

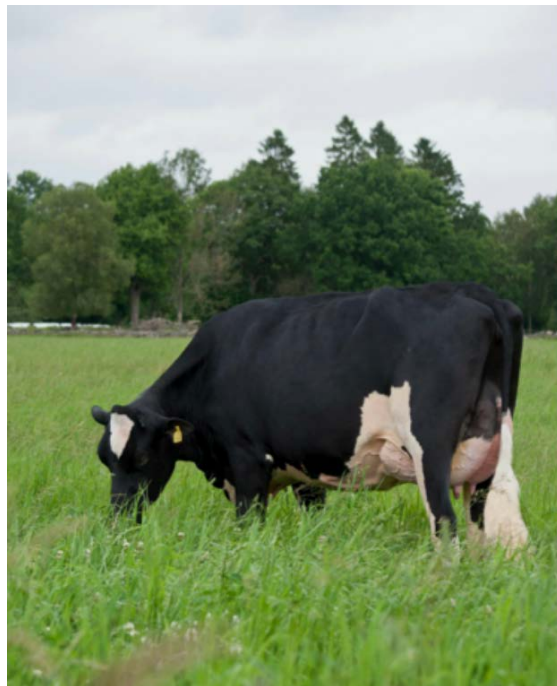


Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjursgenetik

Hornlöshet hos kött- och mjölkkor: nedärvning och samband med andra egenskaper

Elin Dalemar



Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjursgenetik,
484
Uppsala 2015

Examensarbete, 15 hp
– Kandidatarbete
(Litteraturstudie)

Agronomprogrammet–Husdjur



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjursgenetik

Hornlöshet hos kött- och mjölkkor: nedärvning och samband med andra egenskaper

Polledness in beef and dairy cattle: inheritance and impact on other traits

Elin Dalemar

Handledare:

Dirk-Jan de Koning, SLU, Institutionen för husdjursgenetik

Examinator:

Erling Strandberg, SLU, Institutionen för husdjursgenetik

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0553

Program: Agronomprogrammet–Husdjur

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Omslagsbild: Elin Dalemar

Serienamn, delnr: Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjursgenetik, 484

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

Nyckelord: Hornlöshet, kullig, horn, nötkreatur, mjölkkor, köttjur, genetiska samband, avhorning

Key words: Polledness, polled, horn, cattle, beef cattle, dairy cattle, genetic correlation, dehorning

Sammanfattning

I denna litteraturstudie sammanfattas information angående hornlöshet hos kött- och mjölkkor. Syftet omfattar att undersöka hur fenotypen nedärvs, om det finns skillnader mellan raser samt att redovisa samband med andra egenskaper. Kor med horn kan orsaka skador på såväl djur som människor och korna blir därför svårare att hantera. Avhorning har länge varit en metod för att undvika det oönskade fenotypiska uttrycket, men detta kan orsaka problem i produktionen. De mutationer som tros leda till hornlöshet återfinns på första kromosomparet. Intervallet där de sannolika mutationerna finns varierar mellan raser. Holstein-friesian, jersey och witrug bär på en allel, P_F , medan övriga europeiska raser som har hornlösa individer bär på allelen P_C . I de genomgångna studierna ingår inte alla raser som förekommer i svensk nötkreatursproduktion. Samband mellan hornlöshet och andra egenskaper har setts hos charolaistjurar, där hornlösa individer hade signifikant tjockare ryggfett än sina hornbärande motsvarigheter. Det har även visat sig att totalindexet är lägre hos hornlösa tjurar. Om detta är ett resultat av låg selektionsintensitet eller om det beror på genetisk koppling till andra gener är oklart. För att introducera hornlösa alleler till en population har metoder funnits där det går att lägga in kända alleler från hornlösa raser till en hornbärande population och få dem att producera hornlösa avkommor. Innan avel för hornlöshet börjar tillämpas alltför frekvent bör fler studier göras över huruvida hornlöshet samverkar med produktionsegenskaper hos våra kött- och mjölkkraser.

Abstract

This literature study summarizes polledness in beef and dairy cattle. The aim is to investigate how the phenotype is inherited, if there are differences between breeds and also to report impact on other traits. Horns can cause damage to both animals and humans and make cattle more difficult to manage. Dehorning has long been used as a method to avoid the undesired phenotype expression in cattle; however this is not without complications. The hornless mutations that are believed to lead to polledness are found on the first chromosome pair. The intervals in which the probable mutations exist vary in and between different breeds. Holstein-Friesian, Jersey and Witrug carry the allele P_F while other European breeds that have hornless individuals carry the allele P_C . The investigated literature does not include all breeds that exist in Swedish cattle production. Polledness has been linked with other characteristics. For example there have been observations in Charolais that bulls had significantly thicker backfat than their horned counterparts. It has also been found that Net Merit is lower in polled bulls. If this is a result of low selection intensity or whether it is due to genetic linkage to other genes is unclear. A method has been found that makes it possible to take known alleles of one breed and introduce to another to get a horned population to producing polled offspring. Before breeding for polledness starts to become more frequent more studies should be done on whether polledness interact with the production characteristics of our beef and dairy breeds.

Introduktion

Horn utvecklas av många olika vävnadstyper redan under fosterstadiet. På foster som endast var 3 månader kunde indikationer av hornväxt återfinnas. När hornet sedan börjar växa blir det antingen fast ansatt i kraniet eller så sitter hornet löst, så kallat scurs (Dove, 1935). Djur som inte utvecklar horn kallas för kulliga.

Horn är inte önskvärt i produktionen av vare sig mjölkkor eller köttdjur, därför avhornas ofta kalvar. Anledningar till avhorning är att djuren blir lättare att hantera, skaderisken för skötare och andra djur minskar samt för att kunna ha mindre öppningar i fodergrindarna (Stock et al., 2013). Horn har även visats orsaka stora förluster av slaktkroppen eftersom hornbärande djur löper större risk att skada varandra under djurtransporter (Meischke et al., 1974).

Avhorning orsakar lidande för djuren trots att lokalbedövning används och lindrar smärtan under själva ingreppet och kort tid därefter (Stafford & Mellor, 2011). Det är även kostsamt för lantbrukaren och påverkar djuren negativt eftersom allmäntillståndet påverkas. Istället för att avhorna kan selektion för hornlöshet användas för att naturligt komma ifrån detta oönskade fenotypiska uttryck. Genom att avla på det hornlösa anlaget kan man på ett enkelt vis få fram hornlösa kalvar (Long & Gregory, 1978).

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka hur nedärvning av den hornlösa fenotypen sker och hur det skiljer sig åt mellan raser. Syftet är också att undersöka om det finns samband mellan hornlöshet och andra egenskaper samt att undersöka om det finns några tillämpbara genetiska tester som kan användas av lantbrukare. Rapporten ska också i korthet klargöra varför horn och avhorning påverkar produktionen negativt.

Litteraturstudie

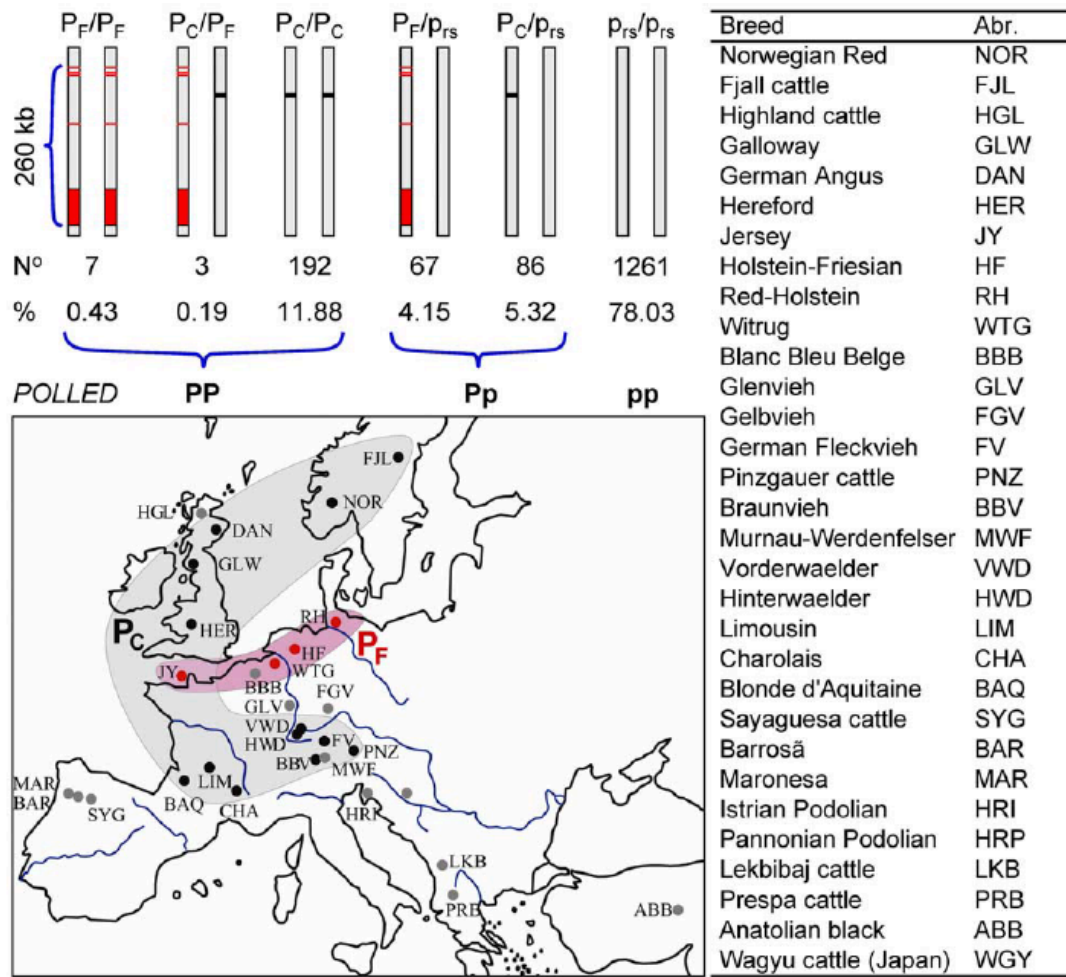
Nedärvning, uttryck och skillnader mellan raser

Hornlöshet nedärvs autosomt dominant (Long & Gregory, 1978) och därför krävs endast en hornlös allel för att få en icke hornbärande (kullig) individ, vilket gäller såväl hondjur som handjur. Troligen är locuset för hornlöshet beläget på första kromosomparet (BTA1) av nötkreaturs 30 par (Medugorac et al., 2012; Seichter et al., 2012). Brenneman *et al.* (1996) menade att locuset finns i närheten av BTA1:s centromer. Wiedemar *et al.* (2014) fann vid kartläggning av såväl homozygota som heterozygota simmentaltjurar att det var inom ett 441 kb (tusen baspar) långt intervall som den troliga mutationen som leder till hornlöshet låg. Dessa simmentaltjurar jämfördes sedan med nio homozygota tjurar av flera olika raser för att identifiera om haplotypen inom de 441 kb kunde associeras med hornlöshet. Två tjurar avvek, av raserna blonde d'aquitaine och braunvieh, och antogs bära på rekombinationer av haplotypen. Wiedemar *et al.* (2014) analyserade även genomet hos 28 avkommeprövade tjurar av kött- eller kombinerad kött- och mjölkkras; simmental, limousine, charolais, hereford, pinzgauer, blonde

d'aquitaine, och braunvieh. Resultatet blev att den hornlösa mutationen för dessa raser verkar ligga inom ett intervall på 212 kb eftersom de kunde se ett gemensamt haplotypblock i genomet hos raserna (Wiedemar et al., 2014). Allais-Bonnet *et al.* (2013) fann också att mutationen sannolikt ligger inom ett 212 kb intervall.

Holstein har visat sig avvika från andra raser. Flera mutationer som förekommer tillsammans på BTA1 har identifierats av Medugorac *et al.* (2012) och visats leda till hornlöshet. Det är fem olika mutationer som ligger inom ett haplotypblock på 260 kb som antas leda till hornlöshet. Blocket innehåller tre SNP, en 80 kb insertion-deletion (InDel) och en 5 kb InDel (Medugorac et al., 2012). Dessa mutationer benämns gemensamt som P_F och återfinns även i raser med europeiskt ursprung från den frisiska kusten (Figur 1): holstein-friesian, jersey, röd holstein, och witrug (Medugorac et al., 2012). Enligt Wiedemar *et al.* (2014) sträcker sig mutationen över ett längre intervall. Det hornlösa locuset kartlades i deras studie till att ligga inom ett intervall av 932 kb. Inom intervallet fann Wiedemar *et al.* (2014) 182 variationer i genomet som var associerat med kullighet. Av dessa återfanns de tre SNPs som funnits av Medugorac *et al.* (2012) samt en 80 kb InDel. Allais-Bonnet *et al.* (2013) fann fyra mutationer som associerades med den frisiska allelen. Inom dessa var det tre SNPs och en 80 kb duplikation. En SNP och 80 kb duplikationen var samma som Medugorac *et al.* (2012) fann.

Övriga europeiska raser, bland annat den svenska fjällkon, bär på en annan mutation som leder till hornlöshet (Medugorac et al., 2012) (Figur 1). Medugorac *et al.* (2012) påvisade att det hornlösa locuset är en komplex mutation som består av en 202 kb InDel (P_{202ID}) och återfinns på BTA1. P_{202ID} är enligt Medugorac *et al.* (2012) i fullkomlig kopplingsjämvikt till hornlöshet i alla europeiska raser utom holstein-friesian, jersey, och witrug där allelen P_{202ID} endast förekommer sporadiskt. Mutationen P_{202ID} benämns med P_C , från sitt keltiska ursprung. Dessa två olika alleler, tillsammans med den recessiva allelen p_{rs} , som ger horn i homozygot uppsättning, ger sex olika varianter i det hornlösa locuset. Oavsett om allelerna i locuset hos en homozygot individ är P_F , P_C eller kombination av dessa är det associerat med kullighet (Medugorac et al., 2012).



Figur 1. Fördelning av de hornlösa allelerna inom de europeiska raserna. Raserna undersökta i studien återfinns i kolumnen till höger och rasernas ursprung visas på kartan. Det röda bältet visar de frisiska raserna som bär på P_F . Det gråa bältet med svarta punkter visar raserna med allelen P_C . Resterande raser är representerade med grå punkter och är hornbärande raser. Staplarna visar schematiskt var mutationerna för hornlöshet sitter på en del av BTA1. På P_F ser man röda områden motsvarande mutationerna, 80 kb InDel, 5 kb InDel och tre SNP:s. P_C stapeln har ett svart område där P_{202ID} förekommer. Under staplarna visas genotypfrekvensen inom undersökningen av de europeiska raserna (figur 4 från Medugorac *et al.* (2012)).

Locuset för scurs, som är ett löst ansatt horn, har påträffats på den 19:e kromosomen hos nötkreatur av Asai *et al.* (2004). I en senare undersökning kunde inte positionen för scurs bekräftas i den franska charolaispopulationen (Capitan *et al.*, 2009). Det som kunde bekräftas var att scurs nedärvs autosomt recessivt, allelen sc som är frånvaro av scurs är fullkomligt dominant över Sc (Capitan *et al.*, 2009) (Tabell 1).

Tabell 1. Fenotypiskt uttryck vid olika genotyper hos fransk charolais enligt Capitan *et al.* (2009)

	Sc Sc	Sc sc	sc sc
P P	Scurs	Hornlös	Hornlös
P p	Scurs	Hornlös	Hornlös
p p	Horn	Horn	Horn

Tidigare studier har visat att Sc varit delvis dominant över sc beroende på kön. Hos handjur med dubbel heterozygot uppsättning av hornlöshet och scurs (Pp Scsc) uttrycktes scurs medan hondjur med samma genotyp inte uttryckte scurs p.g.a recessiv nedärvning (Long & Gregory, 1978). Hos tjurar av raserna angus, kullig hereford och hereford krävdes genotypen PP ScSc eller Pp Sc- för att utveckla scurs (Long & Gregory, 1978). Hondjur av samma ras krävde däremot genotypen P-ScSc (Frisch *et al.*, 1980; Long & Gregory, 1978) (Tabell 2).

Tabell 2. Fenotypiskt uttryck vid olika genotyper enligt Long och Gregory (1978)

	Sc Sc	Sc sc	sc sc
P P	Scurs	Hornlös	Hornlös
P p	Scurs	Scurs (handjur) Hornlös (hondjur)	Hornlös
p p	Horn	Horn	Horn

Wiedemar *et al.* (2014) fann dock att det inte fanns någon koppling mellan kön och scurs utan att det uttrycktes hos alla raser så länge individen är heterozygot för det hornlösa anlaget. Inte heller någon variation i uttryck mellan P_F och P_C återfanns. Hornlöshet har epistatiskt effekt på scurs vilket gör scurs inte kan uttryckas hos individer homozygota för allelerna för hornlöshet (PP) (Wiedemar *et al.*, 2014). Detta skiljer sig från vad som funnits tidigare av Long och Gregory (1978) och Capitan *et al.* (2009) eftersom att uttrycket av scurs visats hos homozygota hornlösa individer i deras resultat (Tabell 1 & 2). Hornbärande individer maskerar scurs då hornen förekommer på samma ställe på huvudet (Asai *et al.*, 2004) (Figur 2). Förekomsten av scurs varierar mellan olika raser. I studien av Capitan *et al.* (2009) låg allelfrekvensen av Sc hos hornbärande charolaispopulationen med endast hondjur på 69,9 % och motsvarande frekvens i populationen hornförande hereford på 89,4 % (Capitan *et al.*, 2009).



Figur 2. Olika fenotypiska uttryck hos simmental. Normala horn (A), scurs (B) och kullig (C) (figur 1 från Wiedemar et al. (2014).

Tillgången till fryst sperma innebär att hornlösa tjurar från hela världen kan användas för att få fram kulliga kalvar. Spurlock *et al.* (2014) visade hur användningen av hornlösa tjurar har sett ut på den amerikanska marknaden under perioden december 2010 till augusti 2013. Andelen genomiskt testade hornlösa holsteintjurar ökade från 13 till 68 stycken. Även andelen hornlösa jerseytjurar som var genomiskt testade ökade under denna period. De avkommeprövade kulliga holsteintjurarna ökade något medan hornlösa jerseytjurarna inom samma kategori minskade (Spurlock et al., 2014).

Samband med andra egenskaper

Det finns flera studier publicerade över hur hornlöshet samspelar med egenskaper som påverkar såväl produktion som andra fenotypiska uttryck. I en studie registrerades egenskaper hos hornbärande och hornlösa tjurar av raserna hereford och charolais. Det som Stookey och Goonewardene (1996) fann var att kulliga charolaistjurar hade signifikant tjockare ryggfett än hornbärande tjurar av samma ras, skillnaden var 0,27 mm. I övrigt var hornbärande och kulliga charolaistjurarna likvärdiga vad gäller daglig tillväxt, justerad årlig vikt och justerad scrotumomkrets (Stookey & Goonewardene, 1996). Herefordtjurarna testades på två olika teststationer, en på universitetet i Saskatchewan och ett i Alberta. I Saskatchewan fann studien att det var en signifikant högre daglig tillväxt hos de kulliga tjurarna, medan de på teststationen i Alberta konstaterades att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan tjurarna (Stookey & Goonewardene, 1996). I en studie över hur slaktkropparnas egenskaper varierade mellan kulliga och avhornade tjurar användes tre olika syntetiska raser (Goonewardene et al., 1999b). Raserna var två syntetiska kötttraser och en syntetisk mjölkras. I den ena syntetiska kötttrassen ingick 33 % vardera av raserna angus och charolais, 20 % galloway och resterande andel utgjordes av andra kötttraser. Den andra syntetiska kötttrassen bestod av 60 % hereford och resterande del bestod av andra kötttraser. Den syntetiska mjölktrassen bestod av 60 % mjölktraser; holstein, brown swiss eller simmental och 40 % kötttraser. Egenskaper som registrerades var kroppsvikt, genomsnittlig daglig tillväxt och kvalitén på slaktkroppen. Effekten av hornstatus, ras och ålder på kon analyserades. Vid jämförelse mellan hornstatus fanns inga signifikanta skillnader förutom att medeltjockleken på fettet var högre hos kulliga tjurar (Goonewardene et al., 1999b). Signifikanta skillnader i bedömningen av slaktkroppen kunde inte påvisas, dock observerades mörkare kött hos kulliga

tjurar vilket enligt Goonewardene *et al.* (1999b) tros ha orsakats av stress. Den skillnad som förekom mellan de kulliga och avhornade tjurarna berodde enligt Goonewardene *et al.* (1999b) på skillnader i ursprungsraserna och att det genetiska bidraget från dessa raser varierade mellan de syntetiska raserna.

Egenskaper som påverkar kornas reproduktion och kalvarnas tillväxt undersöktes genom att jämföra de tre syntetiska raserna nämnda ovan. Studien visade att det var liten eller ingen skillnad mellan hornbärande och kulliga djur inom och mellan raserna (Goonewardene *et al.*, 1999a). Hos tjurar har en spiral på penisen som påverkar fertiliteten negativt funnits, och då med högre frekvens hos kulliga tjurar. Av de hornlösa tjurarna hade 16 % denna defekt och endast 1 % av de hornbärande. Inom rasen hereford var frekvensen av spiralformationen mellan hornbärande och hornlösa tjurar 1 % respektive 10 % (de Blockey & Taylor, 1984).

Det förekommer att hornlöshet samverkar med andra egenskaper som inte påverkar produktionen. Allais-Bonnet *et al.* (2013) upptäckte att hornlösa kor hade fler och längre ögonfransar, samt att ögonfransarna var mörkare hos pigmenterade djur.

I Rumänien utfördes en studie där produktionsegenskaperna undersöktes hos mjölkkor. Rasen rumänsk brun boskap ingick i studien och egenskaperna som registrerades var laktationslängd, mjölmängd, samt fett- och proteinhalt. Ingen signifikant skillnad mellan hornbärande och kulliga djur inom rasen kunde påvisas. De hornlösa korna hade en tendens till högre proteininnehåll i mjölken när djuren inom samma laktation jämfördes (Onaciu *et al.*, 2012).

För att förstå hur avel med hornlösa tjurar kan påverka produktionen studerades tre olika scenarion i en simuleringsstudie. Det ekonomiskt viktade totalindexet, Net Merit, jämfördes efter hur det förväntas nedärvas till döttrar från kulliga och hornbärande tjurar. Döttrar efter kulliga holsteintjurar hade ett lägre totalindex, därmed förväntades det att korna skulle bli mindre lönsamma under produktionstiden. Den största skillnaden fann man för produktionsrelaterade egenskaper. Alla hornlösa tjurar, oavsett ras, hade generellt lägre avelsvärde (Spurlock *et al.*, 2014).

Påverkan av horn

I Australien har Meischke *et al.* (1974) undersökt hur horn påverkar djuren under transporter. Skador på kropparna ökade på grund av horn. Upp till dubbelt så många drabbades av blåmärken i grupperna med hornbärande djur. Kassering av delar på slaktkroppen till följd av blåmärken var mer förekommande vid jämförelse mellan två grupper, där den ena var hornbärande och den andra hornlös. Detta medför stora ekonomiska förluster för djurägaren (Meischke *et al.*, 1974). Även Marshall (1977) fann att det var större förekomst av skador på slaktkropparna från djur som gått med hornbärande individer.

Avhorningens inverkan

Om kulliga moder- och faderdjur inte används i produktionen kommer avhorning behöva utföras på kalvarna för att undvika den oönskade fenotypen. Avhorning kan ske på olika sätt och ska utföras under bedövning (Djurskyddsförordning, 2015). Användning av bedövning har setts lindra smärtan hos nötkreatur under avhorning (Stock et al., 2013). Används inte bedövning påverkas kalvarnas välfärd och allmäntillstånd negativt.

En enkät gjord av Wikman *et al.* (2013) skickades till 1000 finska mjölkproducenter, där svaren visade djurägarnas syn på avhorning. Det visades att kvinnor, oavsett vilket system som djuren hölls i, värderade smärtan vid avhorning högre och var mer villiga att i högre utsträckning ge kalvar smärtstillande vid avhorning än vad män gjorde. Produktionssystemet påverkade också inställningen till horn och ställdes i relation till att avhorna kalvar och smärtan den medför. Män med uppbundna djur värderade smärtan vid avhorning högre och kunde tänka sig att behålla horn på djuren, trots riskerna hornen medför, jämfört med män där djuren gick i lösdrift. Mjölkproducenter vars djur gick i lösdrift ville till en högre grad kunna självmedicinera kalvarna mot smärta i jämförelse med producenter vars djur var uppbundna (Wikman et al., 2013).

Vid avhorning påverkas inte djuren bara av smärta utan de påverkas dessutom av yttre stimuli så som nära kontakt av människor, dofter och blod. Detta kan leda till att stressen av ingreppet kan öka (Stafford & Mellor, 2011). Den vanligaste avhorningsmetoden i Sverige är med brännjärn. Trots att bedövningsmedel används stiger kortisolhalten i blodet, vilket indikerar smärta. I en studie gjord på holstein-friesian kvigkalvar såg Doherty *et al.* (2007) att oavsett behandlingsmetod var den högsta kortisolkoncentrationen i blodet uppmätt 30 minuter efter avhorning. Graf och Senn (1999) såg att lokalbedövning resulterade i minskad utsöndring av kortisol till blodet, men ökade ändå i förhållande till kontrollgruppen. Beteende kopplat till smärta observerades vid avhorning, så som svansviftning, skakande av huvudet och snubblingar (Graf & Senn, 1999). Beteendena minskade vid användning av lokalbedövning enligt Graf och Senn (1999) och Faulkner och Weary (2000) medan Morisse *et al.* (1995) inte kunde finna någon effekt på beteendeförändringarna med behandlingen.

Vid avhorning av stutar som går på feed-lots har skillnad i den dagliga tillväxten setts minska signifikant efter avhorning jämfört med stutar som inte avhornades (Goonewardene & Hand, 1991). Hornen som togs bort var utvecklade och dessa djur fick ingen bedövning.

Genetiska tester och genmodifiering

Kommersiella tester för att säkerställa om en individ är homozygot eller heterozygot finns. Dessa tester avgör också om de hornlösa allelerna är P_C eller P_F . Kostnaden för att testa ett djur är 25\$ (University of California, 2015), vilket motsvarar cirka 217 kronor i dagens valutakurs.

Med ny teknik kan alleluppsättningen modifieras. Tan *et al.* (2013) fann att man kunde ändra genotypen i fibroblasten från hornbärande mjölkkrastjurar. Allelen som då introducerades var P_C från den kulliga rasen angus. På det viset kan en önskvärd allel introduceras i en population som återfinns i en annan. Korsningsavel är ett annat alternativ för att få den hornlösa fenotypen från en ras till annan. Detta kan dock påverka totalindexet för produktionsegenskaper, då man riskerar att icke önskvärda egenskaper också introduceras i populationen (Tan *et al.*, 2013).

Diskussion

Avhorning är ett problem inom nötkreatursproduktionen. Därför finns ett stort intresse för hornlösa individer i avelsarbetet, så länge de håller måttet mot hornbärande djur med avseende på produktionsegenskaper. Många av raserna hos nötkreatur har anlag till hornlöshet, utom hos t.ex. highland cattle där hornen är en del av det rastypiska utseendet. Genetisk variation av de hornlösa allelerna mellan raser har inte visats leda till någon skillnad i uttrycket av hornlöshet. De som är likt mellan raser är att locuset finns på BTA1, trots olika förväntade mutationer. Alla raser är inte representerade i studierna, varken svensk röd och vit boskap (SRB) eller finsk ayrshire. SRB utgjorde ungefär 40 % av djuren i kokontrollen under år 2013 (Växa, 2014). Detta resulterar i att det är ett stort mörkertal av djur i Sverige som inte omfattas av de publicerade studierna. Inte heller alla kötttraser har ingått i studierna vilket gör att slutsatser täckande alla raser inte går att dra.

Något som är intresseväckande är att horn, som är den dominerande fenotyp inom de flesta raser, är ett resultat av recessiva alleler. Som visas i figur 1 är frekvensen av horn i Medugorac *et al.* (2012) studie 78 %. Eftersom kullighet är dominant skulle högre frekvens av hornlöshet kunna antas. En förklaring kan vara att innan domesticeringens tid var hornen en avgörande faktor för att kunna konkurrera och överleva och att allelen p_{FS} då nästintill blivit fixerad. I sin tur medför detta att avel för att öka frekvensen av kulliga individer inte borde blir speciellt svårt, om den används på rätt sätt.

Att det hornlösa anlaget återfinns på BTA1 verkar vara bekräftat då flera tidigare studier observerat detta och inga nyare publicerade artiklar inom forskningsområdet återfinns. Något som forskare däremot är oense om är längden på P_C . Enligt Medugorac *et al.* (2012) var det en 202 kb InDel, medan Allais-Bonnet *et al.* (2013) och Wiedemar *et al.* (2014) påstår att allelen P_C ligger inom ett intervall av 212 kb. Mellan resultaten skiljer det 10 kb som inte går att förklara. I beaktande bör tas att Wiedemar *et al.* (2014) i sin slutsats bekräftar tidigare publicerat material av Medugorac *et al.* (2012) om P_C och dess lokalisering på BTA1 hos kötttraser och kombinerade kött- och mjölktraser. Detta resulterar i att tilliten för Wiedemar *et al.* (2014) resultat minskar då de motsäger sig själva och sitt egna resultat. De 182 sekvensvarianterna av den förväntade mutationen funnen av Wiedemar *et al.* (2014) hos holstein visar att det fortfarande finns mycket att undersöka inom området för att verkligen klargöra vad som påverkar uttrycket av hornlöshet. Ingen av de tre studierna redovisade i litteraturstudien gällande P_F , som finns hos bl.a. holstein, är

överens om vilken längd mutationerna har, vilka mutationer det är och var på BTA1 mutationerna återfinns. Det som är gemensamt för alla publikationer är att alla har funnit att en 80 kb InDel ingår inom haplotypblocket för hornlöshet.

Scurs som tidigare troddes vara ett dominant anlag hos heterozygota tjurar för hornlöshet av Long och Gregory (1978) beskrivs 31 år senare av Capitan *et al.* (2009) ha ett recessivt uttryck. Att scurs skulle vara ett könsbundet anlag finns det skilda åsikter om. Wiedemar *et al.* (2014) påstod att koppling till kön inte fanns med scurs medan såväl Long och Gregory (1978) och Frisch *et al.* (1980) ansåg att det faktiskt fanns skillnad mellan hondjur och handjur. De nyare studierna skiljer sig delvis från den äldre informationen som finns publicerad angående scurs. Det mesta runt scurs verkar vara utforskat med tanke på att varken lokaliseringen av genen eller uttrycket verkar vara helt kartlagt. Något som styrker vad Asai *et al.* (2004) funnit om lokaliseringen till kromosom 19 har inte publicerats. Den enda studien jag hittat är av Capitan *et al.* (2009) som varken kunde bekräfta eller dementera detta hos den franska charolaispopulationen. Individer heterozygota för hornlöshet och homozygota för scurs (Pp ScSc) är enligt Wiedemar *et al.* (2014) de djur som kan uttrycka scurs. Detta stämmer överens till viss del med vad Capitan *et al.* (2009), Long och Gregory (1978) och Frisch *et al.* (1980) fann i sina studier. Dock avvek Long och Gregory (1978) resultat från detta då tjurar med ovan nämnda genotyp (Pp ScSc) utvecklade scurs. Skulle det kunna antas att det skett felaktig klassificering av handjuren som påståtts utveckla scurs trots heterozygot uppsättning av Sc verkar det som om alleluppsättningen ScSc är det som krävs för att uttrycka scurs. Eftersom olika resultat funnits med avseende hur uttrycket av scurs sker beroende på alleluppsättning av hornlöshet hos individen är det svårt att dra några slutsatser. Long och Gregory (1978) och Capitan *et al.* (2009) fann att såväl heterozygoter som homozygoter för hornlöshet uttrycker scurs, medan Wiedemar *et al.* (2014) resultat bekräftade att scurs endast fanns hos individer med alleluppsättningen Pp. Wiedemar *et al.* (2014) tar upp att scurs uttryck är lika oavsett vilken av allelerna P_F och P_C individen bär på. Artiklarna av Long och Gregory (1978), Frisch *et al.* (1980) och Capitan *et al.* (2009) studerade endast djur med P_C och kunde konstatera hög frekvens inom populationerna av fransk charolais och hereford. Om samma höga frekvens av scurs återfinns hos raser bärandes på P_F är inte dokumenterat hos någon av de genomgångna artiklarna. Studier på fler raser skulle därför vara av intresse för att verkligen kartlägga hur detta fenotypiska uttryck kan hindras genom aveln.

När det gäller studien om samband mellan hornlöshet och defekter på reproduktionsorganen hos tjurar (de Blockey & Taylor, 1984) är den enda rasen som jämförs mellan hornbärande och kulliga individer inom samma ras hereford. Skillnaden är stor, men detta kan antas bero på en grundareffekt. Detta kan komma av att de hornlösa herefordtjurarna är från ett mindre urval av tjurar och spiralpenisen kan då vara ett fenotypiskt uttryck som ärvt vidare till avkommorna utan genetisk koppling till hornlöshet. Andelen testade djur varierar också mycket mellan hornbärande och hornlösa inom hereford. Nästan två och en halv gång fler hornbärande djur testades. Detta kan göra att datamaterialet blir missvisande. För att kunna avgöra om spiralpenisen har ett

samband med hornlösheten bör studier göras även på andra raser där man kan jämföra hornbärande med hornlösa inom samma ras. Med tanke på den allt större användningen av artificiell insemination, kan det vara så att denna defekt fortfarande kommer bortses ifrån då hornlöshet kan värderas högre hos djurägare om man inte använder sig av naturlig betäckning.

Ingen av studierna har visat fullständigt genetiskt samband med hornlöshet och andra egenskaper täckande alla raser. Stookey och Goonewardene (1996) fann att hornlösa charolaistjurar hade tjockare ryggfett men inte avvek i daglig tillväxt. I tillväxten ingår såväl muskler som fett i vikten. Detta gör att de kulliga tjurarna faktiskt hade lägre tillväxt i muskler än hornbärande tjurar med samma ras. Detta behöver inte vara ett resultat av ett oönskat uttryck. Konsumenternas efterfrågan är vad som styr hur slaktkroppen ska se ut, vill konsumenterna ha en ryggbiff med tjockare fettkappa är denna korrelation ogynnsam för kulliga tjurar. Skulle konsumenter däremot vilja ha ett magrare kött så är detta starkt ogynnsamt. Skillnaden i tjocklek på ryggfettet var 0,27 mm vilket inte är speciellt mycket.

Att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan hornbärande och hornlösa mjölkkor inom rasen rumänsk brun boskap med avseende på mjölkegenskaper kan ha några olika förklaringar. Den första är att det faktiskt inte finns någon skillnad mellan de två olika kategorierna av kor. Dock tror jag att det finns andra saker som påverkar resultatet. Mjölmängd, fett- och proteinhalt är egenskaper som styrs av kvantitativa gener. Detta gör att såväl genotypen och miljöfaktorer påverkar det fenotypiska uttrycket. Får inte korna ett foder som de har möjlighet till att producera maximalt på kommer de inte att producera till sin fulla kapacitet. Antaganden kan dras över att mjölkkor i Rumänien inte ingår i en speciellt intensiv produktion. Med stor sannolikhet är det miljöfaktorerna som är de främsta begränsande faktorerna som avgör hur korna producerar och inte genotypen. Jämförelsen blir då inte rättvis för någon av djurkategorierna.

Att Spurlock *et al.* (2014) ansåg att hornlösa tjurar var mindre lönsamma går också att spekulera kring. Ett lägre totalindex gör att lönsamheten teoretiskt sett blir lägre, men man behöver inte avhorna kalvar om hornlösa tjurar används inom aveln. Hornlösa individer ger en vinst i såväl ekonomiska aspekter som att minska lidande och stress hos kalvar vilket uppstår vid avhorningen. Genom att införa hornlöshet i det ekonomiskt viktade indexet kan ett mer rättvist värde på tjurarna fås då det blir en ekonomisk vinning av att använda kulliga tjurar i förhållande till kostnader för avhorning och välfärd hos djuren. Tjurar oavsett hornstatus kan då jämföras sinsemellan genom att endast ta hänsyn till indexet vilket gör det enklare för lantbrukare att se den ekonomiska vinsten hos tjurarna och då använda dem i sin besättning. Att även använda sig av hondjur som är bra avelsmaterial är minst lika viktigt som tjurar. Eftersom det finns metoder för att gentesta korna och få reda på om det är heterozygota eller homozygota för hornlöshet kan man bättre planera sin avel. Dock kostar testet en del, vilket kan hindra lantbrukare att testa sina djur trots att det ger en vinst i längden. Det tillgängliga testet är amerikanskt vilket kan göra att det anses som mer krångligt att testa sina djur jämfört med om det funnits ett liknande test på den svenska marknaden.

Att kulliga nötkreatur skulle vara sämre än sin hornbärande motsvarighet kan förklaras av några genetiska samband. Eftersom horn, p_{rs} , har den högsta allelfrekvensen inom de flesta raser så gör det att när selektion av tjurar till avel med P_C och/eller P_F sker så är selektionsintensiteten väldigt låg jämfört med den hornbärande kategorin. Ett mindre antal hornlösa individer finns att välja bland och det i sin tur gör att avelsframsteget blir lägre inom den hornlösa populationen inom rasen. Pleiotropi kan medföra att hornbärande individer blir sämre än sina konkurrenter ifall genen för hornlöshet då påverkar andra fenotypiska uttryck än kullighet. Det är bekräftat att ögonfransarna blir längre hos hornlösa kor av Allais-Bonnet *et al.* (2013), men om det beror på genetisk koppling eller pleiotropi är oklart.

Metoden funnen av Tan *et al.* (2013) att introducera alleler från redan kända hornlösa raser gör att tjurar med bra avelsvärden eller högt genomiskt testade kan användas trots att de inte är hornlösa och få fram hornlösa avkommor. Detta gör att man kan välja bland alla tjurar som finns på marknaden och introducera en ny allel inom populationen. Selektionsintensiteten kan då öka och om det inte finns någon genetisk koppling till andra egenskaper bör deras avkommor inte bli sämre än förväntat.

Slutsats

Det är fortfarande oklart var genvarianten för hornlöshet finns på BTA1 och vilka mutationer som orsakar uttrycket. Den dominanta nedärvningen av hornlöshet är bekräftad. Scurs uttrycks hos individer som är heterozygoter och eventuellt även hos homozygoter för hornlöshet. Scurs inverkar negativt då det ger en form av hornutveckling. Olika raser skiljer sig åt vad gäller var på BTA1 allelerna förväntas finnas. Mycket tyder på att holstein-friesian, jersey och witrug som härstammar från den frisiska kusten bär på ett haplotypblock som inte återfinns hos andra europeiska raser. Samband mellan hornlöshet och produktionsegenskaper har setts hos charolaistjurar som fick tjockare ryggfett än hornbärande. Liknande samband har setts gällande defekter på reproduktionsorganen hos tjurar. Om detta beror på genetisk koppling, pleiotropi eller selektion av fåtal tjurar med det fenotypiska uttrycket är ännu oklart. Lägre totalindex har funnits hos hornlösa tjurar. Någon skillnad i produktionsegenskaper hos mjölkkor i Rumänien har inte funnits. Horn som kan orsaka skador på djur och människor tas bort på djuren, trots att kalvarna utsätts för smärta även vid bedövning. För att undvika horn i besättningen kan lantbrukaren testa sina hornlösa djur med kommersiella gentest, detta för att kunna bygga upp en bra avelsplan och få fram avkommor utan horn. Ytterligare forskning om hur genetisk hornlöshet samspelar med andra egenskaper bör genomföras innan avel för hornlöshet används i stor utsträckning, så att oönskade effekter inte tillkommer i populationerna.

Referenser

- Allais-Bonnet, A., Grohs, C., Medugorac, I., Krebs, S., Djari, A., Graf, A., Fritz, S., Seichter, D., Baur, A., Russ, I., Bouet, S., Rothammer, S., Wahlberg, P., Esquerre, D., Hoze, C., Boussaha, M., Weiss, B., Thepot, D., Fouilloux, M.N., Rossignol, M.N., van Marle-Koster, E., Hreietharsdottir, G.E., Barbey, S., Dozias, D., Cobo, E., Reverse, P., Catros, O., Marchand, J.L., Soulas, P., Roy, P., Marquant-Leguienne, B., Le Bourhis, D., Clement, L., Salas-Cortes, L., Venot, E., Pannetier, M., Phocas, F., Klopp, C., Rocha, D., Fouchet, M., Journaux, L., Bernard-Capel, C., Ponsart, C., Eggen, A., Blum, H., Gallard, Y., Boichard, D., Pailhoux, E. & Capitan, A. (2013). Novel insights into the bovine polled phenotype and horn ontogenesis in Bovidae. *PLoS ONE*, 8(5), s. e63512.
- Asai, M., Berryere, T.G. & Schmutz, S.M. (2004). The scurs locus in cattle maps to bovine chromosome 19. *Animal Genetics*, 35(1), ss. 34-39.
- Brenneman, R., Davis, S., Sanders, J., Burns, B., Wheeler, T., Turner, J. & Taylor, J. (1996). The polled locus maps to BTA1 in a *Bos indicus* × *Bos taurus* cross. *Journal of Heredity*, 87(2), ss. 156-161.
- Capitan, A., Grohs, C., Gautier, M. & Eggen, A. (2009). The scurs inheritance: new insights from the French Charolais breed. *BMC genetics*, 10(1), s. 33.
- de Blockey, M.A.B. & Taylor, E.G. (1984). Observations on spiral deviation of the penis in beef bulls. *Australian veterinary journal*, 61(5), ss. 141-145.
- Djurskyddsförordning *Djurskyddsförordning (1988:539)*[5 april].
- Doherty, T.J., Kattesh, H., Adcock, R., Welborn, M.G., Saxton, A., Morrow, J. & Dailey, J. (2007). Effects of a concentrated lidocaine solution on the acute phase stress response to dehorning in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 90(9), ss. 4232-4239.
- Dove, W.F. (1935). The physiology of horn growth: a study of the morphogenesis, the interaction of tissues, and the evolutionary processes of a Mendelian recessive character by means of transplantation of tissues. *Journal of Experimental Zoology*, 69(3), ss. 347-405.
- Faulkner, P. & Weary, D. (2000). Reducing pain after dehorning in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 83(9), ss. 2037-2041.
- Frisch, J., Nishimura, H., Cousins, K. & Turner, H. (1980). The inheritance and effect on production of polledness in four crossbred lines of beef cattle. *Animal production*, 31(02), ss. 119-126.
- Goonewardene, L. & Hand, R. (1991). Studies on dehorning steers in Alberta feedlots. *Canadian journal of animal science*, 71(4), ss. 1241-1247.
- Goonewardene, L., Pang, H., Berg, R. & Price, M. (1999a). A comparison of reproductive and growth traits of horned and polled cattle in three synthetic beef lines. *Canadian journal of animal science*, 79(2), ss. 123-127.
- Goonewardene, L., Price, M., Liu, M., Berg, R. & Erichsen, C. (1999b). A study of growth and carcass traits in dehorned and polled composite bulls. *Canadian journal of animal science*, 79(3), ss. 383-385.
- Graf, B. & Senn, M. (1999). Behavioural and physiological responses of calves to dehorning by heat cauterization with or without local anaesthesia. *Applied Animal Behaviour Science*, 62(2), ss. 153-171.
- Long, C.R. & Gregory, K.E. (1978). Inheritance of the horned, scurred, and polled condition in cattle. *Journal of Heredity*, 69(6), ss. 395-400.

- Marshall, B. (1977). Bruising in cattle presented for slaughter. *New Zealand veterinary journal*, 25(4), ss. 83-86.
- Medugorac, I., Seichter, D., Graf, A., Russ, I., Blum, H., Gopel, K.H., Rothhammer, S., Forster, M. & Krebs, S. (2012). Bovine polledness--an autosomal dominant trait with allelic heterogeneity. *PLoS ONE*, 7(6), s. e39477.
- Meischke, H., Ramsay, W. & Shaw, F. (1974). The effect of horns on bruising in cattle. *Australian veterinary journal*, 50(10), ss. 432-434.
- Morisse, J., Cotte, J. & Huonnic, D. (1995). Effect of dehorning on behaviour and plasma cortisol responses in young calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 43(4), ss. 239-247.
- Onaciu, G., Pentelescu, O. & Jurco, E. (2012). A comparison of production traits between horned and polled Romanian Brown Cattle. *ABAH Bioflux*, 4(2), ss. 58-65.
- Seichter, D., Russ, I., Rothhammer, S., Eder, J., Forster, M. & Medugorac, I. (2012). SNP-based association mapping of the polled gene in divergent cattle breeds. *Anim Genet*, 43(5), ss. 595-8.
- Spurlock, D.M., Stock, M.L. & Coetzee, J.F. (2014). The impact of 3 strategies for incorporating polled genetics into a dairy cattle breeding program on the overall herd genetic merit. *J Dairy Sci*, 97(8), ss. 5265-74.
- Stafford, K.J. & Mellor, D.J. (2011). Addressing the pain associated with disbudding and dehorning in cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(3), ss. 226-231.
- Stock, M.L., Baldrige, S.L., Griffin, D. & Coetzee, J.F. (2013). Bovine dehorning: assessing pain and providing analgesic management. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 29(1), ss. 103-33.
- Stookey, J. & Goonewardene, L. (1996). A comparison of production traits and welfare implications between horned and polled beef bulls. *Canadian journal of animal science*, 76(1), ss. 1-5.
- Tan, W., Carlson, D.F., Lancto, C.A., Garbe, J.R., Webster, D.A., Hackett, P.B. & Fahrenkrug, S.C. (2013). Efficient nonmeiotic allele introgression in livestock using custom endonucleases. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(41), ss. 16526-16531.
- University of California, Davis. (2015) *Polled vs Horned*.
<https://www.vgl.ucdavis.edu/services/Polled.php>. [2015-04-23].
- Växa Sverige. (2014) *Husdjursstatistik*.
http://www.vxa.se/Documents/husdjursstatistik_2014_slutl.pdf?epslanguage=sv. [2015-04-07].
- Wiedemar, N., Tetens, J., Jagannathan, V., Menoud, A., Neuenschwander, S., Bruggmann, R., Thaller, G. & Drogemuller, C. (2014). Independent polled mutations leading to complex gene expression differences in cattle. *PLoS ONE*, 9(3), s. e93435.
- Wikman, I., Hokkanen, A.H., Pastell, M., Kauppinen, T., Valros, A. & Hanninen, L. (2013). Dairy producer attitudes to pain in cattle in relation to disbudding calves. *J Dairy Sci*, 96(11), ss. 6894-903.