till detta skulle kunna vara att fodret bara innehåll 10% rå potatisstärkelse, till skillnad mot annan forskning som använt högre halter. Deras studie gjordes medvetet med mängder av de olika ämnena som tidigare visats vara på gränsen till att sänka skatolhalten för att möjligen kunna hitta en minskad verksam gräns.

Dieter med sockerbetor innehåller pectin som anses öka fermenteringen (Jensen et al., 1997). Studien av Knarreborg et al. (2002) använde en diet med 10% sockerbetor och kunde då se en minskning av halten skatol både i blod och faeces. Van Oeckel et al. (1998) som använde en diet med 15% kunde dock inte se några signifikanta skillnader i varken blodplasma eller fettvävnad. Orsaken till variationerna i resultaten skulle kunna bero av att svinen i kontrollgruppen i den senare studien hade låga halter skatol vilket gjorde att ingen signifikant skillnad kunde ses. Eftersom dessa svin gick på dieten större delen av livet kanske bakterierna

i tarmen på något sätt adapterat sig till den miljö som sockerbetorna ger och sedan kunnat fortsätta bryta ner protein och producera skatol i liknade nivåer som kontrollgruppen.

Hansen et al. (2007) redovisade positiva resultat med 25 % cikoriarot. I deras andra försök där 14% extraherad inulin ingick i dieten så motsvarade det halten inulin som finns i 25% cikoriarot. Det minskade halten indol i blodplasman och fettvävnader i liknade grad, vilket stärker teorin om att det främst är inulin som ansvarar för sänkningen av skatol i dieter med cikoriarot. När det gäller skillnader i rå och torkad cikoriarot så rekommenderas torkad pga. lättare hantering och mindre kostnader. I studien från Aluwé et al. (2009) fick de ingen signifikant effekt av inulin, men det kan bero på att de använde sig av ett foder med 5% inulin vilket är avsevärt lägre än tidigare studier. I studien av (Hansen et al., 2008) som använde en diet med 13,3% torkad cikotiarot kunde heller ingen signifikant sänkning av skatol i varken plasma eller fettvävnad uppfattas. Det kunde bero på de tekniska problem som tydligt uppstod vid torkningen vilket gjorde att halten inulin i cikoriaroten blev lägre än väntat eller att det behövs en halt på runt 25% för att cikoriarot ska vara effektiv.

I dieten med 25% lupiner (Hansen et al., 2008) så fick de en sänkning av halten skatol men även en försämring av tillväxten. Tydliga effekter av dieten kunde inte ses förrän den andra och sista veckan. I studien av (Aluwé et al., 2009) gav lupiner ingen effekt men även där använde de en lägre halt. I de sensoriska tester av ornelukt som gjordes med lupiner och cikroiarot (Hansen et al., 2008) visade de att den främsta orsaken till en minskad lukt och smak på kött från galtar var längden på dieten. I kött från suggor gav dock dieten med lupiner den främsta minskningen av smak och lukt, vilket kan bero på att köttet innehöll låga nivåer av skatol redan från början eller att androstenon, som inte finns i suggor, inte kan påverka bedömningen. Den sensoriska bedömningen av att cikoriarot minskade ornelukt stöttades alltså inte av de kemiska analyserna (Hansen et al., 2008). Ett val mellan cikoriarot och lupiner skulle alltså kunna bero av planerad längd på dieten, kön på svinen och den försämring av tillväxt som dieten med lupinen visade på.

Slutsatser

Att enbart foder skulle vara tillräckligt för att minska förekomsten av ornelukt till acceptabla nivåer är tvivelaktigt. Det beror på att foder inte visats sig kunna påverka den andra komponenten, androstenon, samt att merarbete och ökade kostnader kan få producenter att tveka. Dock kan foder vara ett hjälpmedel för att minska halten av ornelukt. När det gäller att tillämpa dessa kunskaper i praktiken så måste eventuella negativa effekter och de ekonomiska begränsningarna som finns tas hänsyn till. Hur längre en diet borde ges före slakt råder lite delade meningar om, men enligt Claus et al. (1994) reduceras mängden skatol i vävnad relativt snabbt. När foder påverkar faktorer som apoptos, och miljön, som pH, i tarmen så kommer detta även påverka tarmfloran. Adhesion av tarmbakterier till slemhinnan eller produktion av metaboliter kan få konsekvenser för fysiologin i tarmen (Claus et al., 2003). Studier som är inriktade på att undersöka andra effekter kan vara av vikt i framtiden. Att minska förekomsten av ornelukt genom förändringar i svinens foder och miljö skulle troligen vara ett smidigt sätt att minska problemet med ornelukt, dock kvarstår problemet med ökad aggressivitet hos okastrerade galtar.

LITTERATURFÖRTECKNING

Aluwé M., Millet S., Nijis G., Tuytens F.A.M., Verheyden K., De Brabander H.F, De Brabander D.L. & Van Oeckel M.J., 2009. Absence of an effect of dietary fibre or clinoptilolite on boar taint in entire male pigs fed practical diets. *Meat Science*, 82(3), 346-352.

- Babol, J., Zamaratskaia, G., Juneja, R.K. & 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(2), 351-358.
- 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. *J. Anim Sci.*, 81(1), 239-248.
- Claus, R., Weiler, U. & Herzog, A., 1994. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar--A review with experimental data. *Meat Science*, 38(2), 289-305.
- Hansen L.L., Stolzenbach S., Askov Jensen J., Henckel P., Hansen-Møller J., Syriopoulos K. & Byrne D. V., 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(4), 1165-1173.
- Hansen L. L., Mejer H., Thamsborg S. M., Byrne D. V., Roepstorff A., Karlsson A. H., Hansen-Møller J., Jensen M. T. & Tuomola M., 2007. Influence of chicory roots (*Cichorium intybus* L) on boar taint in entire male and female pigs. *Animal Science*, 82(03).
- Hass R. Busche R., Luciano L., Reale E., & Engelhardt W. v., 1997. Lack of butyrate is associated with induction of Bax and subsequent apoptosis in the proximal colon of guinea pig. *Gastroenterology*, 112(3), 875-881.
- Jensen, M.T, Cox, R.P. & Jensen, B.B., 1995. Microbial production of skatole in the hind gut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat. *Animal Science*, 61, 293-304.
- Jensen, M. T., Jensen, B. B., Laue, A., Agergaard, N., & Bibby, B. M., 1997. Effect of various carbohydrate sources on the production of skatole in the hind gut of pigs and skatole concentration in blood plasma. In M. Bonneau, K. Lundström, & B. Malmfors (Eds.), *Boar taint in entire male pigs* (pp. 80–83).
- Jensen, M.T. & Hansen, L.L., 2006. Feeding with Chicory Roots Reduces the Amount of Odorous Compounds in Colon and Rectal Contents of Pigs. *Animal Science*, 82(03), 369-376.
- Knarreborg A., Beck J., Jensen M.T., Laue A., Agergaard N & Jensen B.B., 2002. Effect of non starchpolysaccharides on production and absorption of indolic compounds in entire male pigs. *Animal Science*, 74: 445-453.
- Lundström, K., Matthews, K.R. & Haugen, J., 2009. Pig Meat Quality from Entire Males. *Animal*, 3(11), 1497-1507.
- Lösel, D. & Claus, R., 2005. Dose-dependent effects of resistant potato starch in the diet on intestinal skatole formation and adipose tissue accumulation in the pig. *Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, Pathology, Clinical Medicine*, 52(5), 209-212.
- Mentschel, J. & Claus, R., 2003. Increased butyrate formation in the pig colon by feeding raw potato starch leads to a reduction of colonocyte apoptosis and a shift to the stem cell compartment. *Metabolism*, 52(11), 1400-1405.
- Patterson, R.L.S., 1968. 5alpha-androst-16-ene-3-one: - Compound responsible for taint in boar fat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19(1), 31-38.

- Pauly C., Spring P., O'Doherty J. V., Ampuero Kragten S. & Bee G., 2008. Performances, meat quality and boar taint of castrates and entire male pigs fed a standard and a raw potato starch-enriched diet. *Animal*, 2(11), 1707.
- Raab S., Leiser R., Kemmer H. & Claus R., 1998. Effects of energy and purines in the diet on proliferation, differentiation, and apoptosis in the small intestine of the pig. *Metabolism*, 47(9), 1105-1111.
- Squires, E.J. & Lundström, K., 1997. Relationship between cytochrome P450IIE1 in liver and levels of skatole and its metabolites in intact male pigs. *Journal of Animal Science*, 75(9), 2506-2511.
- Walstra, P., 1974. Fattening of young boars: Quantification of negative and positive aspects. *Livestock Production Science*, 1(2), 187-196.
- Van Oeckel M.J., Warnants N., De Paepe M., Casteels M. & Boucque Ch.V., 1998. Effect of fibre rich diets on the backfat skatole content of entire male pigs. *Livestock Production Science*, 56(2), 173-180.
- Yokoyama & Carlson, 1979. Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract with special reference to skatole. 32 (1): 173 -- *American Journal of Clinical Nutrition*.
- Xu, Z., Hu, C. & Wang M., 2002. Effects of fructooligosaccharide on conversion of L-tryptophan to skatole and indole by mixed populations of pig fecal bacteria. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 48, 83-89.
- Zamaratskaia G., Squire E.J., Babol J., Andersson H.K, Andersson K., Lundström K., 2005. Relationship between the activities of cytochromes P4502E1 and P4502A6 and skatole content in fat in entire male pigs fed with and without raw potato starch. *Livestock Production Science*, 95(1-2), 83-88.
- Zamaratskaia G., 2004. Factors involved in the development of boar taint. Influence of breed, age, diet and raising conditions. *Department of Food Science, Uppsala*. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences.