



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Metoder för att mäta galtluk

Linda Larsson

Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010: 30

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Uppsala 2010



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Metoder för att mäta galtluk

Methods for measurement of boar taint

Linda Larsson

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: -

Serienamn, delnr: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010: 30
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

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

Nyckelord: galtluk, mätmetoder, skatol, androstenon

Key words: boar taint, measurement methods, skatole, androstenone

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	2
INLEDNING.....	3
MATERIAL OCH METOD	3
LITTERATURÖVERSIKT	4
Metoder för att mäta galtlukt	5
"Hot iron test"	5
Sensorisk panel.....	5
Konsumentpanel	5
Elektronisk näsa.....	6
Metoder för att mäta androstenon	6
Mätning av bulbourethral körtlarnas längd	6
Kulörmättningsmetod.....	7
Gaskromatografi.....	7
Radioimmunologisk metod	7
ELISA - Microtitre enzyme immunoassay.....	8
Thickness shear mode resonator sensor.....	8
Metoder för att mäta skatol.....	8
Kulörmättningsmetod.....	8
Gaskromatografi.....	9
Högupplösande vätskekromatografi.....	9
ELISA	9
Metoder för att mäta både androstenon och skatol simultant	9
Högupplösande vätskekromatografi.....	9
DISKUSSION	10
LITTERATURFÖRTECKNING	10

SAMMANFATTNING

Skatol och androstenon är två ämnen som lagras i fett hos okastrerade hangrisar. Dessa orsakar en obehaglig odör, galtlukt, när köttet från grisarna hettas upp. I Sverige kastreras därför alla smågaltar några dagar efter födseln. Detta sker rutinmässigt utan bedövning, vilket innebär lidande för ett stort antal djur. Ett alternativ till kastration av kultingarna är att sortera bort slaktkroppar med mycket lukt. För detta behövs en snabb, enkel och objektiv mätmetod som kan användas på bandet i slakterier. En annan tillämpning på mätmetoderna är forskning för till exempel genetisk selektion. En mätmetod som ska användas för detta behöver istället vara noggrann.

Många mätmetoder har utvecklats för att mäta androstenon och skatol. Då skatol och androstenon inte är närbesläktade passar olika metoder olika bra för att mäta ämnena. Den elektriska näsan kombinerar androstenon- och skatolhalt och presenterar resultatet i skatolekvivalenter. Immunologiska metoder har hög sensitivitet och specificitet men kräver tillgång till laboratorium och mätningarna tar ofta lång tid att genomföra. Högupplösande vätskekromatografi, HPLC, är en kromatografisk teknik som har utvecklats från att vara en ganska tidsödande metod för att mäta bara skatol och indol till att bli relativt snabb och passa även för mätningar av androstenon. Idag används en kulörmätande metod för att mäta skatolhalten i galtarnas fett på danska slakterier. Förhoppningsvis kommer Sverige att använda en annan lösning på problemet med galtlukt än kastrering utan bedövning. Kanske kan det åstadkommas med hjälp av en bra mätmetod men det är troligare att lösningen ligger i metoder som immunokastration eller genetisk selektion.

SUMMARY

Skatole and androstenone are two substances stored in fat of entire male pigs. When meat from entire boars is heated, a small fraction of the substances are released and cause an unpleasant smell called boar taint. To prevent the pork-eaters from this odor, all boars in Sweden are castrated a few days after birth. Most often it is performed without anesthetic, causing pain to a huge number of pigs each year. Sorting out tainted carcasses could be an alternative to castration. An objective measurement method that is quick, practical and could be used on-line in abattoirs is therefore needed. Research of for example gene selection also needs a measurement method for androstenone and skatole. For such applications the method has to be accurate and reliable but not necessarily quick and easy to use.

Many methods have been developed in order to measure androstenone and skatole. Since skatole and androstenone are different substances, there has been need for different methods for the two substances. The electronic nose calculates boar taint from a combination of androstenone and skatole concentrations. Immunologic methods are sensitive and specific but require laboratory and are time-consuming. High performance liquid chromatography is a technique which has been developed from a time-consuming skatole-measuring method to suit also androstenone measurement simultaneously in a quarter of an hour. Today a colorimetric method is used in Danish abattoirs to measure skatole concentration. Hopefully Sweden will find another solution to boar taint than to castrate piglets without anesthetic. Maybe that could be achieved by using a suitable measurement method but it is more likely that immunocastration or genetic selection will be better ways to solve the problem of boar taint.

INLEDNING

Galtluktt bildas huvudsakligen av två ämnen, skatol (3-methylindole) och androstenon (5 α -androst-16-en-3-one) (Zamaratskaia, 2004). Skatol bildas i grisarnas tjocktarm av tarmbakterier som bryter tryptofan. En del skatol tas upp i blodbanan och transporteras till fettvävnad där det lagras och utsöndras en gödselliknande odör vid tillagning av köttet. Resten av skatolinnehållet transporteras ut med avföringen. Skatol bildas även hos sugor och kastrerade galtar men hanliga könshormoner påverkar nedbrytningen av skatol så att andelen skatol som lagras i fettet ökar hos galtarna. Androstenon bildas av Leydigceller i testikeln och lagras i fettvävnad efter att ha transporterats dit via blodet. Vid puberteten stiger nivåerna av androstenon. Ras, ålder, foder, sexuell status och miljö är bara några faktorer som påverkar halten av galtluktt (Zamaratskaia, 2004).

Galtluktt uppfattas oftast obehaglig av fläskkonsumenter, men känsligheten varierar mellan individer. Kvinnor är generellt känsligare för än män (Annor-Frempong et al., 1997). Vilket land man kommer ifrån påverkar också hur känslig man är för galtluktt (Bonneau et al., 2000). Svenska konsumenter är bland de känsligaste.

Sveriges metod för att undvika galtluktt är kastrering av unga galtar innan de uppnår en veckas ålder. Ingreppet sker utan bedövning vilket antas innebära lidande för djuren (Zamaratskaia, 2004). Kastrerade galtar innehåller mindre köttfett och mer fett än okastrerade galtar. De växer dessutom sämre och är inte lika fodereffektiva. Både djurens välfärd och produktionen skulle vinna på att låta bli att kastrera galtarna om galtlukten kunde undvikas.

Några få galtar producerar stora mängder galtluktt medan fett från det stora flertalet galtar avger så små mängder galtluktt att konsumenterna inte känner av det. Om det går att identifiera de få galtar vars fett luktar mycket skulle man kunna sortera bort dem vid slakt eller använda fläsket till bacon, rökt skinka eller korv då dessa produkter kryddas och smakar mycket så att galtlukten bättre döljs. Därför har intresset för att ta fram en enkel, billig och snabb metod som mäter galtluktt på slakteri varit stort sedan 70-talet. Andra tänkbbara lösningar på galtluktsproblemet är att använda grisraser som luktar mindre eller avla på individer vars gener kodar för mindre androstenonproduktion. För sådana forskningsändamål krävs noggranna mätmetoder som inte nödvändigtvis behöver vara snabba och enkla.

MATERIAL OCH METOD

Den här litteraturstudien grundas på granskade vetenskapliga artiklar som publicerats i tidskrifter. En doktorsavhandling och även två konferensbidrag behövdes dessutom, varav det ena konferensbidraget bara gick att hitta sammanfattningen på på webben. Artiklarna har jag i första hand hittat med hjälp av databaserna Web of knowledge, PubMed och Google scholar. De ursprungliga sökorden har varit "measurement AND boar taint AND (androstenone OR skatole)". Några av artiklarna har innehållit bra referenser som jag undersökt och använt mig av. Vissa artiklar som inte funnits tillgängliga på webben har jag hittat i SLU's i Ultuna tidsskriftssamling.

LITTERATURÖVERSIKT

Generellt kan man dela upp mätmetoderna för galtluk i sensoriska och indirekta metoder. De sensoriska metoderna bygger på direkt detektering av odörintensiteten, till exempel med hjälp av en mänsklig näsa. Det finns en uppsjö av indirekta metoder för att analysera androstenon eller skatol eller båda ämnena samtidigt. En sammanställning av olika mätmetoder som använts presenteras i tabell 1.

Tabell 1. Några av de metoder som utvecklats mellan år 1970 och 2007 för att mäta galtluk

Metod	Författare (år)	Analyserat ämne
"Hot iron test"	Jarmoluk (1970)	Odörintensitet
Radioimmunologisk mätning	Andresen (1975)	Androstenon
Gaskromatografi (GC)	Hansson et al. (1980)	Skatol, indol
Kulörmätningssmetod (colorimetric assay)	Mortensen & Sørensen (1984)	Skatol
Mätning av bulbo-urethrankörtelns längd	Bonneau & Russeil (1985)	Androstenon
ELISA	Singh (1988)	Skatol
Gaskromatografi (GC)	Garcia-Regueiro & Diaz (1989)	Androstenon
Högupplösande vätskekromatografi (HPLC)	Garcia-Regueiro & Diaz (1989)	Skatol
Kulörmätningssmetod (colorimetric assay)	Squires (1990)	Androstenon
Högupplösande vätskekromatografi (HPLC)	Dehnhard et al. (1993)	Skatol
Högupplösande vätskekromatografi (HPLC)	Hansen-Møller (1994)	Androstenon, skatol
Sensorisk panel	Annor-Frempong et al. (1997)	Odörintensitet
ELISA	Squires & Lundström (1997)	Androstenon
Elektronisk näsa	Annor-Frempong et al. (1998)	Odörintensitet, androstenon, skatol
Konsumentpanel	Bonneau et al. (2000)	Androstenon, skatol
"Thickness shear mode resonator sensors"	Di Natale et al. (2003)	Androstenon
Vätskekromatografi kombinerad med multipel massspektrometri	Verheyden et al. (2007)	Androstenon, skatol, indol

Metoder för att mäta galtluk

Hot iron test

Jarmoluk et al. (1970) designade ett "hot-iron" test. Fettprover från galtars ryggfett värmdes upp med en elektrisk lödpenna varvid fettet släppte ifrån sig odör. Laboranten luktade på ett fettprov i taget och noterade vilka prover som luktade mycket. Dessa förmodades utsöndra mycket lukt vid tillagning. Genom att fortsätta hålla lödpennan mot fettbiten, brändes snabbt hela provet upp. Eftersom hela fettprovet brändes bort behövdes ingen rengöring mellan proverna vilket gjorde processen snabb. Efteråt stektes köttet på ett standardiserat sätt. En smakpanel bestående av sex personer som var tränade på att gradera köttsmak rangordnade proverna sinsemellan mellan "mest önskvärd" och "minst önskvärd" smaklighet genom att lukta på de stekta köttbitarna. Korrelationen mellan "hot iron"-testet och medelvärdet av smakpanelens utlåtande var 0,37 och signifikant ($P < 0,05$). Korrelationen mellan de olika individerna i smakpanelen varierade mellan 0,04 och 0,62, vilket kan förklaras med dessas individuella smak- och luktsinne. "Hot iron"-testet är en enkel, snabb och billig metod. För att utföra testet behövs små fettprover, en lödpenna och en laborant. Testet tog ungefär 15 sekunder per prov att genomföra så flera prov kunde göras per minut. Testutrustningen är dessutom lätt, billig och bärbar.

Sensorisk panel

1997 utförde Annor-Frempong et al. ett sensoriskt försök för att beskriva lukterna androstenon och skatol. Tio kvinnor i åldern 30-60 år valdes ut till en panel och tränades att märka och känna igen androstenon- och skatollukt. Prover av musculus longissimus dorsi från 50 galtar och 50 gyltor skars ut och värmdes till 100 grader innan panelen fick lukta på proverna. Panelen fick set om fyra blindade prover med kombinationer av hög och låg skatolhalt och hög och låg androstenonhalt och bedömde provernas odörprofil med avseende på lukterna skarp, malkulor, svettig, ammoniak, smuts, palsternacka, stickande, huvudvärksframkallande och silage. Lukter som "malpåse" och "lagrat" associerades med skatol medan androstenonlukten beskrevs som "svettig", "smutsig", "silage" och "palsternacka". Lukterna av androstenon, skatol och även indol var signifikant starkare hos galtar än hos gyltor.

Konsumentpanel

En metod för att uppskatta hur galtluk uppfattas av konsumenter är att låta dem värdera köttprover utifrån lukt och smak. En omfattande studie om hur konsumenter i sju olika länder uppfattade galtluk gjordes av Bonneau et al. (2000) och tekniken beskrevs i en separat artikel av Matthews et al. (2000). Ett stort antal galtar föddes upp i dessa länder och slaktkropparna klassificerades i grupper med avseende på androstenon- och skatolhalt, mätt med ELISA respektive colorimetric assay. Även gyltor användes som referens. Köttprov skars ut mellan revbenen och delades upp så att 1680 konsumenter fick 5 prov vardera att rangordna efter lukt och smak (Matthews et al. 2000). Resultaten visade att skatol gav upphov till mer odör än androstenon. Smaken påverkades däremot lika mycket av androstenon- som skatolhalt.

Bonneau et al. (2000) gjorde en modell över resultatet från konsumentundersökningen och kom fram till slutsatsen att det är bättre att använda ett index där man räknar om androstenon i skatolekvivalenter än att använda både androstenon och skatol som variabler. Man kom också fram till att det inte går att sortera bort galtar med högst skatol- och androstenonhalter för att köttet från galtarna ska accepteras i samma utsträckning som gyltkött, inte ens om man sorterar bort "en orimligt stor del" av galtarna.

Elektronisk näsa

Eftersom individer uppfattar galtlukt olika vore det önskvärt med en objektiv mätmetod som signalerar vid en viss koncentration av galtlukt. År 1998 utvecklade Annor-Frempong et al. en elektronisk näsa som mäter intensiteten av galtlukt. Det är en snabb metod som mäter nivån av galtlukt men särskiljer inte på om lukten orsakats av skatol eller androstenon. Istället används en matematisk modell som kombinerar skatol- och androstenonhalt för att räkna ut koncentrationen av galtlukt.

Den elektroniska näsan är tillverkad av en 12-fälts ledande polymersensor som är kombinerad med rutiner för mönsterigenkänning för att mäta intensiteten i odören. Gränsvärdena för att klassificera galtlukt är 0,2 ppm för skatol och 0,5 ppm för androstenon i fett (Annor-Frempong et al., 1997). Näsan har hög sensitivitet då den klassificerade samtliga testlukter korrekt, men sviktande specificitet då den även bedömde 16% av de normala fettproverna som abnormala i försöket. Adsorptions- / desorptionskinetiken är snabb även i rumstemperatur och därför skulle metoden lämpa sig på slakterier.

I försöket jämfördes mätningarna med den elektroniska näsan med en sensorisk panel bestående av 10 kvinnor i åldern 30-60 år som tränats för lukterna. Korrelationen blev då 0,78 mellan resultat från den elektiska näsan och panelen. Panelen kunde inte alltid särskilja mellan skatol och androstenonlukt (Annor-Frempong et al., 1998).

Metoder för att mäta androstenon

Mätning av bulbourethralkörtlarnas längd

En indirekt metod för att uppskatta halten androstenon i fett är att mäta längden av bulbourethralkörtlarna (Bonneau & Russeil, 1985). Som referensmätning av androstenon använde författarna fettprover från halsregionen som analyserades med hjälp av RIA. Författarna såg en korrelation på runt 0,5 mellan längden på bulbourethralkörtlarna och androstenonhalten i fett. Metoden är simpel och skulle kunna användas direkt på slaktbandet för att skilja ut misstänkt luktande slaktkroppar från de misstänkt luktfria. På grund av testets låga noggrannhet föreslog författarna att en mer exakt metod ska användas efteråt för att undersöka de misstänkt luktande kropparna.

Kulörmättningsmetod

Metoden (colorimetric assay) bygger på att androstenon lilafärgas då ämnena blandas i en lösning av resorcyraldehyd, svavelsyra och vattenfri ättiksyra (Squires, 1990). Blandningen sätts i brunnar och inkuberas i 100°C ugnsvärme i 10 minuter. Absorbansen från brunnarna mäts därefter med en spektrofotometer. För androstenon sker absorbansmaximum vid våglängden 590 nm, vilket ger den lila kulören. Metoden är specifik för androstenon. Kalibreringen visade att färgmängden var proportionerlig mot mängden androstenon i provet.

Det är en billig, snabb och enkel metod men den kräver tillgång till ett laboratorium. För att jämföra resultaten gjordes också ett så kallat "hot iron test" i undersökningen. En mänsklig panel bestämde odörintensiteten på respektive prov och graderade proverna 0, 1, 2 och 3, där 0 och 3 motsvarade ingen respektive kraftig lukt. Kulörmättningsmetoden lämpar sig för mätning av androstenon i spottkörtlar men inte i fettvävnad. Korrelationen mellan färgstyrka och luktstyrka för spottkörtelprover var 0,652 medan motsvarande korrelation för fettprov visade blygsamma 0,148.

Gaskromatografi

Kapillär gaskromatografi är en kemisk metod för att analysera kemiska ämnen i ett prov. Ett kapillärrör är upp till 100 meter långt och mindre än en millimeter i innerdiameter. Rörets insida är belagd med kiselpolymerer som attraherar molekyler som transporteras genom kapillären. Provet, löst i lämpligt lösningsmedel förångas genom stegvis ökande temperatur och transporteras genom kapillären med hjälp av en ström av transportgas. Under transporten separeras substanserna i provet med avseende på molekylmassa och polaritet genom att de bromsas upp olika mycket av kiselpolymererna. I slutet på kapillären detekteras ämnena. Metoden kan kombineras med en masspektrometer för att identifiera de substanser som separerats.

García-Regueiro & Diaz (1989) mätte androstenonhalten i fett genom att använda kapillär gaskromatografi kopplat till en masspektrometer. Metoden krävde extraktion och rening från fettmatrisen innan kromatografien kan köras. Metoden är specifik då androstenon skiljs ut från androstenoler och 75 % av provets androstenoninnehåll återfanns vid analysen.

Radioimmunologisk metod

Radioimmunoassay (RIA) utvecklades under 1970-talet och är en känslig teknik för att mäta koncentrationer av ett antigen, som till exempel ett hormon, i blod. Andresen (1975) utvecklade en metod för att analysera androstenoninnehåll i fettvävnad. En radioaktiv isotop kopplas till androstenonantikroppar som binder till androstenon i provet. Analysen sker med radiometri. Immunisering och preparering av fettprover tog tid och krävde också tillgång till laboratorieutrustning plus laborativt arbete för att preparera proverna. Eftersom radioaktiva substanser användes krävdes även vissa försiktighetsåtgärder. Den minsta halt som kunde uppmätas med metoden var 0,09 µg/g vilket innebar en hög sensitivitet då försöket gjordes.

En av fördelarna med immunologiska metoder som denna är att de också är specifika mot just det ämne som analyseras.

ELISA - Microtiter enzyme immunoassay

Microtiter enzyme immunoassay, är också en immunologisk metod som kan användas för att mäta androstenon i blod (Claus et al., 2008). Metoden är en variant av ELISA och är den enda antikroppsbaseade mätmetoden som finns för androstenon i blod, förutom RIA. Antiserumet som används får man genom att immunisera kaniner med androstenonantikroppar kopplade till bovint serumalbumin som bärarprotein. Serum och antiserum blandas och sätts i brunnarna i en mikrotitreringsplatta. Ett enzym kopplat till androstenon orsakar färgförändring i de prov som innehåller ämnet. Färgstyrkan är ett mått på androstenonhalten och absorbansen mäts med en spektrofotometer.

Metodens känslighet är hög. Specificiteten beror på antiserumets förmåga att bara binda till androstenon och försöket hade inget problem med korsreaktivitet med androstenoler. Korrelationskoefficienten mellan androstenonhalten i blod uppmätt med ELISA och gaskromatografi kombinerat med masspektroskopi var 0,96. Provprepareringen tar ca 2,5 timmar för 20 prov och mikrotiter enzyme immunoassay tar ungefär 4 timmar, så en laborant hinner undersöka cirka 80 prov per arbetsdag.

Thickness shear mode resonator sensor

Thickness shear mode resonator sensor är en teknik som baseras på egenskaperna hos en platta av kvartskristall (Di Natale et al., 2003). Ju högre tryck kvartskristallen utsätts för desto högre frekvens vibrerar den i. Metoden kan tillämpas för att mäta androstenonhalt i fett genom att odörpartiklar söker sig till kvartskristallen och orsakar tryck på den. Plattan av kvartskristall är bestruken med ett tunt skikt av metalloporfyriner. Androstenon attraheras av porfyriner, penetrerar skiktet av porfyriner och påverka då kvartskristallen att ge mer högfrekvent resonans. Författarna presenterade en korrelationskoefficient på 0,98 mellan uppmätt mängd androstenon och tillsatt mängd androstenon med den här metoden. Mättekniken är testad i och kan användas i en elektrisk näsa.

Metoder för att mäta skatol

Kulörmättningsmetod

1984 beskrevs en laborativ kulörmättningsmetod för att mäta skatolhalt i ryggfett (Mortensen & Sørensen, 1984). Metoden har sedan använts av många forskare och är den metod som danska slakterier använder sig av för att skilja ut slaktkroppar med hög halt av "skatolekvivalenter". Genom en serie vidareutvecklingar används nu en robot för automatiserade analyser (Rud Andersen, 2006).

Gaskromatografi

Gaskromatografi för att mäta skatolhalt i fett beskrevs av Hansson et al. (1980). För testet krävs cirka 15 gram fett. Indol och skatol löses ut ur fettmatrisen med hjälp av extraktion och en två timmar lång ångdestillering krävdes. 44 - 47 % av skatolinnehållet kunde uppmätas vid analysen.

Högupplösande vätskekromatografi

En annan kromatografisk metod är HPLC. Principen bakom metoden är att lösningsmedel och vätska som ska analyseras trycks in ett kolonnfilter som oftast innehåller korn som är täckta av hydrofoba ämnen. Ämnena som är upplösta tar olika lång tid på sig att passera genom filtret beroende på hur polära och stora molekylerna är, eftersom kolledjorna bromsar in hydrofoba partiklar. De separerade ämnena som kommer ut ur kolonnen detekteras med till exempel UV-ljus. HPLC användes av García-Regueiro & Diaz (1989) för att mäta skatol- och indolhalt i fett. Även den här metoden kräver extraktion och omfattande reningssteg och de uppmätta halterna skatol och indol var ungefär 90 %.

ELISA

För att mäta skatolhalten i blod kan man använda ELISA. De skatolantikroppar som används fås fram genom att immunisera kaniner med indol-3-ättiksyra med bovint serumalbumin som bärarprotein (Singh, 1988). Antikropparna immobiliseras på brunnar i mikrotiterplattor. I brunnarna sätts också ett konjugat av skatol och enzym som ger en färgförändring när provet innehåller skatol. Plattorna inkuberas i 37°C i 30 minuter och färgabsorbansen läses sedan av. Testet kräver ingen eller lite provpreparering, tar mindre än en timme och kan mäta halter på upp till 20 ng/g och flera prov kan köras samtidigt. Mikrotiterplattorna kräver dock tvättning och inkuberingstid på 21 timmar innan de kan användas. Metoden är känslig och ungefär 96 % av androstenonhalten i provet kunde mätas.

Metoder för att mäta både androstenon och skatol simultant

Högupplösande vätskekromatografi

HPLC kan användas för simultan mätning av androstenon, skatol och indol i fettvävnad (Verheyden et al., 2007; Hansen-Møller, 1994). Metoden kan kombineras med multipel masspektrometri eller fluorescens. Androstenon, skatol och indol extraherades tillsammans genom att tillsätta metanol till fettvävnaden. För att metoden ska fungera för androstenon måste steroiden lösas i en blandning av metanol, dansylhydrazine, BF₃ och vatten, en process som tar ungefär en timme (Hansen-Møller, 1994). För att avlägsna fettmatrisen frystes preparatet i flytande kväve och centrifugerades för att därefter filtreras. En C₁₈-kolumn separerade alla tre ämnena kromatografiskt och deras fluorescens mäts (Hansen-Møller, 1994). Minsta mätbara halter skatol och indol är 30 ng/g fett och för androstenon är motsvarande siffra 200 ng/g (Hansen-Møller, 1994).

DISKUSSION

Vårt eget luktsinne är vårt bästa sätt att bedöma om fläsket från en okastrerad galt är aptitligt eller inte. Skatol orsakar en lukt som de flesta människor känner av, men eftersom den individuella förmågan att känna androstenonluktt varierar kraftigt är mänskliga paneler en tveksam mätmetod att använda för att kategorisera kött från galtar. Resultat från en sensorisk panel skulle visserligen kunna leda till ökad förståelse av lukt, men för att bedöma luktnivån kvantitativt krävs en objektiv metod.

"Hot iron"-testet är visserligen en snabb, billig och enkel metod, men eftersom olika människor uppfattar lukt så olika behöver metoden för att särskilja luktande slaktkroppar på slaktbandet vara objektiv. Dessutom hänger ofta flera slaktkroppar nära varandra och det kan vara svårt att särskilja vilken kropp lukten kommer ifrån om man inte utför testningen i ett särskilt rum med god ventilation.

Den elektroniska näsan kunde vara en lämplig mätteknik för slakterier om specificiteten varit högre. En teori till varför specificiteten är låg är att det skulle kunna finnas någon närbesläktad lukt till skatol eller androstenon som detektorn registrerar på grund av interferens men som det mänskliga luktsinnet inte kan uppfatta.

Immunologiska metoder ger en hög specificitet och utrustning är inte så dyr men försöken tar lång tid att genomföra. Radioimmunologiska metoder kräver att man tar hänsyn till strålriskerna. ELISA kan vara en lämplig forskningsmetod för att undersöka både skatol- och androstenonhalter.

Gaskromatografi lämpar sig bra för att mäta androstenoninnehållet i ett prov, men metoden är mycket tidskrävande. HPLC kombinerat med multipel masspektrometri, verkar däremot lämpa sig väl för att mäta skatol-, indol- och androstenonhalt i laboratorier.

Många olika metoder har utvecklats under lång tid men alla metoder har någon svag punkt. Med tanke på resultaten från Bonneau's et al. studie (2000) ligger kanske inte lösningen mot galtluktt i att hitta en bra mätmetod för den. Kanske är istället immunokastration eller genetisk selektion bättre alternativ för att motverka galtluktt, men mer forskning behövs för att undersöka konsekvenser som kan uppstå då galtar saknar androstenon, till exempel hur det skulle påverka gyltornas sexuella utveckling.

LITTERATURFÖRTECKNING

Andresen, O. (1975). A radioimmunoassay for 5 α -androst-16en-3one in porcine adipose tissue (abstract). *Acta endocrinologica*, 79 619-624.

Annor-Frempong, I.E., Nute, G. R., Whittington, F. W. & Wood, J. D. (1997). The problem of taint in pork-III. Odour profile of pork fat and the interrelationships between androstenone, skatole and indole concentrations. *Meat science*, 47:1-2, 63-76.

Annor-Frempong, I.E., Nute, G. R., Wood, J. D., Whittington, F. W. & West, A. (1998). The measurement of the responses to different odour intensities of 'boar taint' using a sensory panel and electronic nose. *Meat science*, 50:2, 139-151.

- Bonneau, M. & Russeil, P. (1985). The size of Cowper's (bulbo-urethral) glands as an estimate of boar taint on the slaughter line. *Livestock production science*, 13, 169-178.
- Bonneau, M., Walstra, P., Claudi-Magnussen, C., Kempster, A.J., Tornberg, E., Fischer, K., Diestre, A., Siret, F., Chevillon, P., Claus, R., Dijksterhuis, G.B., Punter, P., Matthews, K.R., Agerhem, H., Béague, M.P., Oliver, M.A., Gispert, M., Weiler, U., Von Seth, G., Leask, H., Font i Furnols, M., Homer, D.B. & Cook, G.L. (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV. Simulation studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting out carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations. *Meat science*, 54, 285–295.
- Claus, R., Lacorn, M. & Ostertag, C. (2008). An improved microtiter enzyme immunoassay to measure the boar taint steroid 5 α -androst-16-en-3-one in blood plasma in pigs. *Meat science*, 80, 934-938.
- Dehnhard, M., Claus, R., Hillenbrand, M. & Herzog, A. (1993). High-performance liquid chromatographic method for the determination of 3-methylindole (skatole) and indole in adipose tissue of pigs. *Journal of chromatography*, 616, 205-209.
- García-Regueiro, J. A. & Diaz, I. (1989). Evaluation of the contribution of skatole, indole, androstenone and androstenols to boar-taint in back fat of pigs by HPLC and capillary gas chromatography (CGC). *Meat science* 25:4, 307-316.
- Hansen-Møller, J. (1994). Rapid high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of androstenon, skatole and indole in back fat from pigs. *Journal of chromatography B*, 661, 219-230.
- Hansson, K.-E., Lundström, K., Fjelkner-Modig, S. & Persson, J. (1980). The importance of androstenone and skatole for boar taint. *Swedish journal of agricultural research*, 10, 167–173.
- Jarmoluk, L., Martin, A.H. & Hines, R.J. (1970). Detection of taint (sex odor) in pork. *Canadian journal of animal science*, 50, 750-752.
- Matthews, K.R., Homer, D.B., Punter, P., Béague, M.-P., Gispert, M., Kempster, A.J., Agerhem, H., Claudi-Magnussen, C., Fischer, K., Siret, F., Leask, H., Font i Furnols, M. & Bonneau, M., (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: III. Consumer survey in seven European countries. *Meat science*, 54, 271-283.
- Mortensen, A.B. & Sørensen, S.E. (1984). Relationship between boar taint and skatole determined with a new analysis method (abstract). In: Proc. 30th European Meeting of Meat Research Workers. 384-396. Bristol, UK (sammanfattning).
- Rud Andersen, J. (2006). Sorting criteria. Methods for on-line/at-line sorting of entire male carcasses with emphasis on the Danish method based on skatole content. Oral presentation. *Acta veterinaria scandinavica*, 48(1), 14.
- Singh, P., Sinha, A., Afzal, R. & Brock, T. K. (1988). A practical enzyme-linked immunoassay for quantitation of skatole. Proceedings of the 34th International Congress on Meat Science and Technology, Brisbane, Australia, 692–694.
- Squires, E.J. (1990). Studies on the suitability of a colorimetric test for androst-16-ene steroids in the submaxillary gland and fat of pigs as a simple chemical test for boar taint. *Canadian journal of animal science*, 70, 1029-1040.
- Squires, 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, 2506-2511.
- Verheyden, K., Noppe, H., Aluwé, M., Millet, S., Vanden Bussche, J. & De Brabander, H.F. (2007). Development and validation of a method for simultaneous analysis of the boar taint compounds indole, skatole and androstenone in pig fat using liquid chromatography-multiple mass spectrometry. *Journal of chromatography A*, 1174:1-2, 132-137.

Zamaratskaia, G. (2004). *Factors involved in the development of boar taint - influence of breed, age, diet and raising conditions*. Doktorsavhandling. Uppsala. Sveriges Lantbruksuniversitet.