



Institutionen för husdjursgenetik

Genetisk variation i brunststyrka hos svenska mjölkkor

av

Ann-Sofie Hedberg

Handledare:

Anki Roth

Erling Strandberg

Examensarbete 272

2005

Examensarbete ingår som en obligatorisk del i utbildningen och syftar till att under handledning ge de studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Föreliggande uppsats är således ett elevarbete och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund.



Institutionen för husdjursgenetik

Genetisk variation i brunststyrka hos svenska mjölkkor

av

Ann-Sofie Hedberg

Agrovoc: Oestrus detection, dairy cows

Handledare:

Anki Roth, Svensk Mjolk, 631 80 Eskilstuna

Erling Strandberg, HGEN

**Examensarbete 272
2005**

Examensarbete ingår som en obligatorisk del i utbildningen och syftar till att under handledning ge de studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Föreliggande uppsats är således ett elevarbete och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

ABSTRACT	1
SAMMANFATTNING	1
INLEDNING	2
LITTERATURÖVERSIKT	2
Brunsten	2
Brunstbeteenden	3
Insemineringstidpunkt	4
Brunstkontroll	4
Tekniska hjälpmedel vid brunstkontroll	5
Svensk avelsvärdering rörande dotterfruktsamhet	6
Fertilitetsegenskaper	6
Tidigare studier av brunststyrka och dess arvbarhet	7
Brunstkoder	8
MATERIAL OCH METODER	9
Beskrivning av grunddatafiler och bearbetningen av dessa	9
Statistisk analys	12
RESULTAT	13
DISKUSSION	14
SLUTSATSER	16
TACK	16
LITTERATURFÖRTECKNING	17

ABSTRACT

When cows in Sweden are inseminated the heat strength is reported to the Swedish milk-recording scheme and AI scheme. Cows that show strong signs of estrus are desirable and the trait is included in the Swedish breeding goal. A strong heat makes it easier to inseminate at the right time and to avoid long and expensive days open. Since ten years the heat strength is scored from one to five by the farmer and reported to the milk-recording scheme and AI scheme. Earlier the score was from one to three and the decision was made by the AI technician.

The genetic parameters for heat intensity have been estimated from data collected before the scoring was changed, but parameters have not been estimated for the new system. The aim of this study was to estimate genetic parameters for heat intensity for possible use in the genetic evaluation. Data collected in the Swedish milk-recording scheme and AI scheme during the years 1997 to 2003 was used in the study which included both Swedish Holstein and Swedish red and white dairy cattle. The results showed that the heritability of the heat intensity is low in dairy cattle; the heritability was around one percent both in the heifer period and in lactation one to three in both breeds. About one fourth of the herds had a standard deviation in the herd of zero for the trait. This indicates that it is common that the scale for scoring the heat intensity is not used in a proper way when judging the cows' heat intensity. The correlation between lactations for heat intensity was high while it was lower between the heifer period and first lactation.

SAMMANFATTNING

Vid inseminering av mjölkkor i Sverige rapporteras brunststyrkan till kokontrollen och seminbokföringen. Kor som tydligt visar brunst är eftersträvansvärda och egenskapen finns med i det svenska avelsmålet. En tydlig brunst gör det lättare att hitta rätt tidpunkt för inseminering och därmed kan långa och kostsamma tomperioder undvikas. Brunststyrkan bedöms av djurägaren och rapporteras sedan ungefär tio år tillbaka utifrån en femgradig skala. Tidigare var skalan tregradig och brunsten bedömdes av seminören i samråd med djurägaren.

Skattningar av de genetiska parametrarna för brunststyrka har gjorts utifrån den gamla tregradiga skalan, men sedan skalan gjordes om har inga nya genetiska parametrar skattats. Syftet med den här studien var att skatta nya genetiska parametrar för brunststyrka för eventuell användning i avelsvärderingen. Data insamlade via kokontrollen under åren 1997-2003 användes i studien som omfattade både SLB och SRB. Resultaten visade att arvbarheten för brunststyrka hos mjölkkor var låg. I kvigperioden och laktation ett till tre var arvbarheten omkring en procent. Runt en fjärdedel av besättningarna hade noll i standardavvikelse inom besättning för den inrapporterade brunststyrkan. Det tyder på att det är vanligt att skalan inte utnyttjas vid bedömning av brunsten. Korrelationen mellan laktationer för brunststyrka var hög medan den var lägre mellan kvigperiod och första laktation, vilket tyder på att fruktsamheten som kviga och ko är olika egenskaper.

INLEDNING

Sverige, som enda land i hela världen, registrerar och avelsvärderar mjölkors brunststyrka. Vid varje utförd seminering skall brunststyrkan rapporteras till kokontrollen och seminbokföringen. Detta är av stor betydelse då de mjölkkor som visar tydlig brunst har ett bättre dräktighetsresultat än de som visar svag brunst. Bland annat beroende på att det är lättare att hitta rätt tid för insemination hos kor med tydliga brunster (Gustafsson, 1997). Dräktighetsresultaten är i sin tur av stor ekonomisk betydelse då långa tomperioder blir kostsamma för djurägaren.

En allmän uppfattning bland dagens djurägare är att brunsterna blivit kortare samt att brunststyrkan avtagit (Roth, 2004). Det finns utländska studier där det rapporterats om en minskning i andelen upptäckta brunster från 50.9% till 41.5% hos Holstein i sydöstra USA, och hos Jersey en minskning från 59.6% till 49.5% mellan åren 1985 och 1999 (Washburn *et al.*, 2002). De bakomliggande orsakerna kan vara genetiska, att avkastning och brunststyrka är negativt korrelerade med varandra. En annan anledning kan vara att i dagens alltmer effektiva lantbruk minskar ständigt tiden per ko och därmed finns det inte lika mycket tid till att upptäcka eventuella brunster (Roth, personligt meddelande, 2004).

För ungefär tio år sedan ändrades systemet för inrapportering av kors brunststyrka till kokontrollen. Skalan som tidigare varit tregradig blev femgradig och avgörandet att bedöma brunststyrkan flyttades från seminör till djurägare. Det är hela brunsten som ska bedömas och djurägaren har till skillnad från seminören möjlighet att studera djuret under hela brunsten. Bedömningen ska göras utifrån ett medel i den egna besättningen, ingen jämförelse mellan besättningar ska ske när koden sätts.

Tidigare har endast ett fåtal studier gjorts där arvbarheten för egenskapen brunststyrka skattats. Nilsson *et al.* (1983) skattade arvbarheten hos både SLB och SRB, men i relativt små grupper och fick väldigt låg arvbarhet. Roxström *et al.* (2001a) använde sig av data från kokontrollen när arvbarheten för brunststyrka hos SRB skattades och arvbarheten var då något högre. Båda dessa studier är dock utförda utifrån registreringar gjorda enligt den tregradiga skalan.

Under den tid som har förflutit sedan systemet gjordes om har data enbart samlats in via kokontrollen men de genetiska parametrarna för egenskapen har inte skattats. I avelsvärderingen har inte den bredare femgradiga skalan använts utan den har översatts tillbaka till den gamla tregradiga. Syftet med denna studie var att skatta de genetiska parametrarna för brunststyrka utifrån den nya skalan för eventuell användning i avelsvärderingen.

LITTERATURÖVERSIKT

Brunsten

Hos nötkreatur är den sexuella aktiviteten inte begränsad till någon säsong utan den pågår året om med undantag för dräktighetstiden (Gustafsson, 2000), det vill säga korna är polyöstrala (Gustafsson, 1987). Den genomsnittliga brunstcykeln har en längd av 21 dagar, men intervallet kan variera mellan 17 och 24 dagar. Brunstcykeln styrs från hypothalamus som tar emot impulser från omgivningen. Därmed kan djurets fortplantning påverkas av ljus, ljud och

lukta i den yttre miljön (Gustafsson, 2000). Östrogen och då främst oestradiol-17 β är den främsta signalen till hypothalamus som i frånvaro av progesteron inducerar brunst (Vailes *et al.*, 1992). Hormonet GnRH överförs från hypothalamus till hypofysen som påverkas att frisätta det follikelstimulerande hormonet, FSH, som stimulerar tillväxten av äggblåsor i äggstockarna. Den växande äggblåsan producerar östrogen som påverkar ett centrum i hjärnan som framkallar de beteendeförändringar som kan iakttagas under brunsten. Då östrogenet uppnått en viss koncentration i blodet påverkar det hypothalamus och hypofysen så att hormonet LH frisätts. Halten av LH stiger kraftigt under några timmar och går sedan tillbaka, och det är förändringen av LH-nivån som utlöser ägglossningen. Cellerna i den brunsta äggblåsan omvandlas efter ägglossningen till gulkroppsceller och gulkroppen bildas. Progesteron, det dräktighetsbevarande hormonet, som är nödvändigt för fosterutveckling och dräktighet produceras av gulkroppen (Gustafson, 2000). Brunstbeteendet hämmas av progesteronet (Davidge *et al.*, 1987) och dess koncentration är därmed väldigt låg under för- och högbrunst (Kaneko *et al.*, 1991). I de fall då kon är dräktig finns gulkroppen kvar under hela dräktigheten och producerar progesteron (Gustafson, 2000).

Brunstbeteenden

Brunsten hos kon kan indelas i tre olika faser; förbrunst, högbrunst och efterbrunst (Gustafsson, 2000) eller *proöstrus*, *diöstrus* och *metöstrus* (Gustafsson, 1987). Under förbrunsten som varar i ungefär 25 timmar börjar kon visa brunsttecken som försök till upphopp på andra kor, men hon tillåter inte att någon annan gör upphopp på henne. Flytningar börjar komma, vulvan svullnar och slemhinnan blir rödare. Då högbrunsten infaller är brunstslimmet tunt och kristallklart, flytningen är klubbig och fastnar på lår och svans. Kon står stilla då andra kor gör upphopp på henne och hon sänker rygg då länden berörs. När högbrunsten passerat, efter ungefär 24 timmar, inträffar efterbrunsten, som kan vara i en till tre dagar. Slemmet blir då mer segt, blodflytning kan förekomma, vulvans svullnad avtar och kon står inte längre still för upphopp (Gustafson, 2000).

Ett av de tydligaste tecknen på att en ko är brunstig är att hon står stilla för upphopp av andra djur, såväl tjurar som kor. Vanligtvis rider korna på varandra bakifrån, men det förekommer även att de hoppar upp på varandra framifrån. I de fall när detta sker har man kunnat se att merparten av de kor som gör upphopp är i brunst själva. I samma studie kunde man även se att underlaget är avgörande för kornas brunstbeteende. Aktivitet förknippad med brunsten, såsom upphopp på varandra och uttryck för ståreflexen var större på jord än på cement, man kunde även se att brunsten varade längre på jord (Britt *et al.*, 1986). Enligt Helmer & Britt (1985) läggs för stor vikt vid kons ståbrunst vid bedömning av tidpunkt för inseminering. Antagligen skulle säkerheten bli högre om i stället frekvensen av upphopp användes.

Van Vliet *et al.* (1996) kunde se att med 12 observationer per dag om vardera 30 minuter observerades bara ståreflex i 37 % av brunsterna. Orsaken tros vara dels det faktum att enbart vid enstaka tillfällen befann sig flera kor i brunst samtidigt. En annan faktor kunde vara det spaltgolv som korna stod på. En av slutsatserna från försöket var att djurägaren bör uppmärksamma andra brunstbeteenden är just ståreflex (Van Vliet *et al.*, 1996). Mindre säkra tecken på brunst som upphopp på andra kor, orolighet, flytningar, utsättas för upphopp men inte stå still, kel och sniffande av varandras vagina kan även de vara mer än en indikation om de iaktas ofta under en observationsperiod. För att få djuren att rida på varandra och visa en tydlig brunst är det bra om sexuellt aktiva djur hålls i samma grupp (Mellander, 1997).

Kons produktionsnivå påverkar hur tydlig brunstvisningen är. Lopez *et al.*, (2004) kunde i en studie där 267 Holsteinkor deltog se att brunstens varaktighet, ståreflexen samt den tid som ståreflexen varar var kortare under brunsten hos högproducerande kor jämfört med brunsten hos lågproducerande kor. Generellt kunde man också se att kor med kortare brunst hade en tydligare brunst än kor med längre brunst.

Insemineringstidpunkt

Ungefär ett och ett halvt dygn efter att högbrunsten inträtt sker ägglossningen. Det är vid den tidpunkten kon skall semineras för att uppnå bästa resultat. Spermier bör vara i äggledaren när ägglossningen sker då de kan leva där under minst 24 timmar medan ägget bara lever under fyra timmar efter ägglossning. För att lyckas med detta finns det rekommendationer att följa. Upptäcks en högbrunstig ko på morgonen bör hon semineras samma dag. Observeras däremot en högbrunstig ko på kvällen rekommenderas det att hon semineras dagen efter (Gustafson, 2000).

Det finns dock studier som påvisat att ett högre dräktighetsresultat kan uppnås om insemineringen sker tidigare efter upptäckt brunst då kon kan ha befunnit sig i brunst under en längre tid när hon upptäcks. Det rekommenderas att inseminering sker fyra till tolv timmar efter det att brunsten upptäckts i de fall då det är osäkert hur länge kon varit brunstig. Ingen skillnad i dräktighetsprocent kunde observeras beroende på om kon eller kvigan seminerats direkt efter det att brunsten upptäckts eller om hon seminerats efter 12 timmar. Gick det däremot mer än 14 timmar efter ståbrunst till inseminering minskade dräktighetsresultatet. I samma studie kunde det påvisas att antalet ståreflexer under brunsten innan inseminering också påverkade dräktighetsresultatet. Det är emellertid möjligt att detta bara var en följd av att kor med få ståreflexer helt enkelt inte befann sig i högbrunst och därmed hade svårigheter att bli dräktiga (Dransfield *et al.*, 1998).

Brunstkontroll

Effektiv och rätt utförd brunstkontroll är en av de viktigaste skötsel faktorerna som avgör om användningen av AI kommer att lyckas i mjölkkobesättningen eller inte (Heersche *et al.*, 1994). Kalvningsintervallet och därmed också den ekonomiska vinsten påverkas av brunstkontrollen. En förbättrad brunstkontroll kan alltså öka lönsamheten i mjölkproduktionen (Pecsok *et al.*, 1994).

En effektiv och väl utförd brunstkontroll innebär att djuren granskas vid bestämda tider varje dag och inte enbart i samband med utfodring och mjölkning (Gustafsson, 2000). Van Vliet *et al.* (1996) kunde i ett försök i Nederländerna påvisa att tidpunkten för brunstkontrollen har betydelse. Sker kontrollen innan mjölkning är brunstobservationsprocenten lägre än om kontrollen sker efter mjölkning och utfodring, då de flesta djuren vilar och de djur som visar sexuell aktivitet är lättare att upptäcka. Även Dransfield *et al.* (1998) observerade att korna hade en mindre benägenhet att rida på varandra i samband med andra aktiviteter i deras närhet såsom utfodring, mjölkning och utgödsling. I en annan undersökning kunde dock McDougall & Hampson (1992) påvisa att oberoende personer som observerade korna tre gånger dagligen inte upptäckte fler brunster än djurskötaren som iakttog korna två gånger dagligen i samband med mjölkning. Van Vliet *et al.* (1996) kunde se skillnader över dygnet i kornas benägenhet att rida på varandra, aktiviteten ökade nattetid och under de sena morgontimmarna.

Mellander *et al.* (1998) genomförde en studie där det undersöktes om skillnader i rutiner i den praktiska brunstkontrollen kunde förklara skillnader i brunstobservationsprocenten. Resultaten visade att tiden som ägnades åt brunstkontroll i besättningarna påverkade brunstobservationsprocenten. Besättningarna i den sämre kvartilen utförde färre brunstkontroller per dygn och ägnade kortare tid åt brunstkontroll jämfört med besättningarna i den bättre kvartilen. Studien visade att den tid som läggs ned på brunstkontroll i besättningarna är kort i både den bättre och den sämre kvartilen, men den är något längre hos de bättre besättningarna. Djurägarna fick svara på vilka brunsttecken som de lade störst vikt vid. Då djuren var uppbundna på stall lades större vikt vid brunstsymtom som flytningar. Däremot ansågs ståreflex och ridning vara viktigast under betessäsongen. Det fanns stora skillnader mellan besättningarnas brunstobservationsprocent och dessa påverkade signifikant kalvningsintervallet.

Det finns flera olika sätt att beräkna effektiviteten av brunstkontrollen. Bland annat kan procenten av antalet möjliga brunster som faktiskt upptäcks beräknas. Även precisionen i brunstkontrollerna kan beräknas, det är procenten av de upptäckta brunsterna som är sanna brunster. I många fall kan det vara en låg säkerhet i brunstkontrollerna som ligger bakom fruktsamhetsproblemen i besättningen. De tre främsta faktorerna som avgör hur stor kornas tomperiod blir är; andelen upptäckta brunster, dräktighetsprocent samt hur länge djurägaren väntar innan djuret semineras igen efter kalvning (Heersche *et al.*, 1994).

Tekniska hjälpmedel vid brunstkontroll

För att underlätta brunstkontrollen har flera olika typer av hjälpmedel utvecklats. Ännu har dock inte ett tillräckligt bra system hittats som kan ersätta den dagliga brunstpassningen, utan de är mer att se som komplement. En metod är att förse korna med stegmätare, därmed kan djurens aktivitet mätas och aktivitetsstegring i samband med brunst upptäckas. Ett annat tecken på brunst är svullen vulva som är resultatet av förändringar av vattenhalten i vävnaderna och sekretet från dessa vilket orsakar förändringar i det elektriska motståndet. Det elektriska motståndet är lägst vid tiden för brunst. Det har gjorts studier där en prober har satts in i slemhinnan i vaginan för att kunna registrera förändringar i det elektriska motståndet och därmed kunna förutsäga när ägglossningen kommer att ske. Resultaten har dock påvisat låg säkerhet och systemet kräver stor arbetsinsats. Under högbrunsten ger korna uttryck för sin ståreflex endast under en begränsad tid, därför kan den vara svår att upptäcka. Försök har gjorts med tryckkänsliga sensorer, som fästs på djuren. Problemet med dessa är att finna ett system där antalet felregistreringar minimeras (Senger, 1994). En annan metod är färgampuller att fästa på kons kors, vid upphopp färgas då korset (Mellander, 1997).

För att kontrollera tveksamma brunstsymtom kan progesteronhalten i mjölken mätas. Denna är en avspeglning av gulkroppens funktion och kan också användas för att preliminärt avgöra om kon är dräktig (Gustafson, 2000). Kontroll av progesteronhalten i mjölken kan vara ett bra hjälpmedel i besättningar med hög osäkerhet vid brunstkontrollerna för att undvika felaktiga insemineringar (McDougall & Hampson, 1992).

Det kommer ständigt nya tekniska hjälpmedel för att upptäcka brunst, inget av dem har dock hittills kunnat ersätta djurägarens dagliga kontroll (Mellander, 1997). De tekniska hjälpmedlen kan bli kostsamma och även om en ökning av andelen upptäckta brunster kan korta kons tomperiod bör vinsten ställas i jämförelse med den ökade kostnaden (Pecsock *et al.*, 1994).

Svensk avelsvärdering för dotterfruktsamhet

Den största utslagsorsaken bland de svenska mjölkorna var under kontrollåret 2003 nedsatt fruktsamhet samt att korna inte blivit dräktiga, SRB 26,5 % och SLB 24,7 % (Svensk Mjolk, 2004c). Nedsatt fruktsamhet spelar därmed en mycket stor ekonomisk roll i dagens mjölkproduktion. I Svensk Mjölks avelsvärdering står följande rörande dotterfruktsamhet ”Avelsmålet för dotterfruktsamhet är bättre brunststyrka, kortare tomperiod, färre inseminationer och färre fruktsamhetsstörningar”. Angående måtten för egenskaperna står sedan följande ”Dotterfruktsamheten mäts i antal inseminationer per serie, brunststyrka samt antal dagar mellan kalvning och första inseminering”. Då de tre fruktsamhetsegenskaper ur genetisk synvinkel är olika egenskaper för kvigor och kor beräknas separata avelsvärden för kvigor, förstakalvare och andrakalvare. Värdena vägs sedan samman med vikter till ett fruktsamhetsindex (Svensk Mjolk, 2004a).

Brunststyrkan registreras enligt en femgradig skala, men hela skalan används inte i avelsvärderingen. De inrapporterade koderna kodas om enligt tabell 1 (Svensk Mjolk, 2004b). I dagens avelsvärdering, som varit i bruk sedan 2004, används brunststyrkan vid den första insemineringen i kvigperioden samt inom laktation ett till tre (Roth, personligt meddelande, 2004). De brunstregistreringar som sker i samband med brunstsynkronisering används inte (Stormwall, personligt meddelande, 2004).

Tabell 1. Förklaring av hur de registrerade brunstkoderna översätts innan de används i avelsvärderingen (Svensk Mjolk, 2004b).

Registrerade brunsttecken	Motsvarande brunstkod som används i avelsvärderingen
0 Saknas	4 Saknas
1 Mycket svaga	3 Svaga
2 Svaga	3 Svaga
3 Tydliga	2 Tydliga
4 Starka	1 Mycket starka
5 Mycket starka	1 Mycket starka

Fertilitetsegenskaper

Det har flertalet gånger konstaterats att fertilitetsparametrarna i hög grad påverkas av beslut som tas av djurskötaren och att arvbarheterna är låga, i många fall lägre än 5 %. Det har dock påvisats att den låga arvbarheten inte är skäl nog att utesluta egenskaperna i selektionsprogrammen (Philipsson, 1981). Den genetiska variationen bland fertilitetsegenskaper är så stor att selektion kan bedrivas (Wall *et al.*, 2004).

Jämförelser mellan fertiliteten hos kor och kvigor måste göras med försiktighet. Kon semineras när hon producerar stora mängder mjölk och detta kräver mycket av henne. Kvigan däremot behöver inte upprätthålla någon form av produktion alls i samband med att hon semineras. (Royal *et al.*, 2000). Roxström (2001b) diskuterade också att fertiliteten hos en icke lakterande kvinga och en högproducerande ko inte bör vara samma egenskap. Korrelationen mellan kvigperiod och koperiod har också visat sig vara lägre när det gäller fertilitetsegenskaper än vad korrelationen är mellan olika laktationer i koperioden (Roth, 2004).

Fertilitetsmått påverkas precis som avkastningen av hur besättningen sköts. De högst avkastande besättningarna börjar seminera sina kvigor tidigare och även korna seminerar tidigare efter kalvning. Dock har man sett att antalet insemineringar är fler i de högvastande besättningarna (Lindhé & Philipsson, 2001). I en studie gjord i USA kunde en ökning i tomperiodens längd observeras mellan åren 1976 och 1999. Det vill säga, antalet dagar mellan kalvning och dräktighet har ökat. Detta beror till viss del på skötselrutinerna i besättningarna, dröjer man efter kalvning med att göra första semineringen blir tomperioden längre som en följd av detta (Roxström, 2001; Washburn *et al.*, 2002).

Tidigare studier av brunststyrka och dess arvbarhet

Då brunststyrkan endast mäts och registreras i Sverige finns det enbart svenska studier där arvbarheten för egenskapen tidigare skattats. Dessa är utförda innan skalan för bedömning av brunststyrkan gjordes om, det vill säga de är gjorda utifrån den tregradiga skalan.

En tidig studie grundar sig på SRB-data insamlat i seminföreningarna Malmen och Örebro-Värmland och SLB-data insamlat i Skåne och Halland. Informationen samlades in under perioden september 1978 till oktober 1982, då en stor del av Sveriges kor var uppbundna, och omfattade 85 628 SRB-kor och 67 205 SLB-kor. Seminörerna som deltog i studien ombads att göra bedömningen av kons brunststyrka i samråd med djurskötaren då det skulle vara en bedömning av hur tydlig hela brunsten varit. Det fanns tydliga skillnader mellan seminörerna i hur de bedömde brunststyrkan, vissa rapporterade över 50 % starka brunster medan andra rapporterade in mindre än 1 % starka brunster. Fördelningen i brunststyrkor mellan raserna skilde sig också åt, SRB hade mer än dubbelt så många starka brunster som SLB. Detta visade dock inte på någon skillnad mellan raserna utan speglade snarare skillnaden mellan föreningarna i hur de bedömde brunststyrkan. Inom den angivna tidsramen var det registreringar för brunststyrkan gjorda vid första insemineringen i första semineringsperioden för varje djur (Nilsson *et al.*, 1983).

Två skattningsmetoder användes för att skatta arvbarheten, Henderson metod 3 och Restricted Maximum Likelihood (REML) i en farmodell. Hos SLB var arvbarheten för brunststyrka 0,007 med Henderson metod 3 och 0,0042 med REML-analysen. Hos SRB var arvbarheten 0,018 med Henderson metod 3 och 0,0123 med REML-analysen. Hos båda raserna var det skillnader i brunststyrka mellan årstiderna, styrkan ökade under våren och hade sin topp under sommaren (Nilsson *et al.*, 1983).

I en senare studie beräknade Roxström *et al.* (2001a) brunststyrkan hos SRB. Studien baserades på data från den svenska kokontrollen och inkluderade 859 349 SRB-kor födda under perioden 1986 till 1996. Arvbarheten beräknades med hjälp av en linjär far-modell och då besättning-år-variansen inte inkluderades i fenotypvariansen låg arvbarheten mellan 0,015 och 0,029 beroende på laktationsnummer. Den genetiska korrelationen visade ett samband mellan brunststyrka och intervallet mellan kalvning och första insemination. Enligt detta skulle en förkortning av intervallet försämra förmågan att visa brunst (Roxström, 2001). Den slutsatsen har dock visat sig vara felaktig då Roxström (2001) vänt på skalan för brunststyrka. Det vill säga låg brunststyrka sattes till ett, men det skulle ha varit tre. Den korrekta slutsatsen ska i stället vara att en tydlig brunst leder till ett kortare intervall mellan kalvning och första insemination (Roth, personligt meddelande, 2005).

Brunstkoder

I Sverige ska brunstens tydlighet rapporteras vid varje utförd seminering. Bedömningen ska utföras av djurägaren och grunda sig på hur tydligt djuret visat brunst under hela brunstperioden. Medelbrunststyrkan i den egna besättningen ska motsvara en trea, ingen jämförelse ska ske mellan besättningar (Gustafsson, 1997). Koderna visas i tabell 2.

Tidigare, innan 1997, var skalan tregradig och brunsten bedömdes av seminören. Brunstkoderna som användes då var 1=stark, 2=normal och 3=svag (Roth, personligt meddelande, 2005).

Tabell 2. Koder för brunststyrkor och en generell definition av dessa (Gustafsson, 1997).

Kod	Brunststyrka	Beskrivning
1	Mycket svag	Endast något osäkert tecken registrerat till exempel sparsam flytning på svansen
2	Svag	Några osäkra tecken registrerade till exempel sparsam flytning och svullen röd vulva
3	Tydlig	Mera säkra tecken registrerade till exempel sänker ryggen för beröring, klar flytning, enstaka upphopp eller ståreflex
4	Stark	Svankar spontant, riklig flytning, flera upphopp och ståreflexer
5	Mycket stark	Mycket stark sexuell aktivitet, råmar, bökar, sänker länd, frekventa upphopp och ståreflexer
0	Uppgift saknas	

MATERIAL OCH METODER

Beskrivning av grunddatafiler och bearbetningen av dessa

Uppgifter från den svenska kokontrollen, där 87 % av Sveriges besättningar är anslutna (Svensk Mjöl, 2004c), erhöles från Svensk Mjöl. Filerna innehöll id-uppgifter, kalvningsdata och uppgifter om insemineringsdatum och brunststyrka för ungefär 3 000 000 kor, 1 625 799 SRB och 1 221 311 SLB födda från 1978 och framåt. Därutöver erhöles även två filer med släktskapsinformation från Svensk Mjöl, en för SRB och en för SLB. Det erhållna datamaterialet bearbetades i programpaketet SAS (SAS version 8.2, 1999-2001).

Kalvningsår, kalvningsmånad, besättning-år vid kalvning, år-månad vid kalvning och ålder vid kalvning i månader skapades från datasetet för de tre första laktationerna. För kvigperioden skapades besättning-år vid första inseminering, insemineringsmånad och ålder vid första inseminering. De kor som saknade födelsedatum togs bort (n=1607). En övre och en undre åldersgräns skapades för de olika kalvningarna, på grund av att det kan förekomma kor som inte haft alla sina kalvningar inrapporterade till kokontrollen. Alltså behöver inte kons första kalvning i kokontrollen vara hennes första i livet. Åldersgränserna var 20-38, 32-52 och 43-66 månader för de respektive kalvningarna. I de fall då åldern var lägre eller högre än vad intervallen tillät i någon av laktationerna uteslöts denna laktation. En begränsning gjordes även vad gäller ålder vid första inseminering, det intervallet var 11-28 månader.

De besättning-årgrupper där antalet kor i en viss laktation var färre än två togs bort. Dessutom gjordes en begränsning för tjurarna, de kor med fäder som hade färre än 50 döttrar uteslöts, det innebar 38 767 SLB och 17 180 SRB. Förutom att dessa tjurar hade få döttrar, hade de antagligen betäckt kor genom naturlig betäckning vilket innebär att de ofta bara har döttrar i en eller ett fåtal besättningar.

Då det bara var intressant att titta på de kor som fått sin brunststyrka bedömd enligt den femgradiga skalan gjordes en begränsning i antalet registreringar. Endast de kor som kalvat mellan åren 1997 och 2003 behölls. Där den första, andra eller tredje kalvningen ägt rum innan 1997, uteslöts denna observation vid beräkningen av arvbarheten. Samma begränsning gjordes för kvigorna, där insemineringen ägt rum tidigare än 1997 uteslöts denna observation.

För att få bort orimliga och felaktiga registreringar skapades begränsningar för kalvningsintervallet och dräktighetstiden. De observationer där kalvningsintervallet var kortare än 260 dagar eller längre än 800 dagar sattes som saknade. Gällande dräktighetstiden krävdes det att den var minst 240 dagar annars uteslöts aktuell observation.

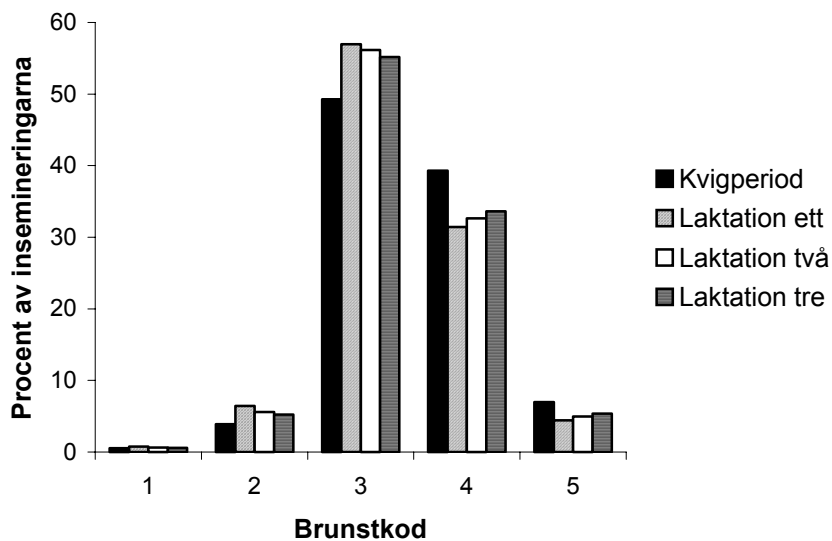
Information om brunststyrkan i kvigperioden och de tre första laktationerna användes i studien. Då en och samma ko seminerats flera gånger inom en och samma semineringsperiod fanns det flera brunstkoder registrerade, varför ett medeltal av brunstkoderna inom laktation och semineringsperiod räknades ut. Det slutgiltiga datasetet som användes i den statistiska analysen bestod av en registrering per ko med hennes identitet och faderns stamboksnummer, samt uppgifter om systematiska miljöeffekter.

Datafilerna som användes för skattning av (ko)variationskomponenterna i DMU (Madsen & Jensen, 2000) innehöll 1 607 888 observationer för SRB och 1 185 372 observationer för SLB. I filen innehållande kor av rasen SRB var det 441 946 stycken som hade någon av sina kalvningar eller den första insemineringen som kviga 1997 eller senare. För SLB var

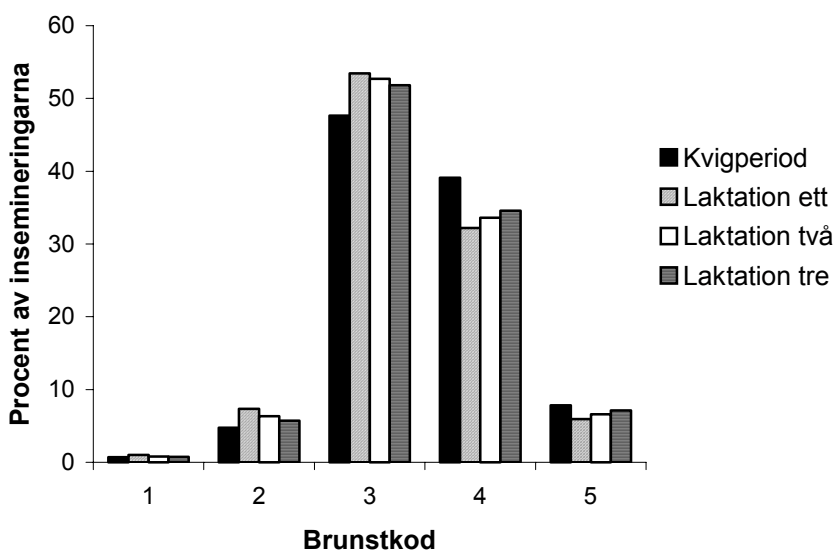
motsvarande siffra 393 906. Fördelningen bland de inrapporterade brunststyrkorna för SRB och SLB visas i figur 1 respektive figur 2.

Tabell 3 visar hur många kvingor respektive kor det fanns registrerade insemineringar/kalvningar för inom de olika laktationerna de aktuella åren. Antalet observationer inom de olika laktationerna samt brunststyrkans fenotypiska medelvärde och standardavvikelse visas i tabell 4.

För att få en bild av hur väl skalan utnyttjas vid inrapportering av brunststyrkor till kokontrollen beräknades medeltal och standardavvikelse för brunststyrkan inom besättning.



Figur 1. Fördelning bland de inrapporterade brunstkoderna för SRB. Brunstkoder; 1= mycket svag, 2=svag, 3=tydlig, 4=stark, 5=mycket stark.



Figur 2. Fördelning bland de inrapporterade brunstkoderna för SLB. Brunstkoder; 1= mycket svag, 2=svag, 3=tydlig, 4=stark, 5=mycket stark.

Tabell 3. Antalet kvigsemineringar och kor som kalvat inom de olika laktationerna år 1997-2003.

År	Inseminering som kviga	Laktation ett	Laktation två	Laktation tre	Totalt antal kor
SRB					
1997	50 225	60 045	46 757	31 280	188 307
1998	44 702	60 178	44 305	31 243	180 428
1999	43 645	57 377	42 951	28 898	172 871
2000	44 427	56 551	42 890	27 004	170 872
2001	41 899	55 996	42 537	28 245	168 677
2002	46 137	53 871	42 206	27 605	169 819
2003	23 167	54 297	42 250	27 981	147 695
SLB					
1997	40 446	50 640	37 526	25 311	153 923
1998	37 745	52 372	36 328	24 574	151 019
1999	37 022	50 728	36 008	23 612	147 370
2000	37 766	50 939	36 878	22 766	148 349
2001	36 660	51 380	37 206	23 634	148 880
2002	41 529	51 080	38 291	23 896	154 796
2003	21 933	50 915	38 193	24 634	135 675

Tabell 4. Brunststyrkans medelvärde och antalet semineringar inom de olika laktationerna för SRB och SLB.

	Antal obs.	Medelvärde	Standardavvikelse
SRB			
Kvigperiod	363 567	3,48	0,71
Laktation ett	519 643	3,32	0,69
Laktation två	350 891	3,36	0,69
Laktation tre	180 824	3,38	0,70
SLB			
Kvigperiod	309 653	3,49	0,74
Laktation ett	452 857	3,35	0,74
Laktation två	307 983	3,39	0,74
Laktation tre	154 754	3,42	0,74

Statistisk analys

För att skatta arvbarheten för brunststyrka inom laktation ett, två och tre samt för kvigperioden gjordes separata analyser för var och en av perioderna och de båda raserna. För att skatta genetiska korrelationer för brunststyrka i olika perioder användes en bivariat version av nedanstående modell.

Brunststyrkan analyserades med hjälp av följande farmodell:

$$Y_{ijklm} = \text{bes.år}_i + \text{månad}_j + \text{ålder}_k + \text{far}_l + e_{ijklm}$$

där

Y_{ijklm} = observation av brunststyrka, medeltal av de registrerade brunstkoderna inom en semineringsperiodperiod

bes.år_i = slumpmässig effekt av besättning och år, $\sim \text{IND}(0, \sigma_{hy}^2)$

månad_j = fix effekt av semineringsmånad respektive kalvningsmånad

ålder_k = fix effekt av ålder vid seminerings respektive kalvning

far_l = slumpmässig effekt av tjur, $\sim \text{ND}(\mathbf{0}, \mathbf{A} \sigma_s^2)$

e_{ijklm} = slumpmässig residualeffekt, $\sim \text{IND}(0, \sigma_e^2)$

där \mathbf{A} är släktskapsmatrisen, σ_{hy}^2 variansen mellan besättningsår, σ_s^2 variansen mellan fäder (med förväntan $1/4\sigma_A^2$, där σ_A^2 är den additiva genetiska variansen) och σ_e^2 är residualvariansen. Arvbarheten beräknades som $h^2 = (4\sigma_s^2)/(\sigma_s^2 + \sigma_e^2)$ och besättningsårskvoten (besättningsvariansen som andel av totala variansen) som $hy^2 = \sigma_{hy}^2 / (\sigma_s^2 + \sigma_{hy}^2 + \sigma_e^2)$. (Ko)varianskomponenterna skattades med hjälp av dataprogrammet DMU (Madsen & Jensen, 2000).

Effekterna för kvigperioden var besättning-år, månad och ålder vid första inseminering medan i laktation ett till tre härrörde effekterna till respektive kalvning. Ålder vid kalvning uttryckt i månader delades in i tvåmånadersklasser för laktation ett till tre, förutom sista klassen inom laktation ett och två där det var tre månader per klass (20-21, 22-23,...; 32-33, 34-35,...; 43-44, 45-46,...; för första, andra respektive tredje laktation). För kvigperioden var varje klass en månad.

RESULTAT

Varianskomponenter och arvbarheten för brunststyrkan i kvigperioden samt laktation ett, två och tre för SRB och SLB visas i tabell 5. Arvbarheten var generellt mycket låg, omkring en procent. Besättningsvariansen utgjorde ca 20-25 % av den totala fenotypiska variationen.

Tabell 5. Antal observationer, besättningsårsklasser och fäder, samt skattningar av arvbarheter, besättningsårskvot, varianser för brunststyrka hos SRB och SLB i kvigperiod samt laktation ett, två och tre.

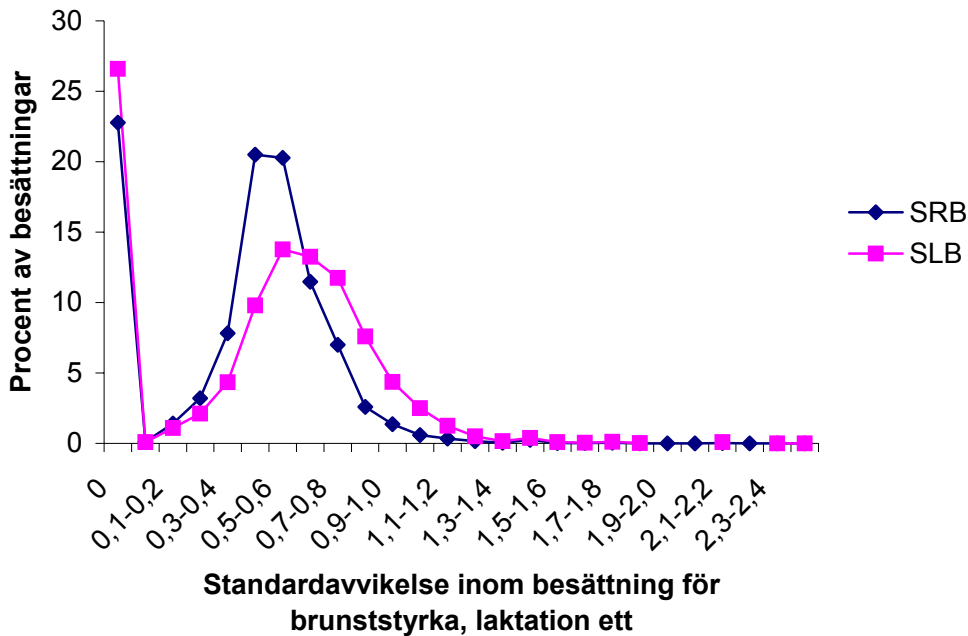
	Antal observationer	Antal besättningsårsklasser	Antal fäder	h^2	$\sigma^2_s \times 10^3$	hy^2	σ^2_e
SRB							
Kvigperiod	267 600	44 982	1028	0,0134	1,14	0,199	0,3397
Lakt. 1	280 056	37 972	1085	0,0101	0,735	0,216	0,2894
Lakt. 2	192 040	32 786	1112	0,0141	1,03	0,220	0,2906
Lakt. 3	103 611	23 453	1130	0,0167	1,23	0,232	0,2936
SLB							
Kvigperiod	228 671	40 139	1241	0,0105	1,16	0,214	0,4384
Lakt. 1	239 829	33 756	1282	0,0103	1,09	0,245	0,4204
Lakt. 2	157 888	28 138	1278	0,0066	0,687	0,258	0,4162
Lakt. 3	83 058	19 394	1234	0,0132	1,38	0,272	0,4169

Genetisk korrelation för brunststyrkan mellan laktationer skattades för både SRB och SLB (tabell 6). Den var hög mellan laktation ett och två och ännu högre (nästan 1,0) mellan laktation två och tre hos båda raserna. Korrelationen mellan kvigperioden och laktation ett var däremot betydligt lägre, hos både SRB och SLB.

Tabell 6. Antal observationer och tjurar, samt skattad genetisk korrelation mellan brunststyrkan i olika laktationer för SRB och SLB.

Laktationsnummer	Antal kor med registreringar i båda laktationerna	Antal tjurar	Korrelation
SRB			
kvigperiod och ett	189 868	1147	0,8184
ett och två	146 773	1238	0,8972
två och tre	79 440	1251	0,9997
SLB			
kvigperiod och ett	156 286	1341	0,7621
ett och två	121 033	1404	0,9438
två och tre	63 318	1372	0,9999

Standardavvikelse inom besättning för inrapporterad brunststyrka räknades ut för SLB och SRB. Hos cirka en fjärdedel av besättningarna var standardavvikelsen noll, 23 % hos SRB och 27 % hos SLB. De övriga besättningarna låg i det närmaste längs en normalfördelningskurva (figur 3).



Figur 3. Standardavvikelse inom besättning för inrapporterad brunststyrka i laktation ett för respektive ras.

DISKUSSION

Resultaten visar att arvbarheten för brunststyrka hos mjölkkor är mycket låg. Hos både SRB och SLB var arvbarheten cirka en procent. Detta är något lägre än Roxström (2001a) kom fram till i sin undersökning där arvbarheten som lägst var 1,53 %, i laktation ett för brunststyrka hos SRB. Arvbarheten i laktation tre var 2,92 %, att jämföra med 1,2 % i denna studie. Den undersökningen grundade sig, liksom denna, på material insamlat från kokontrollen. Skillnaden var att materialet innehöll djur som fått sin brunststyrka bedömd enligt den gamla tregradiga skalan. Nilsson *et al.* (1983) kunde däremot påvisa en arvbarhet liknande resultatet i denna studie för SLB, arvbarheten var då 0,7 %. Skattningen av arvbarheten för brunststyrka hos SRB var dock högre än i denna studie, 1,8 %. Underlaget till de resultaten var dock ett mindre antal registreringar insamlade från ett fåtal husdjursföreningar, även där var brunststyrkorna bedömda enligt den tregradiga skalan.

Den genetiska korrelationen mellan laktationer för brunststyrka var hög, särskilt mellan laktation två och tre där den var nära ett hos både SRB och SLB. Mellan kvigperiod och laktation ett var den dock lägre, vilket kan förklaras med att ”fruktsamheten som kviga och ko ur genetisk synvinkel är olika egenskaper” (Svensk Mjölk, 2004a). Roxström (2001b) fick i sin studie liknande resultat när den genetiska korrelationen mellan laktationer räknades ut för flera fruktsamhetsegenskaper, däribland brunststyrka. Där var korrelationen mellan första och andra laktation hög (0,7-0,9) och mellan laktation två och tre var den ännu högre (>0,9). Korrelationen mellan kvigperiod och första laktation var däremot lägre (0,7), precis som här.

Trots att den nya skalan har fler klasser än den gamla har detta inte lett till en högre arvbarhet än vad som skattades i Roxström (2001a). Ett problem vid bedömningen av brunststyrka tycks vara att den femgradiga skalan inte utnyttjas fullt ut. Det rapporteras väldigt många treor,

vilket i och för sig är korrekt då en trea ska vara medeltalet i besättningen. Det kan dock tänkas att en stor del av treorna är en följd av bristande intresse hos djurägarna som av ren slentrian sätter treor på en stor del av djuren. Anledningen kan eventuellt vara att man inte tycker sig ha någon praktisk nytta av att lägga ner tid på att registrera brunstkoder. I kontrollen av hur många besättningar det fanns som hade noll i standardavvikelse inom besättning i de rapporterade brunststyrkorna, det vill säga hur många det var som bara sätter en och samma brunstkod på alla djur visade det sig att det var närmare en fjärdedel hos båda raserna. Det kanske inte heller är helt korrekt att separera raserna i det här sammanhanget då ett flertal besättningar har djur av båda raserna, men det ger ändå en god bild av hur inrapporteringen ser ut. De besättningar som inte hade noll i standardavvikelse var normalfördelade. Sannolikt borde de besättningar som har noll i standardavvikelse uteslutas ur studier av både genetisk och miljömässig karaktär. Då den registrering av brunstkoder som de utför antagligen är dålig om det ens sker någon. Roxström (2001a) diskuterade huruvida den då tregradiga skalan för bedömning av brunststyrkan utnyttjades fullt ut. Förhoppningen var då att en utökning av skalan från tregradig till femgradig skulle råda bot på problemet. Det verkar dock inte som att ändringen av skalan fått önskad effekt.

Då kvigor och kor har en mycket otydlig brunst upptäcks den inte, observeras inte brunsten semineras inte heller de aktuella djuren. Detta är en svaghet i dagens inrapporteringssystem, de riktigt svaga brunsterna registreras inte och kommer därmed inte med vid avelsvärderingen. Det är svårt att säga hur det skulle vara möjligt att komma runt det här problemet, brunster som passerar obemärkta beror ju till stor del på den mänskliga faktorn. I de fall då insemineringen finns inrapporterad till kokontrollen men det saknas en brunstkod sätts en trea i avelsvärderingen.

De nordiska länderna Sverige, Danmark och Finland håller på och startar upp en gemensam avelsvärdering. Sverige är, som nämnts tidigare, det enda landet i hela världen som mäter och avelsvärderar kors brunststyrka. I det avseendet skiljer sig alltså Sverige från sina samarbetspartners. Med tanke på resultaten från den här studien kan det diskuteras om det finns någon mening med att fortsätta registrera brunststyrkan. Ska arbetet med att registrera brunstkoder fortsätta måste djurägarnas intresse på något sätt väckas. De måste se att de kan vinna någonting på att lägga ned tid på att bedöma brunster. Dagens lantbruk effektiviseras ständigt och tid är värdefull.

Skalan som används i dag är relativ och djuren ska bedömas utifrån hur det ser ut i den egna besättningen. Detta kan ha lett till den stora variation som finns mellan besättningar (och år) – ca 20% av variationen beror på besättningsårseffekten. Denna andel är ungefär dubbelt så stor i denna studie som i Roxström *et al.* (2001a), som använde den gamla skalan. Kanske skulle skalan vara ett bättre verktyg om djuren bedömdes utifrån en absolut skala och ingen hänsyn togs till de övriga djuren i besättningen. Då uppstår problem med att djurägaren inte har en aning om hur det ser ut i andra besättningar och därmed får svårigheter vid bedömningen. Seminören besitter kunskap om hur det ser ut i andra besättningar, men saknar kunskap om hur hela brunsten sett ut hos djuren. Flyttas ansvaret att bedöma brunststyrkan återigen till seminören bedöms enbart hur tydlig brunsten är under den korta tid seminören är närvarande.

SLUTSATSER

- Arvbarheten för egenskapen brunststyrka hos mjölkkor är mycket låg, runt 1 %, såsom den registrerats och analyserats i denna studie.
- Den genetiska korrelationen mellan laktationer för brunststyrka är hög, mellan laktation två och tre nära ett. Korrelationen är dock lägre mellan kvigperiod och första laktation.
- Förnyade studier bör göras med en annan redigering av data, till exempel uteslutning av besättningar med noll i standardavvikelse.

TACK

Jag vill passa på att tacka mina handledare Erling och Anki för ett gott samarbete. Erling har med ett aldrig sinande tålamod funnits till hands när frustrationen över datorer och datakörningar varit total.

Jag vill också tacka alla nära och kära som alltid finns där när man behöver Er, ingen nämnd och ingen glömd.

Sist men inte minst vill jag också tacka mina exjobbande vänner på Hgen som jag fikar, frusit och vändats över exjobbet tillsammans med.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Britt, J.H., Scott, R.G., Armstrong, J.D. & Whitacre, M.D. 1986. Determinants of Estrous Behavior in Lactating Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*. 69:2195-2202.
- Davidge S.T., Weibold J.L., Senger P.L. & Hillers J.K. 1987. Influence of varying levels of blood progesterone upon estrous behavior in cattle. *Journal of Animal Science*. 64:126.
- Dransfield, M.B.G., Nebel, R.L., Pearson, R.E. & Warnick, L.D. 1998. Timing of Insemination for Dairy Cows Identified in Estrus by a Radiotelemetric Estrus Detection System. *Journal of Dairy Science*. 81: 1874-1882.
- Gustafsson, H. 1987. Hondjur. I: Swensson, T. & Söderquist, L. *Artificiell insemination och reproduktion*. Svensk Husdjurskötsel ek. för. Hållsta, Esklistuna. 52-59.
- Gustafsson, H. 2000. Fortplantning. I: Engström, A. & Jafner, B-M. (Eds). *Mjölkkor*. LTs förlag. Stockholm. 29-35.
- Gustafsson, H. 1997. Rapportera brunstens styrka vid insemination. *Husdjur, Tema: Reproduktion och skötsel*, 16-17.
- Heersche, Jr. G. & Wendel, R L. 1994. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *Journal of Dairy Science*. 77, 2754-2761.
- Helmer, S.D. and Britt, J.H. 1985. Mounting behaviour as affected by stage of oestrus cycle in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 68:1290-1296.
- Kaneko, H., Terada, T., Taya ,K., Watanabe, G., Sasamoto, Y., Hasegawa, Y. & Igarashi, M. 1991. Ovarian follicular dynamics and concentrations of oestradiol-17 β , progesterone, luteinizing hormone and follicle stimulating hormone during the periovulatory phase of the oestrus cycle in the cow. *Reproduction Fertility Development*. 3:529.
- Lindhé, B. & Philipsson, J. 2001. The Scandinavian experience of including reproductive traits in Breeding Programmes. *Fertility in the High-Producing Dairy Cow, Occasional Publication No 26-British Society of Animal Science*. 251-261.
- Lopez, H., Satter, L.D. & Wiltbank, M.C. 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 81, 209-233.
- Madsen, P. & Jensen, J. 2000. *A user's guide to DMU. A package for analysing multivariate mixed models*. Version 6, release 4. Danish Institute of Agricultural Sciences, Dept of Animal Breeding and Genetics, Research Centre Foulum, Box 50, 8830 Tjele, Denmark. 19 sidor.
- McDougall, S. & Hampson, A. 1992. Efficacy of detection of oestrus in a dairy herd. *Australian Veterinary Journal*. vol 69, no 4.
- Mellander, M. 1997. Viktigt skapa förutsättningar för tydliga brunster. *Husdjur, Tema: Reproduktion och skötsel*, 13-15.
- Mellander, M., Gustafsson, H. & Emanuelson, U. 1998. En pilotstudie om brunstkontrollrutiner i svenska mjölk Kobesättningar. *Svensk veterinärtidning*. v.50(12), 517-521.
- Nilsson, A.-M., Jansson, L. & Eriksson, J.-Å. 1983. Genetic variation in heat intensity in Swedish Dairy Cattle. *34th Annual Meeting of the Study Commissions of EAAP*. Madrid, 3-7 oktober.
- Pecsok, S.R., McGilliard, M.L. & Nebel, R.L. 1994. Conception rates. 1. Derivation and estimates for effects of estrus detection on cow profitability. *Journal of Dairy Science*. 77:3008-3015.
- Philipsson, J. 1981. Genetic aspects of female fertility in dairy cattle. *Livestock Production Science*, 8:307-319.

- Roth, A. 2004. Genetic evaluation for female fertility in dairy cattle in the Nordic countries. *ICAR Special Workshop – Adressing the Decline in the Reproductive Performance*. Sousse-Tunisien, 1-3 juni.
- Roxström, A. 2001. Genetic Aspects of Fertility and Longevity in Dairy Cattle. *Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Breeding and Genetics, Uppsala*.
- Roxström, A., Strandberg, E., Berglund, B., Emanuelson, U. & Philipsson, J. 2001a. Genetic and Environmental Correlations Among Female Fertility Traits, and Between the ability to show Oestrus and Milk Production in Dairy Cattle. *Animal Science*. 51:192-199.
- Roxström, A., Strandberg, E., Berglund, B., Emanuelson, U. & Philipsson, J. 2001b. Genetic and Environmental Correlations Among Female Fertility Traits and Milk Production in Different Parities of Swedish Red and White Dairy Cattle. *Animal Science*. 51:7-14.
- Royal, M.D., Darwash, A.O., Flint, A.P.F., Webb, R., Wooliams, J.A. & Lamming, G.E. 2000. Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Animal Science*. 70: 487-501.
- SAS. 1999-2001. Version 8,2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Senger, P L. 1994. The estrus detection problem; New concepts, technologies and possibilities. *Journal of Dairy Science*. 77, 2745-2753.
- Svensk Mjölk. 2004a. *Avelsvärdering version V*. Svensk Mjölk, 631 80 Eskilstuna.
- Svensk Mjölk. 2004b. *Handledning – indata till kodatabasen*. Svensk Mjölk, 631 80 Eskilstuna. 152.
- Svensk Mjölk. 2004c. *Husdjursstatistik 2004*. Svensk Mjölk, 631 80 Eskilstuna.
- Vailes, L.D., Washburn, S.P. & Britt, J.H. 1992. Effects of various steroid milieus or physiological states on sexual behavior of Holstein Cows. *Journal of Animal Science* 70:2094-2103.
- Van Vliet, J.H., Van Eerdenburg, F.J.C.M. 1996. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science*. v.50, 57-69.
- Wall, E., Brotherstone, S., Woolliams, J.A., Flint, P.F. & Coffey, M.P. 2004. Genetic eveluation of fertility in the UK: Challenges and solutions. *ICAR Special Workshop – Adressing the Decline in the Reproductive Performance*. Sousse-Tunisien, 1-3 juni.
- Washburn, S.P., Silvia, W.J., Brown, C.H., McDaniel, B.T. & McAllister, A.J. 2002. Trends in Reproductive Performance in Southeastern Holstein and Jersey DHI Herds. *Journal of Dairy Science*. 85, 244-251.

Personliga meddelanden

- Roth, A. 2004. Svensk Mjölk, 631 80 Eskilstuna.
- Roth, A. 2005. Svensk Mjölk, 631 80 Eskilstuna.
- Stormwall, E. 2004. Svensk Mjölk, 631 80 Eskilstuna.