



Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Androstenons fysiologiska roll hos grisar

Ellen Jönsson



Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010:65

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Uppsala 2010



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Androstenons fysiologiska roll hos grisar

Androstenone´s physiological role in pigs

Ellen Jönsson

Handledare:

Jakub Babol, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

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: Jönsson Ellen

Serienamn, delnr: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010:65
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

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

Nyckelord: Androstenon, feromon, gris, galtlukt, beteende

Key words: Androstenone, pheromone, pig, boar-taint, behavior

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	2
INLEDNING	3
MATERIAL OCH METODER	3
LITTERATURÖVERSIKT	4
Androstenons syntes och upplagring.....	4
Upptaget av feromonet	5
Androstenons effekt på suggor.....	7
Skillnader i känslighet för androstenon.....	7
Androstenons effekt på galtar	8
Genetiska aspekter.....	9
DISKUSSION	10
LITTERATURFÖRTECKNING	11
<i>Figur 1. Schematisk figur över 5α-androst-16-en-3-one.</i>	5
<i>Figur 2. Grisens huvud i genomskärning.</i>	5

SAMMANFATTNING

Det är framför allt höga nivåer av androstenon och skatol i fettvävnad som är orsaken bakom ornelukt. Ornelukt är en otrevlig lukt och smak från köttet av okastrerade hangrisar. Syftet med den här litteraturstudien är att ge en översikt över den nuvarande kunskapen kring androstenons fysiologiska funktion. Det finns ett flertal studier som visar på androstenons funktion som ett feromon och att det är en viktig del i kommunikation och beteende vid parning. Androstenon bildas i testiklarna hos galten och transporteras via blodet till spottkörtlarna där det utsöndras via salivet. Suggor tar upp feromonet, inte via det vomeronasala organet som man tidigare trodde, utan över luktslemhinnan. Förmågan att känna doften av androstenon varierar mellan olika individer där honor är mer känsliga än hanar.

Genetiska korrelationer mellan androstenon och skatol gör att man kan minska ornelukten genom att selektivt avla på individer med låga nivåer av androstenon. Eftersom androstenon har en viktig biologisk funktion kan det dock medföra en risk att avla selektivt för låga androstenonnivåer. Det är viktigt att även ta hänsyn till många andra faktorer som kan vara korrelerade till androstenon testosteron och tillväxt.

SUMMARY

It is mainly high levels of androstenone and skatole in adipose tissue that is the reason behind boar-taint, which is an unpleasant odor and taste from the meat of adult male boars. The purpose of this literature study is to provide an overview of current knowledge about the physiological functioning of androstenone. There are several studies showing androstenone's function as a pheromone, and that it is an important part of communication and mating behavior between pigs. Androstenone is produced in the testes of the boar and transported via the bloodstream to the salivary glands where it is excreted with the saliva. Sows sense the pheromone, not via the vomeronasal organ as previously considered, but via the olfactory mucosa. The ability to feel the smell of androstenone varies between the sexes and different individuals in which females are more sensitive than males.

Genetic correlations between androstenone and skatole may allow one to reduce boar-taint by selective breeding, using individuals with low levels of androstenone. Since androstenone has an important biological function, it may create a risk to breed selectively for low androstenone levels. It is also important to take into account many other factors that may be correlated to androstenone, for example testosterone and growth.

INLEDNING

I många länder kastreras alla hangrisar som skall användas för köttproduktion. I Sverige görs detta utan bedövning 3-4 dagar efter födseln. Kastrering utan bedövning är debatterat och kan ifrågasättas av djurskyddsskäl (Lundström et al., 2004).

Man kastrerar grisarna för att motverka så kallad ornelukt. Hos okastrerade grisar uppträder ornelukt i 10-15% av slaktkropparna (Babol, 1997). Ornelukt är en obehaglig lukt och smak som framträder vid uppvärming av köttet och detta beror framför allt av två ämnen, skatol och androstenon (Andersson & Schaub, 1996).

Skatol (3-metyl indol) bildas i tarmen när tarmbakterier bryter ned aminosyran tryptofan och skatol ansamlas i fettvävnad, framförallt hos intakta hangrisar (Jensen et al., 1994). Androstenon bildas i testiklarna och går ut i blodet för att sedan lagras i spottkörtlar och fettvävnad (Andersson & Schaub, 1996). Det finns en stor variation i konsumenternas känslighet för androstenon, till exempel kan vissa konsumenter känna doften redan vid mycket låga koncentrationer medan andra inte kan känna doften alls (Wysocki & Beauchamp, 1984).

Androstenon från galtens saliv kan verka som ett feromon, en substans som utlöser ett specifikt beteende hos andra individer (Brennan & Keverne, 2004). Till skillnad från ett hormon så utsöndras feromoner inte i blodet för att påverka den egna kroppen, utan utsöndras via kroppsvätskor till omgivningen och utgör en kommunikationsväg mellan individer av samma art (Karlson & Lüscher, 1959). Feromonet androstenon frigörs med salivet då galtarna tuggar och de luftburna steroiderna tas upp från luften och känns igen i saggans primära luktcentra. Hos de brunstiga saggorna utlöses en ståreflex och en attraktion för galten (Dorries et al., 1997).

Den här litteraturöversikten diskuterar först androstenons naturliga funktion och androstenons fysiologiska roll för grisen. Det finns beskrivet hur androstenon påverkar andra grisar, hur upptaget sker hos dessa samt individskillnader i känslighet för androstenon. Sist beskrivs genetiska aspekter och vad som skulle hända med skatolnivåer och könsmognaden hos galten om man selektivt avlade bort androstenon.

MATERIAL OCH METODER

Denna litteraturstudie bygger framför allt på granskade vetenskapliga artiklar från databaserna PubMed, Web of knowledge och Google scholar. Sökningarna gjordes initialt med sökord som var relevanta för att kunna svara på frågeställningarna.

Sökord Pubmed/Web of knowledge	Antal träffar
Androstenone AND pheromone AND pig	18
Androstenone AND pheromone AND vomeronasal	1
Boar taint AND pig AND pheromone	11
Genetic AND androstenone	17
Reproduction AND pheromones an pig	71

Det har varit lätt att begränsa sökningarna. Många av artiklarna har tagits fram genom att läsa reviewartiklar eller avhandlingar och söka vidare på deras angivna källor. Många av de äldre källorna som det refererades till fanns inte att tillgå på Pubmed eller Web of knowledge men fanns som fulltext på Goole scholar. Flera av studierna inom ämnet var gjorda på 1960, 70 och 80-talet. Flera av dessa äldre artiklar har funnits att tillgå i ultunabibliotekets artikelarkiv på SLU.

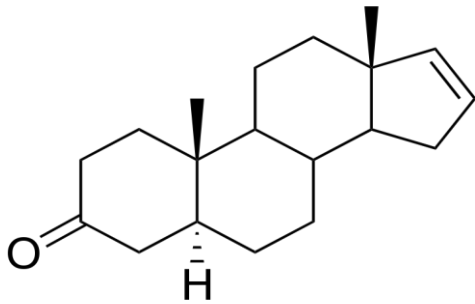
LITTERATURÖVERSIKT

Androstenons syntes och upplagring

Enligt Melrose & Reeds studier från 1971 och 1974 är det framför allt de androgena steroidferomonerna 5α -androst-16-en-3-one (se figur 1) och 5α -androst-16-en-3-ol i galtens saliv som verkar som feromoner på suggorna. De 16-androstene steroiderna tillverkas i testiklarna hos köns mogna grisar från pregnenolone, vilket i sin tur syntetiserats från kolesterol (Gower, 1972). Androstenon transporteras via blodet till fettvävnad och de submaxillära spottkörtlarna. Upplagring i fett sker på grund av steroidens lipofila egenskaper.

I spottkörtlarna binder de in till proteinet pheromaxein (Babol et al., 1996). Pheromaxeins primära funktion är löslighet och transport av androstenon. Halten av pheromaxein är starkt korrelerat till koncentrationen av androstenonsteroider i de submaxillära spottkörtlarna och koncentrationen av pheromaxein är beroende av funktionella testiklar (Babol et al., 1996). Marchese et al. (1999) har även hittat ett protein som hör till lipocalin familjen och skiljer sig från pheromaxein. Detta protein kallas salivary lipocain (SL) (Loebel et al., 2000). Proteinet verkar vara en bärare av androstenon och Loebel et al. (2000) spekulerar i om lipocainet också kan verka som ett feromon för sig själv utan att vara bundet till androstenon, men man kunde inte bevisa detta.

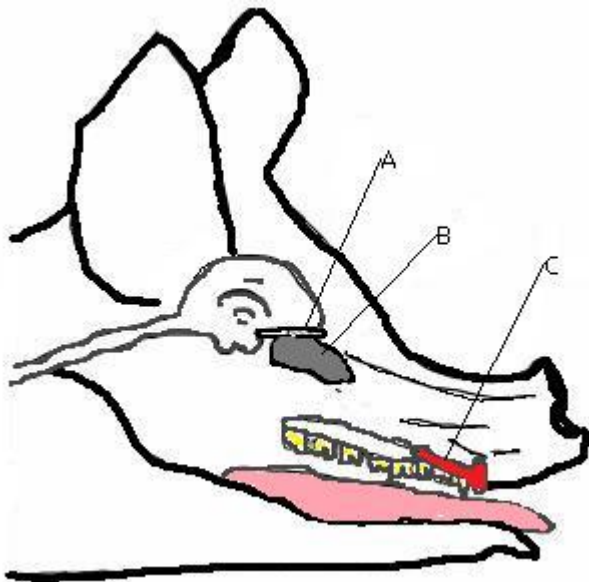
Då galten tuggar frigörs androstenon till omgivningen och kan tas upp av suggorna (Karlson & Lüscher, 1959).



Figur 1. Schematisk figur över 5 α -androst-16-en-3-one. Källa: Wikipedia (2006-09-17)

Upptaget av feromonet

Androstenon har flera av de egenskaper som antas vara karakteristiska för vomeronasal stimuli och framkallar beteenden hos suggan som är funktionella, artspecifika och icke inlärda (Dorries et al., 1997). Dorries et al. (1997) beskriver det vomeronasal organets (VNO) struktur hos grisen och om organet har någon roll för suggans beteende då hon känner lukten av feromonet androstenon. Det VNO finns på den främre delen av nosens skiljevägg intill golvet av näshålan (se figur 2).



Figur 2. Grisens huvud i genomskärning. Där A är luktbulben i hjärna., B är luktepitelet och C är det vomeronasala organet. Bild: Ellen Jönsson

Det består av två säckar omgivna av brosk utmed båda sidorna av nosens septum. Vid grisens incisiver finns gångar som leder upp till näshålan och till VNO. Dess lumen är linjerat av pseudostratifierat epitel med runda cellkärnor och liknar luktepitelets neuroner. VNO hos grisen verkade vara funktionellt med sensoriskt epitel men Dorries et al. (1997) gjorde tester på suggor med blockerade och oblockerade vomeronasala organ men fann ingen skillnad i attraktionskraft för galten eller förmågan att uttrycka ståreflexen som kopplas till androstenon.

Utifrån försöket drogs slutsatsen att VNO inte är nödvändigt för upptaget av androstenon och för att suggorna ska bli attraherade av doften av androstenon. Förmågan att detektera androstenon verkar ske med hjälp av något annat kemosensoriskt system. Dorries et al. (1997) anger att det troligtvis detekteras via det primära luktcentrat, det vill säga via en retning av dendritreceptorer via olfaktoriska nervcilier i luktslemhinnan. Författarna diskuterar att det är möjligt att VNO endast behövs för att ge ett beteendesvar på androstenonlukt hos sexuellt oerfarna suggor, då de suggor som användes i försöket var erfarna och därför kanske inte behövde det vomeronasala organet. Även Keller et al. (2009) föreslår att det kan vara viktigt för upptaget om suggan är erfaren eller ej innan man tar bort det VNO. Androstenon kan enligt Dorries et al. (1997) påverka VNO men att suggan uttrycker andra beteenden än de som observerades i försöket, det vill säga attraktion och ståreflex. Det vomeronasala organet verkar hos grisar ha den funktionen att ge information om kemiska stimuli från omgivningen, till exempel dominans och brunststatus, men utlöser inte beteenden eller endokrina förändringar man kan se hos gngare som attraktion och mottaglighet.

I en humanstudie gjord av Witt et al. (2003) visar man att det vomeronasala organet inte hade någon signifikant betydelse för att kunna känna lukten av androstenon. I den studien kunde man visa att det fanns en signifikant korrelation mellan detektionströskeln för androstenon och den allmänna luktförmågan. De individer som hade en hög känslighet för androstenon hade även en större känslighet för andra dofter. Dorries et al. (1994) kunde dock inte se några samband mellan det allmänna luktsinnet och känsligheten för androstenon hos grisar.

Krzymowski et al. (1999) visade att androstenol och androstenon transporteras med blodet från näshålan till hypofysen och det centrala nervsystemet. Feromonet tas upp över det respiratoriska epitelet i näsan och absorberas till blodet för att transporteras till sinus cavernosus som är en ansamling av vener med tunna väggar i hjärnan. Från sinus cavernosus går feromonet till det arteriella blodet som försörjer hypofysen och hjärnan. Feromonet ansamlas sedan i hypofysen och vissa hjärnstrukturer.

Många olika djurslag flemlar, det vill säga drar upp överläppen, som ett beteendesvar på feromoner. Detta beteende utgör en fysiologisk mekanism som gör att feromoner kan tas in i den främre näshålan för att sedan transporteras ut i blodet. Då djuret flemlar lyfts huvudet och underlättar att det venösa blodet transporteras från näshålan till hypofysområdet (Krzymowski et al., 1999).

Androstenons effekt på suggor

I salivet verkar båda 16-androstene steroiderna som feromoner där 5α -androst-16-en-3-one är den mest effektiva och lockar fram både attraktion och ståreflex hos den brunstiga suggan (Dorries et al., 1997). Det är bevisat att androstenon gör att den brunstiga suggan uttrycker de stereotypa beteenden som hon normalt uppvisar i närheten av galten (Reed et al., 1974). Feromonet androstenon utgör ett potent parningsstimuli av fysiologisk relevans. Mattioli et al. (1986) kunde i sin studie se att andostenons parningsstimulerande effekt gjorde att suggan utsöndrade oxytocin till blodet. En sådan neuroendokrin effekt kan påverka suggans fertilitet genom påverkan på spermernas hastighet genom de honliga genitalierna. Att använda androstenon vid artificiella inseminationer gör inte bara att man lättare kan se om suggan är redo för betäckning och visar ståreflex utan även att suggan får en högre fruktbarhet och fertilitet. (Mattioli et al., 1986) . Langendijks et al. (2002) visade dock i sin studie att det mest effektiva för att inducera både brunstbeteende och oxytocin hos suggorna var närvaro av en galt. Att endast använda andostenon gav ett sämre gensvar på både brunstbeteende, oxytocin frisläppning och uterusaktivitet.

Känsligheten för androstenon hos suggorna kan minska om de får träffa en galt regelbundet. Hur mycket suggan får träffa galten innan betäckning kan därför påverka brunstens duration och kan ge konsekvenser vid artificiell insemination då suggan inte uttrycker ståreflex vid lägre nivåer av androstenon (Langendijk et al., 2000).

Skillnader i känslighet för androstenon

Tidiga observationer av grisar visade att endast könsmogna suggor påverkades beteendemässigt av androstenon (Pearce et al., 1987). För att avgöra om suggornas lukt var mer känslig för androstenon gjorde Dorries et al. (1994) ett försök där suggor, galtar och kastrater utsattes för olika nivåer av androstenon. Försöket visade att det fanns en skillnad mellan suggors och galtars detektionströskel för androstenon, där känsligheten för androstenon är högre hos suggorna. Det finns en liknande skillnad mellan könen hos människor där det har visat sig att kvinnor är mer känsliga för androstenon än män (Dorries et al., 1989). Denna studie visade även att männen blev mer okänsliga med ålder vilket antyder att ökade androgenhalter påverkar mannens känslighet. Den här effekten såg Dorries et al. (1994) hos okastrerade galtar och diskuterar i sin studie om det beror på att de okastrerade galtarna var mer okänsliga för att de själva har androstenon i sin saliv och därav blivit okänsliga för det.

Dorries et al. (1994) visade att de kastrerade hangrisarnas känslighetströskel för androstenon ligger mellan suggornas och galtarnas resultat. Man diskuterade anledningarna bakom detta resultat och kom fram till att kastraten hamnar mellan galtarna och suggorna på grund av att de varken upplevt maskulinisering eller feminisering med alla de cirkulerande hormoner i kroppen som det innebär.

Skillnaden mellan könen som Dorries et al. (1994) kom fram till pekar mot att skillnaden finns i luktsystemet och inte det Vomeronasala organet. Det inte är någon skillnad i luktsinnets känslighet för lukter mellan könen utan skillnaden är specifik till just androstenonkänslighet. Man kunde därför dra slutsatsen att det finns en könsskillnad i luktsystemet när det handlar om att detektera androstenon. Var skillnaden återfinns rent anatomiskt eller fysiologiskt kan inte Dorries et al. (1994) ge ett exakt svar på men diskuterar att skillnaden kan finnas på flera olika nivåer som exempelvis epitelet, det primära luktcentrat eller luktbulben som är den del av hjärnan sitter strax ovanför luktepitelet. I studien där de blockerade VNO pekar resultaten mot att det snarare är i det primära luktcentrat som skillnaden sitter. Skillnaden kan vara genetisk eller uppkommer på grund av cirkulerande hormoner som reglerar antalet neuroreceptorer i det primära luktcentrat.

Androstenons effekt på galtar

Giersing et al. (2000) gjorde en studie på galtar för att klargöra om det fanns några samband mellan sociala effekter och koncentrationer av framför allt androstenon men även skatol. Halten androstenon mättes och jämfördes om det fanns någon korrelation till aggressivitet, dominant beteende och könsmognad. I resultatet fann de att det fanns en korrelation mellan hanar med hög rang och höga halter av androstenon i blodet, det vill säga dominanta hanar producerade signifikant mer av feromonet än de hanar med låg rang. Det fanns dock ingen suppressiv effekt från galtar med hög androstenonproduktion på könsmognadsgraden och androstenonproduktionen hos de andra grisarna i gruppen. Det fanns ett samband mellan androstenonnivåer i blodet och aggression mellan grisarna i gruppen, galtar med starkt aggressivt beteende var också de som hade höga androstenonnivåer. Studien indikerade att unga galtar stimulerar varandra till könsmognad och Narendran et al. (1982) visade att gruppållna grisar hade högre halter av androstenon än individuellt hållna grisar. Brunstiga suggor stimulerar galtarna till en ökad produktion av både androstenon och testosteron (Narendran et al., 1982). Giersing et al. (2000) kunde därför dra slutsatsen att för att minska ornelukt bör grisar med höga halter av androstenon tas bort från gruppen då individen med höga androstenonnivåer annars skulle stimulera de andra grisarna att producera mer androstenon. Den stimulerande effekten av höga androstenonnivåer hos en individ på de andra grisarnas androstenonnivåer kan vara relaterat den sociala strukturen och parningsbeteendet hos grisar. Grisar i det vilda lever som unga i grupper av bara hangrisar och sedan solitärt. Under tiden för könsmognad bestiger de varandra och stimulerar därför varandra till ökat parningsbeteende och höga testosteron och androstenonnivåer. Det finns ingen naturligt behov för en inhibitorisk mekanism mellan hanarna då den brunstiga suggan aktivt söker upp galten (Giersing et al., 2000; Narendran et al., 1982).

Det har även visats att androstenon minskar aggressivt beteende hos icke könsmogna grisar. Nivåer av androstenon som normalt finns i 1 ml saliv från en vuxen galt, hade en inhibitorisk effekt på aggressivt beteende hos icke könsmogna grisar (McGlone & Morrow, 1988).

Genetiska aspekter

Ett bra sätt att bli av med galtluktt skulle vara att selektivt avla på galtar som har låga androstenonnivåer. Men det är då viktigt att komma ihåg att androstenon är biologiskt viktig för reproduktionen (Robic et al., 2007). Ska man avla för minskad galtluktt måste man få ner både androstenon och skatolhalterna. Enligt Selliers studie från 1998 som citerats av Robic et al. (2007) är den genomsnittliga värdet för nedärvning av androstenon hög ($h^2=0,56$), och varierar mellan 0,25 och 0,88. Tajet et al. (2006) har rapporterat en positiv genetisk korrelation mellan skatol och androstenonnivåer (0,36-0,62).

Babol et al. (1999) fann att skatolnivåer i fett hos intakta galtar ökar vid puberteten och är korrelerade med androstenonnivåer i fett och orsaken bakom detta är att ökade nivåer av könshormoner minskar metabolismen av skatol. Detta leder till en minskad utsöndring av skatol från kroppen vilket innebär förhöjda nivåer av skatol i fett. Exakt varför man finner höga nivåer av skatol hos okastrerade grisar och inte hos kastrater och sugor har man ännu inte kommit fram till (Robic et al., 2007). Höga halter av androstenon verkar antagonistiskt på enzymet CYP2E1, som metaboliserar skatol i levern. Grisar med höga nivåer av androstenon får som en följd av detta ett minskat uttryck av enzymet CYP2E1. Detta leder till minskad skatolmetabolism och en ökad ackumulering av skatol i grisens fettvävnad (Doran et al., 2002).

Höga nivåer av androstenon i fett skulle antingen kunna bero av en hög intensitet av testikulär syntes och/eller en låg degrades hastighet i levern och/eller en låg metabolism av androstenon i testikeln (Robic et al., 2007). Det är därför flera gener som styr varför olika raser och individer har olika höga halter av androstenon och ännu finns ingen klar översikt över var i genom de styrande generna för androstenon och skatolnivåer finns. Stewart et al. (2005) kunde dock i sitt försök se att gener som inom humanmedicinen är kända för deras involvering i steroid syntes är överuttryckta i testikeln hos grisar med hög steroidgenes.

Det finns dock en risk då man väljer att enbart avla för lägre nivåer av androstenon då man har funnit genetiska korrelationer mellan galtluktskomponenter och storleken på den accessoriska könskörteln glandula bulbourethralis (Tajet et al., 2006). Att selektivt avla på galtar med lite galtluktt skulle därför troligtvis ge en negativ inverkan på galtens sexuella mognad. Det finns också en korrelation mellan nivåer av androstenon och testosteron (Claus et al., 1971; Narendran et al., 1982). Minskade halter av androstenon borde därför leda till lägre nivåer av testosteron, detta borde hos avelsgaltar ge en sämre tillväxt och minskad fertilitet.

Att det finns en rasskillnad mellan halter av androstenon visade Xue et al. (1996) i sin studie där grisar av olika ras undersöktes med syfte på att mäta androstenon i fettvävnaden och spottkörtlarna. Anledningen bakom skillnaderna skulle kunna vara att de olika raserna blir könsmogna vid olika ålder eller en ren genetisk skillnad i hur mycket androstenon som lagras i fett. Genom att använda den ras som har lägst nivåer av androstenon vid uppmätt slaktvikt skulle kunna minska galtlukten.

DISKUSSION

Androstenon, som är en del av orsaken bakom galtluk, har som naturlig funktion att verka som ett feromon och förmedla kommunikation mellan individer av samma art (Karlson & Lüscher, 1959). I fettvävnaden gör det att köttet får en lukt och smak av urin medan androstenon som utsöndas i salivet attraherar suggor samt inducerar ståreflex och oxytocinpåslag (Andersson & Schaub, 1996; Dorries et al., 1997; Mattioli et al., 1986). Upptaget av androstenon hos suggorna sker inte som man först trodde via det vomeronasala organet utan verkar tas upp över luktslemhinnan till det primära luktcentrat i hjärnan (Dorries et al., 1997).

Det finns individskillnader och även en skillnad mellan könen i känsligheten för androstenon, där suggor är mer känsliga än galtar. Dock kunde man se att kastrater var mer känsliga än intakta galtar. Exakt var skillnaden ligger kunde man tyvärr inte utröna men troligtvis handlar det om att det saknas cirkulerande hormoner vid könsmognaden hos de kastrerade hanarna. (Dorries et al., 1994). Detta betyder att suggornas hormonnivåer är av betydande vikt vid förmågan att detektera androstenon. Det vore därför intressant att i framtiden göra försök på kastrerade hondjur för att se om det finns någon skillnad i detektionströskeln för androstenon. Stämmer teorin om att det är de cirkulerande hormonnivåerna som styr så borde kastrerade suggor ha en sämre detektionsförmåga än de intakta suggorna.

Även andra galtar påverkas av androstenon och verkar stimulerande. Utsöndrar därför en gris i gruppen mycket androstenon, kommer de andra grisarna att även de producera mer och bli köns mogna snabbare. Det är de ranghöga och aggressiva grisarna som utsöndrar mycket androstenon (Giersing et al., 2000). Hur det funkar i praktiken att avlägsna ranghöga och aggressiva individer för att få lägre nivåer av androstenon hos de andra grisarna i gruppen vore intressant att utröna. Kanske skapar det bara en stress i den övriga gruppen att ta bort den ranghöga individen. Man har sett att androstenon har en lugnande effekt och att det minskar aggressivt beteende hos icke köns mogna grisar (McGlone & Morrow, 1988).

Androstenon har visat sig vara till god hjälp vid artificiella inseminationer (Mattioli et al., 1986). Langendijks studie från 2002 visar dock att det ger ett mycket bättre svar hos suggorna att använda en galt istället för bara androstenon. Detta betyder att det inte bara är androstenon som spelar roll för suggans brunstbeteende utan det är en mycket mer komplex kombination av lukt, syn och taktil stimuli.

Vad som sker då man avlar för lägre androstenonnivåer vore intressant att forska mer på i framtiden. Det är visat att galtarnas köns mognad påverkas av en selektiv avel för minskade androstenonhalter (Tajet et al., 2006). Eftersom halterna av testosteron och androstenon hos okastrerade grisar är korrelerade (Claus et al., 1971), kan det finnas en risk med att avla för lägre androstenonnivåer då även testosteron kommer att minska. Det vore intressant att göra vidare studier om det ger någon påverkan på hanarnas och honornas fertilitet och tillväxt om galtarna har lägre nivåer av androstenon. Kastration motverkar galtluk men kastration leder

även till en elimination av testikulära androgenen vilket innebär minskad tillväxt. Detta leder till minskad procent kött, mer fett, minskad slaktvikt och sämre köttkavalité (Bratzler et al., 1954).

För att kunna avla selektivt mot lägre nivåer av andostenon måste man hitta ett bra sätt att karaktärisera genomet. Vidare studier behövs för att karaktärisera de mekanismer och gener som är involverade i testikelutmognad för att kunna öka potentialen för selektiv avel av grisar utan galtluk, men i övrigt fungera som normala galtar. Dagens forskning har kunnat kartlägga grisens genom och lyckats identifiera några av generna som är involverade i galtluk. Men eftersom galtluk inte bara styrs av en gen utan är av en mer komplex natur så återstår det fortfarande att identifiera och karaktärisera var i genomet orsaken bakom galtlukten återfinns.

Galten producerar androstenon för att attrahera suggor. Suggan uttrycker brunstbeteende och ståreflex men det är inte bara androstenon som utlöser detta beteende utan även syn och taktill stimuli (Langendijks et al., 2002). Vad som skulle hända med dagens produktionsdjur, både suggor och galtar, om androstenon avlades bort vore intressant att göra vidare studier på.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Andersson, K. & Schaub, A. (1996). Okastrerade hangrisar för köttproduktion. *Fakta – Husdjur*, 02
- Babol, J. (1997). *Biochemical basis for boar taint*. Doktorsavhandling. Uppsala. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Brennan, P.A. & Keverne, E.B. (2004). Something in the air? New insights into mammalian pheromones. *Current Biology*, 14, R81-R89. (doi:10.1016/j.cub.2003.12.052)
- Babol, J., Squires, E.J. & Bonneau, M. (1996). Factors regulating the concentrations of 16-androstene steroids in submaxillary salivary glands of pigs. *Journal of Animal Science*, 74, 413-419.
- Babol, J., Squires, E.J. & Lundstom, K. (1999). Relationship between metabolism of androstenone and skatole in intact male pigs. *Journal of Animal Science*, 77, 84-92.
- Bratzler, L.J., Soule, R.P., Reineke, E.P. & Paul, P. (1954). The effect of testosterone and castration on the growth and carcass characteristics of swine. *Journal of Animal science*, 13, 171-176.
- Claus, R., Hoffman, B. & Karg, H. (1971). Determination of 5[alpha]-androst-16-en-3-one, a boar taint steroid in pigs, with reference to relationship to testosterone. *Journal of Animal Science*, 33, 1293-1297.
- Dorries, K.M., Adkins-Regan, E. & Halpern, B.P. (1994). Olfactory sensitivity to the pheromone, androstenone, is sexually dimorphic in the pig. *Physiology & Behaviour*, 57, 255-259.
- Dorries, K.M., Adkins-Regan, E. & Halpern, B.P. (1997). Sensitivity and behavioral responses to the pheromone androstenone are not mediated by the vomeronasal organ in domestic pig. *Brain, Behaviour and Evolution*, 49, 53-62.
- Dorries, K.M., Schmidt, H.J., Beauchamp, G.K. & Wysocki, C.J. (1989). Changes insensitivity to the odor of androstenone during adolescence (abstract). *Developmental Psychobiology*, 22, 423-435.
- Doran, E., Whittington, F.M., Wood, J. & Mc Givan, J.D. (2002). Cytochrome P450IIIIEI (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes. *Chemico-Biological Interactions*, 140, 81-92.

- Giersing, M., Lundstrom, K. & Andersson, A. (2000). Social effects and boar taint: significance for production of slaughter boars. *Journal of animal science*, 78, 296-305.
- Gower, D.B. (1972). 16- Unsaturated C19 steroids. A review of their chemistry, biochemistry and possible physiological role. *Journal of Steroid Biochemistry*, 3, 45-103.
- Jensen, M.T., Cox, R.P. & Jensen, B.B. (1995). 3-Methylindole (skatole) and indole production by mixed populations of pig fecal bacteria. *Applied and environmental microbiology*, 61, 3180-3184.
- Keller, M., Baum, M.J., Brock, O., Brennan, P.A. & Bakker, J. (2009). The main and the accessory olfactory systems interact in the control of mate recognition and sexual behaviour. *Behavioural Brain Research*, 200, 268-276.
- Krzyszowski, T., Grzegorzewski, W., Stefanczyk-Krzyszowska, S., Skipor, J. & Wasowska, B. (1999). Humoral pathway for transfer of the boar pheromone, androstenol, from the nasal mucosa to the brain and hypophysis of gilts. *Theriogenology*, 52, 1225-1240.
- Karlson, P. & Lüscher, M. (1959). Pheromones: a new term for a class of biologically active substances. *Nature*, 183, 55-56.
- Loebel, D., Scaloni, A., Paolini, S., Fini, C., Ferrara, L., Breer, H. & Pelosi, P. (2000). Cloning, post-translational modifications, heterologous expression and ligand-binding of boar saliva lipocain. *Biochemical Journal*, 350, 369-379.
- Langendijk, P., Soede, N.M. & Kemp, B. (2000). Effect of boar contact and housing conditions on estrus conditions in weaned sows. *Journal of Animal Science*, 78, 871-878.
- Lundström, K., Rydhmer, L., Andersson, K., Zamaratkaia, G. & Andersson, K. (2004). Klarar vi att sluta kastrera grisar?. *SLF Rapport*, 68, 123-126.
- Mattioli, M., Galeati, G., Conte, F. & Seren, E. (1986). Effect of 5 α -androst-16-en-3-one on oxytocin release in oestrous sows. *Theriogenology*, 25, 399-403.
- McGlone, J.J. & Morrow, J.L. (1988). Reduction of pig agnostic behavior by androstenone. *Journal of Animal Science*, 66, 880-884.
- Marchese, S., Pes, D., Scaloni, A., Carbone, V. & Pelosi, P. (1998). Lipocalins of boar salivary glands binding odours and pheromones. *European Journal of Biochemistry*, 252, 563-568.
- Melrose, D.R., Reed, H.C. & Patterson, R.L. (1971). Androgen steroids associated with boar odour as an aid to the detection of oestrus in pig artificial insemination. *British Veterinary Journal*, 127, 497-502.
- Narendran, R., Etches, R.J., Hacker, R.R. & Bowman, G.H. (1982). Effect of sexual stimulation on concentrations of 5 α -androstenone in the peripheral plasma of boars reared individually. *Animal Reproduction Science*, 4, 227-235.
- Pearce, G.P. & Hughes, P.E. (1987). The influence of male contact on plasma cortisol concentrations in the prepubertal gilt. *Journals of Reproduction and fertility*, 80, 417-424.
- Robic, A., Larzul, C. & Bonneau, M. (2007). Genetic and metabolic aspects of androstenone and skatole deposition in pig adipose tissue: a review. *Genetics Selection Evolution*, 40, 129-143.
- Reed, H.C., Melrose, D.R. & Patterson, R.L. (1974). Androgen steroids as an aid to the detection of oestrus in pig artificial insemination. *British Veterinary Journal*, 130, 61-67.
- Stewart, J.D., Lou, Y., Squires, E.J. & Coussens, P.M. (2005). Using human microarrays to identify differentially expressed genes associated with increased steroidogenesis in boars. *Animal Biotechnology*, 16, 139-151.
- Tajet, H., Andresen, O. & Meuwissen, T.E. (2006). Estimation of genetic parameters for boar taint: skatole and androstenone and their correlation with sexual maturation. *Acta veterinaria Scandinavica*, 48, (doi: 10.1186/1751-0147-48-SI-S9).

- Wikipedia. Androstenone. [online] (2006-09-17). Tillgänglig:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2b/Androstenone.svg/800px-Androstenone.svg.png>. [2010-03-12].
- Wysocki, C.J. & Beauchamp, G.K. (1984). Ability to smell androstenone is genetically determined. *Proceeding of the national academy of sciences*, 81, 4899-4902.
- Witt, M., Hüttenbrink, K.B., Heilmann, S. & Hummel, S. (2003). Assessment of olfactory function and androstenone odor thresholds in humans with or without functional occlusion of the vomeronasal duct. *Behavioural Neuroscience*, 117, 1135-1141.
- Xue, J., Dial, G.D., Holton, E.E., Vickers, Z., Squires, E.J., Lou, Y., Godbout, D. & Morel, N. (1996). Breed differences in boar taint: relationship between tissue levels boar taint compounds and sensory analysis of taint. *Journal of Animal Science*, 74, 2170-2177.