Slutrapport

**Hög mjölkavkastning försämrar brunstvisningsförmågan – hur ska vi få korna dräktiga? Del II. (V1130050)**

Sofia Nyman (doktorand) och Britt Berglund (huvudsökande), Inst. för husdjursgenetik, SLU, Box 7023, 75007 Uppsala

**Sammanfattning**

Det övergripande syftet med projektet var att ta fram det bästa sättet att mäta och registrera förmågan att visa brunst och hur dessa mått kan användas i den dagliga skötseln och som ett avelsverktyg för att förbättra brunstvisningsförmågan, och därmed fruktsamheten hos kon. Projektet var planerat som ett doktorandprojekt på 2x2 år. Föreliggande slutrapport omfattar den sista 2-årsperioden av projektet. Doktoranden Sofia Nyman som arbetat på projektet, började arbeta med projektet 1 januari 2015 och har under denna period varit föräldraledig för ett barn. Analyser av data pågår och kommer att fortsätta även efter denna slutrapport, vilket gör att vissa av resultaten som redovisas fortfarande är preliminära. Sammanfattningsvis bekräftades vår hypotes att karaktären på mjölkornas brunster förändrats till svagare och kortare, vilket överensstämmer med tidigare studier. Generellt så har Svensk Röd boskap (SR) kor, oberoende av stallsystem, mer intensiva och längre brunster och högre andel lyckade dräktigheter, jämfört med Svenska Holstein (SH) kor. Lokala brunstsymptom med 24-28% CR, var de mest registrerade brunstsymptomen och skall inte negligeras vid brunstkontroller. SR-kor hade en lägre andel av embryodöd och fosterdöd än SH-kor vilket ligger i linje med SR-kornas bättre dräktighetsresultat.

**Bakgrund**

Högbrunstens längd hos Holsteinkorna har halverats från 16-18 timmar till 8-10 timmar och bara ca hälften visar klassiska brunstbeteenden såsom ståbrunst medan andra mera subtila och svårupptäckta beteenden såsom kindvilande blivit vanligare (Van Vliet & Van Eerdenburg, 1996, Roelofs et al., 2005). De få rasjämförande studier som gjorts visar att Jerseykon har tydligare brunster än Holsteinkon vilket visar att det finns rasskillnader (Fonseca et al., 1983). Det är därför möjligt att SRB-kon har en bättre brunstvisningsförmåga och att detta kan vara en orsak till det mera gynnsamma fruktsamhetsresultatet som vi ser hos den rasen jämfört med Holstein i Sverige. Våra tidigare studier på ett mindre antal kor av båda raser (Sveberg, 2012), pekade i den riktningen.

En generellt sämre brunstvisningsförmåga leder självklart till att färre brunster blir föremål för insemination (förlängda inseminationsintervall), och svårigheter vid val av inseminationstidpunkt dvs. en försämrad dräktighetsprocent. Att hitta bättre tidpunkt för insemination leder till högre dräktighetsprocent vilket förhoppningsvis kan kompensera för den låga embryoöverlevnad som finns hos mjölkkorna (Diskin et al 2012).

För att försöka förbättra fertiliteten har progesteronmätningar används som ett mått på den reproduktiva statusen samt för att diagnostisera dräktighet. Progesteron kan också användas för att bekräfta om kon är i brunst och kvaliten på brunstcykeln. I våra tidigare studier (Petersson et al., 2006 och Nyman et al., 2014) har vi sett att kor med avvikande progesteronprofiler har lägre chans att bli dräktiga än kor med normala progesteronprofiler. Om detta kan ha koppling med försämrade brunstsymtom har inte tidigare studerats.

Embryoförluster kan orsaka stora ekonomiska förluster för mjölkproducenter. Direkta effekter kan vara lägre andel dräktigheter vilket i sin tur leder till lägre produktionseffektivitet och lägre inkomster. Cirka 40% av alla högmjölkande Holstein-kor kalvar (Diskin et al 2006), och den största andelen av dräktighetsförlusterna sker under de första 2-3 veckorna efter inseminering (Walsh et al 2011). Ungefär 43% av de inseminerade Holstein-korna hade en tidig (fram till dag 27) embryodöd (Diskin et al 2006).

Både Stronge et al., (2005) och Diskin et al., (2006) har visat att det finns en tydlig koppling mellan progesteron i mjölk och embryoöverlevnad. Generellt låga progesteronnivåer kan bland annat leda till en försämrad livmodermiljö med reducerad förmåga att understödja embryots utveckling (Forde et al., 2011). Högproducerande kor verkar ha en större volym luteal vävnad samt en lägre koncentration av cirkulerande progesteron (Lopez et al., 2004). Det är inte bara progesteronnivåerna i sig som har koppling till fruktsamhetsresultatet utan också progesteronets förlopp s.k. progesteronprofiler. Såväl utländska som svenska undersökningar har sett klara samband mellan olika typer av sådana profiler och olika fruktsamhetsstörningar (Opsomer et al. 2000, Pettersson et al., 2006, Blavy et al., 2016). Onormala progsteronprofiler kan både vara en orsak till, och ett resultat av, störda fysiolgiska skeenden under äggmognad, befruktning och embryo/fosteroutveckling och är därför användbara markörer för studier av fruktsamheten.

**Avsteg från ursprunglig plan**

De sista två åren av detta projekt var planerade för Sandra Malm fd. Naeslunds doktorandprojekt. Då hon avslutade sin doktorandanställning i början av 2015 för annan yrkeskarriär rekryterades doktoranden Sofia Nyman för att fortsätta och slutföra samma projekt.

Registreringarna från DeLavals Alpro aktivitetsmätare för brunstregistrering avslutades sommaren 2009 efter att planenligt pågått under två år i Jällaskolans nya lösdrift för 100 kor. Vi planerade att använda ett danskt aktivitetsmaterial tillsammans med det svenska. Då det svenska materialet inte passade in med det danska materialet har vi i dagsläget inte hunnit skatta fenotypiska effekter eller genetiska parametrar. Vi valde istället att gå vidare med att studera embryo- och fosterdöd då ingen tidigare har studerat SR-rasen och vi sedan tidigare samlat material för detta ändamål, men ingen arbetat med dessa progesteronregistreringar som finns från dag 0, 10 och 21 efter insemination.

Studier av den genetiska variationen i brunststyrka baserat fältdataobservationer av visuella brunsttecken kunde inte genomföras inom detta projekt och kommer att få utföras av en annan doktorand med separat finansiering.

**Material och metoder**

DELSTUDIE 1

Tio olika yttre brunsttecken samt totalpoängen för brunststyrka i en skala från 1=osäker brunst till 5=mycket stark brunst, registrerades på 359 SR och 209 SH kor vid mjölkkobesättningen på Jälla under åren 1992-2008. Brunstobservationer utfördes under morgon, eftermiddag samt kväll. För att på bästa sätt kunna beskriva brunststyrkan hos korna utvärderades alla brunstsymptom separat men även en totalpoäng för brunststyrka. Brunstsymptom som registrerades var lokala som mängd och konsistens av flytningar, röd och svullen vulva, sekundära såsom oro, råmande, slickning, sänkning av länden och primära såsom göra upphopp och stå för upphopp. Totalpoängen (som även används inom kokontrollen) bygger på att de lägre poängen baseras på visuella yttre lokala tecken medan de högre poängen bygger på att man registrerat upphopp/står för upphopp/svankning. Vad gäller brunstlängden så studerade vi den totala brunstlängden i antal timmar från det första till det sista registrerade brunsttecknet i samband med seminering. Detta skiljer sig från de flesta internationella studier som studerat endast högbrunstens längd. Brunsttecken tre dagar före och tre dagar efter seminering tilläts. Efter editering fanns 2082 brunstcykler med 8462 brunsttecken kvar för vidare analys. En äkta brunst definierades som två efter varandra återkommande brunstsymptom, ett progesteronvärde över 5ng/mL (i helmjölk) och en efterföljande AI. Tre egenskaper studerades; brunststyrka, brunstlängd och dräktighetsprocent.

DELSTUDIE 2

I del 2 av projektet ville vi bland annat studera brunststyrkan och brunstlängdens samband till progesteronprofilerna. Vi ville även studera deras samband till atypiska progesteronprofiler samt hur progesteronprofilen i föregående brunstcykel påverkar brunststyrkan. Cirka 2000 normala progesteronprofiler analyserades från 550kor varav 345 var av SR-ras och 205 av SH- ras. Brunststyrka och brunstlängd definierades på samma sätt som i delstudie 1. Progesteronmätningar utfördes två gånger per vecka till första brunst och därefter en gång per vecka fram till första insemination samt på inseminationsdagen, dag 10 respektive 21 efter insemination. Progesteronprofilerna definerades på samma sätt som i Nyman et al., (2014) (Figur 1).



Figur 1. Normal progesteronprofil (a), Försenad igångsättning (b), Förlängd lutealfas (c) och Avbruten cyclicitet (d) (Nyman et al., 2014).

Baserat på progesteronmätningarna utförda på inseminationsdagen, dag 10 och dag 21 efter AI studerade vi även dräktighetsförluster i förhållande till brunststyrka, brunstlängd och normal respektive atypisk progesteronprofil. Dräktighetsförluster delades upp i tidig embryodöd (dag 1-24 post partum), sen embryodöd (dag 25-60 post partum) och fosterdöd (dag 61 fram till kalvning). Vår hypotes var att en svagare brunst ger upphov till en högre embryo/fosterdödlighet. Vid en svagare brunst är det svårare att seminera vid optimal tidpunkt. Vid fel inseminationstidpunkt kan äggcellen eller spermien ha utsatts för en s.k. "ageing processes" där det fortfarande finns möjlighet till en befruktning och därmed ett embryo, men som senare inte är kapabelt att leva vidare. Baserat på resultat från delstudie 1 där SR-kor visar bättre dräktighetsresultat jämfört med SH ville vi också undersöka under vilka faser av dräktigheten som SR är bättre än SH.

**Resultat och diskussion**

Delstudie 1

Svullnad och rodnad av vulvan samt färg och konsistens på flytningar var de brunstsymptom som visades mest frekvent (i 30-60% av alla brunster). SR visade signifikant fler upphopp och mer ståreflex och sänkning av länden än SH (14% vs.8% och 8% vs. 4% och 10% vs. 6%, respektive; Figur 2). Generellt registrerades en högre andel lokala brunstsymtptom hos kor i lösdrift jämfört med uppbundna kor.



Figur 2. Förekomsten av brunstsymptom per ras (SR, grå stapel, och SH, svart stapel) och stallsystem (uppbundet, diagonalt mönstrade staplar och lösdrift, horisontellt mönstrade staplar) mellan 1992 and 2008.

SR-kor visade starkare brunst än SH-kor i lösdrift och kor i högre laktationer visade starkare brunst jämfört med kor i första laktationen. En sjunkande trend i brunsttyrka observerades för både SR- och SH-kor (3.56 to 3.32 och 3.42 to 2.97, respektive) mellan 1992 till 2007 (Figur 3).



Figur 3. Least Square Means för brunststyrka (1=osäker brunst till 5=mycket stark) hos SR- (grå streckad linje) och SH- (svart linje) kor mellan 1992 och 2008.

Den totala brunstlängden från första till sista brunsttecknet var i genomsnitt 54 timmar med en standardavvikelse på 32 timmar. SR kor hade en 6 timmar längre brunstlängd jämfört med SH kor. Förbrunstens längd (från första observerade brunsttecknet till AI) var beräknat till 38 timmar och inkluderade troligen även högbrunsten (som sker i slutet av den receptiva fasen). Vi hade inte möjlighet att beräkna högbrunstens längd då den visuella brunstregistreringen inte var kontinuerlig och enbart utförd 3 gånger per dag. Det första och mest frekventa registrerade brunsttecknet i både förbrunsten och efterbrunsten var de lokala brunsttecknen svullnad och rodnad av vulva och flytningar. Kor i senare laktation (laktation ≥3) hade 6 timmar längre brunstlängd än förstalakterande kor och 4 timmar längre brunstlängd än kor i andra laktationen. Kor med längre brunstlängd hade starkare brunster, men om detta beror på möjligheten att hitta fler brunsttecken eller om det beror på andra faktorer är inte helt klart.

Dräktighetsresultatet hos kor förbättrades med ökande brunststyrka. Kor med brunstpoäng 1 (med svaga och mer osäkra lokala s.k. sekundära brunsttecken) hade en dräktighetsprocent på 24% och kor med brunstpoäng 5 (med primära mera säkra brunstsymptom såsom upphopp, stå reflex) hade en dräktighetsprocent på 54%. För kor med en brunstpoäng 3 (baserad på klar och tydlig flytning samt några sekundära och primära brunstsymptom) hade en markant bättre dräktighetsprocent (40%) jämfört med de lägre brunstpoängen vilket visade att primära och sekundära brunstsymptom är viktiga för fertilitet. Även om ståreflex och upphopp är av stor betydelse för att nå ett högre dräktighetsreultat så är närvaron av klara och tydliga flytningar viktiga och skall inte negligeras vid brunstkontroller.

Blodflytning efter brunst registrerades hos 51% av korna. Frekvensen överenstämmer med de studier i litteraturen som finns tillgängliga och som är drygt 60 år gamla (Hansel & Asdell, 1952). Vidare ökade andelen kor med blodflytning linjärt med brunststyrkan. Blodflytning indikerar att en brunst skett, och en blodflytning en till två dagar efter AI kan användas som ett grovt mått på att semineringen skett i rätt tidpunkt.

Högre mjölkmängd runt AI hade en negativ påverkan på dräktighetsresultatet. Vi kunde inte visa någon generell effekt av mjölkmängd på brunststyrka men SH-kor i lösdrift tenderade att ha sämre brunststyrka med ökande mjölkmängder. Det lägre dräktighetsresultatet hos SH-kor kan bero på en starkare selektion för mjölkmängd i Holsteinrasen och/eller en negativ energibalans vilket kan resultera i försämrad follikelutveckling och ägglossning, färre brunstsymptom och en försenad återhämtning av vävnaderna i livmodern, vilket man ofta ser hos högproducerande mjölkkor. SH-kor har i tidigare studier visat att de tenderar att prioritera mjölkmängd och snabbare gå ner i en djupare negativ energibalans än SR-kor.

Under de sexton år som låg till grund för vår studie så påvisades ogynnsamma trender för både dräktighetsresultat och brunstuttryck. För att få ett bättre dräktighetsresultat och starkare brunststyrka borde dessa egenskaper återigen inkluderas som direkta egenskaper i den Nordiska avelsvärderingen för att ge möjlighet att selektera kor med en mer intensiv brunststyrka. Man bör samtidigt också förbättra skötselrutinerna för brunstkontrollen.

DELSTUDIE 2 *(preliminära resultat)*

Brunststyrka och brunstlängd påverkades inte signifikant av typ av progesteronprofil i föregående brunstcykel. Andelen normala progesteronprofiler ökade t.o.m. brunstpoäng 3 (tabell 1). Vid brunstpoäng 4 hade vi återigen en lägre andel normala progesteronprofiler men även en ökad andel av försenade igångsättningar och avbrutna cykliciteter. En förklaring till detta skulle kunna vara att gruppen kor med starkare brunststyrka inkluderar även en del cystakor, eller att vi med senare igångsättningar och längre perioder av låga progesteronvärden hinner se fler brunsttecken och därmed högre brunstpoäng.

Tabell 1. Brunststyrka (%) och brunstlängd (h) i relation till progesteronprofilerna normal (=1), försenad cyclicitet (=2), avbruten cyclicitet (=3), och förlängd lutealfas (=4)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   |   | **Normal P4 profil** | **Försenad cyclicitet** | **Avbruten cyclicitet** | **Förlängd lutealfas** |
| **Brunststyrka (%)** | 1 | 62.9 | 10.1 | 2.2 | 24.9 |
|  | 2 | 72.0 | 3.6 | 5.6 | 18.8 |
|  | 3 | 74.7 | 3.0 | 5.5 | 16.8 |
|  | 4 | 66.5 | 8.5 | 8.6 | 16.4 |
| **Brunstlängd (h)** |  | 9.2 (9.5) | 9.0 (9.3) | 8.6 (8.5) | 9.1 (9.2) |

I delstudie 1 fann vi att det fanns rasskillnader mellan SR och SH i dräktighetsresultat. Som vi kan se i tabell 2 har vi en större skillnad mellan SR och SH från dag 25 och framåt där SH har en högre andel sen embryodöd och högre fosterdöd. I tidig dräktighet finns ingen skillnad mellan raserna.

Tabell 2. Dräktighetsresultat för alla kor sammanslaget samt för SR respektive SH

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Dräktighetsresultat** | **Alla kor** | **SR** | **SH** |
| Tidig embryodöd (%) | 30.7 | 30.7 | 30.7 |
| Sen embryodöd (%) | 12.4 | 12.2 | 12.9 |
| Fosterdöd (%) | 3.5 | 3.1 | 4.3 |

Som framgår av tabell 3 var det en lägre andel tidig embryodöd med en ökande brunststyrka medan det var en ökande andel sen embryodöd och fosterdöd med stigande brunststyrka. Detta kan tyda på att miljön i livmodern kan vara en faktor som påverkar tidiga dräktighetsresultat. Ju tydligare kon visar brunst desto bättre är miljön i livmodern men det kan också bero på att det är lättare för lantbrukaren att hitta rätt tid för insemination. Miljön i livmodern/kon kan ha större påverkan på dräktighetsresultatet i ett tidigare skede i dräktigheten än vad den har för senare delen av dräktigheten.

Tabell 3. Dräktighetsförluster (i procent) i relation till brunstpoäng (2=svag brunst, 3=normal brunst, 4=stark brunst)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Brunstpoäng** | **Tidig embryodöd (%)** | **Sen embryodöd (%)** | **Fosterdöd (%)** |
| 2 | 37.7 | 10.1 | 3.1 |
| 3 | 31.4 | 12.3 | 3.5 |
| 4 | 30.2 | 13.8 | 4.4 |

**Slutsatser**

SR har generellt en större chans att bli dräktiga och bibehålla dräktigheten, samt längre och intensivare brunster jämfört med SH-kor i både lösdrift och i uppbundet stallsystem. Kor med starkare brunst har större chans att bli dräktiga. Även kor med en lägre brunstpoäng (1 och 2) baserat på endast lokala- (dvs flytningar och röd och svullen vulva) och sekundära- (dvs oro, råmande, slickning) brunsttecken hade ett dräktighetsresultat på ca 24%. Detta indikerar att dessa brunsttecken inte bör försummas vid brunstkontroller. För att förbättra dräktighetsresultatet och ändra den negativa trenden för brunststyrka, bör större vikt läggas på brunststyrka i avelvärderingen samt en större insats vid praktiska brunstkontroller. Lokala brunsttecken registrerades mer ofta och under en längre period jämfört med sekundära och primära brunsttecken vilket tyder på att de kan användas för att upptäcka en kommande brunst. Det är viktigt att lantbrukare känner till betydelsen och varaktigheten av alla brunsttecken för att kunna ha dem som ett bra praktiskt verktyg vid brunstkontroller.

**Relevans för näringen**

Att upptäcka brunster och att seminera i rätt tidpunkt i brunsten är de i särklass viktigaste faktorerna för ett bra dräktighetresultat vid användning av AI och därmed också förutsättningen för ett bra ekonomiskt utfall i besättningen. All kunskap som kan bidra till detta är därför av största nytta för näringen. Vi har visat att det finns ett klart positivt samband mellan total brunststyrka och dräktighetsresultat ca 2 månader efter AI men också en lägre sen fosterdödlighet som resulterar i en högre kalvningsfrekvens. Det finns därför stor anledning att fortsätta arbetet med att ta med brunststyrkan som egenskap i den nordiska avelsvärderingen. Vi har också visat att SR-rasen har ett försteg framför HF-rasen i detta hänseende. Detta kan ha betydelse i rådgivningen då hänsyn bör tas för ras vid värdering av fruktsamhetsresultatet. Våra resultat tyder också på att mjölkavkastningen har begränsad påverkan på brunststyrkan men något större på dräktighetsresultatet vilket tyder på andra fysiologiska mekanismer som orsak till sänkt fertilitet hos högproducerande kor.

De automatiska brunstdetektionssytem som finns på marknaden i dag bygger på förändrat rörelsemönster hos kon och är därmed en indirekt markör för brunst. Många undersökningar har visat ett relativt högt antal falska positiva brunstsignaler i dessa system. Därför bör man i fruktsamhetrådgivningen fästa uppmärksamhet på att brunstsignalerna ska bekräftas genom registrering av visuella brunstsymtom. Vi har i vår undersökning tillsammans med andra internationella forskare konstaterat att det optimala brunstsymptomet står för upphop registreras sällan. Vi har i vår undersökning fokuserat på de sekundära lokala symtomen som har betydligt större chans att upptäckas. Vi har konstaterat att dessa symtom såsom till exempel brunstflytning uppträder upp till flera dygn före den så kallade högbrunsten då seminering ska ske. Dessa symtom är därför bra markörer för annalkande brunst. Vi har också konstaterat att seminering baserat på främst lokala brunstsymtom leder till ett fruktsamhetsresultat som är klart lägre än då primära symtom registrerats (ståbrunst) men i vissa stycken bättre än förväntat. Det är därför knappast tillrådligt att avstå seminering i sådana fall.

**Referenser**

Blavy, P., Derks, M., Martin, O., Höglund, J.K. & Friggens, N.C. 2016. Overview of progesterone profiles in dairy cows. *Theriogenology* 86:1061-1071.

Bulman, D.C. & Lamming, G.E. (1978). Milk progesterone levels in relation to conception, repeat breeding and factors influencing acyclicity in dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 54:447–58.

Diskin, M. G., Murphy, J. J., and Sreenan, J. M. (2006). Embryo survival in dairy cows managed under pastoral conditions. *Anim. Reprod. Sci.* **96**, 297–311.

Diskin, M. G., Parr, M. H., and Morris, D. G. (2012). Embryo death in cattle: an update. *Reproduction, Fertility and Development,* 24: 244-251.

Forde, N., Beltman, M. E., Duffy, G. B., Duffy, P., Mehta, J. P., O’Gaora, P., Roche, J. F., Lonergan, P., and Crowe, M. A. (2011). Changes in the endometrial transcriptome during the bovine estrous cycle: effect of low circulating progesterone and consequences for conceptus elongation. *Biol. Reprod.* 84, 266–278.

Fonseca, FA, Britt, JH, MC Daniel, BT, Wilk, JC & Rakes AH. 1983. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield and clinical abnormalities on involution of the cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rates and days open. *J. Dairy Sci.* 66, 1128-1147.

Hansel, W., Asdell, S.A., 1951. The effects of estrogen and progesterone on the arterial system of the uterus of the cows. J. Dairy Sci. 34, 37-44.

Lopez, H, Satter, LD & Wiltbank, MC. 2004. Relationship between level of milk production and oestrous behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 81, 209-223.

Nyman, S., Johansson, K., Koning de, D.J., Berry, D. P., Veerkamp, R. F., Wall, E. & Berglund, B. 2014. Genetic analysis of atypical progesterone profiles in Holstein-Friesian cows from experimental research herds. *J. Dairy Sci.* 97:7230-7239.

Opsomer, G., Y.T. Gröhn, J. Hertl, M. Coryn, H. Deluyker, and A. de Kruif. 2000. Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology* 53:841-857.

Petersson, K-J, Gustafsson, H., Strandberg, E. & Berglund, B. 2006. Atypical progesterone profiles and fertility in Swedish dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 2529-2538.

Stronge, A. J. H., Sreenan, J. M., Diskin, M. G., Mee, J. F., Kenny, D. A., and Morris, D. G. (2005). Post-insemination milk progesterone concentration and embryo survival in dairy cows. *Theriogenology* 64, 1212–1224.

Van Vliet, JH & Van Eerdenburg F.J.C.M. 1996. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Applied Animal Behavior Science* 50, 57-69.

Walsh, S. W., E. J. Williams, and A. C. O. Evans. 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 123:127–138.

Roelofs, J.B., Van Eerdenburg, F.J.C.M., Soede, N.M. & Kempf, B. 2005. Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, 63, 1366-1377.

**Publikationer och resultatförmedling**

**Publikationer från projektet**

Berglund, B. 2011. New traits and tools in the genetic selection for improved reproductive performance of cows. Reproduction in Domestic Animals, Vol 46, Suppl, 3, Abstract, p.70.

Berglund, B. 2012. Avel för tydlig brunst. Avelsnytt nr 02, juni 2012, s. 18. VikingGenetics.

Berglund, B., Smedberg, K., Naeslund, S. & Gustafsson, H. 2012. Sexual and social behaviour signs during the oestrus cycle in dairy cows. Proceedings 17th International Congress on Animal Reproduction, ICAR, Vancouver, 29 July – 2 Aug., 2012; Abstract 2502, p. 554-555.

Berglund, B., Smedberg, K., Naeslund, S. & Gustafsson, H. 2014. Sexual and social behaviour signs during the oestrus cycle in dairy cows. CRU Social meeting, 27 augusti, SLU, Uppsala, Sverige. Poster.

Mattsson, C. 2013. Brunstvisningsförmåga hos SRB- och Holsteinkvigor. Examensarbete/SLU, Institutionen för husdjursgenetik, 398. <http://epsilon.slu.se>

Nyman S., S. Malm, J.H. Jakobsen, K.J. Petersson, H. Gustafsson & B. Berglund. 2015. Oestrous characteristics and conception in Swedish dairy cows. CRU Social meeting, 26 augusti, SLU, Uppsala, Sweden. Poster.

Nyman S., S. Malm, H. Gustafsson & B. Berglund.2016. Oestrous characteristics and conception in Swedish dairy cows. Swedish-US Scientific symposium on future of functional and novel traits for dairy cattle breeding, 15-16 Nov. 2016, SLU, Uppsala, Sweden. Poster.

Nyman, S., Malm, S.E., Gustafsson, H. & Berglund, B. (2017): A longitudinal study of oestrous characteristics and conception in tie-stalled and loose-housed Swedish dairy cows. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science, 66:135-144. DOI:10.1080/09064702.2017.1313306

Nyman, S., Gustafsson, H. & Berglund, B. Expression of oestrus decreases pregnancy losses and improves fertility in dairy cows. *Manuscript for scientific publication.*

Smedberg, K. 2012. Brunstvisningsförmåga hos mjölkkor – en beteendestudie. Examensarbete/SLU, Institutionen för husdjursgenetik, 2012:18. <http://epsilon.slu.se>

*Presentationer relaterade till projektet:*

Berglund, B. Inbjuden föredragshållare vid 17th International Congress on Animal Reproduction i Vancouver Juli 29 – Aug. 2, 2012. *”How to record reproductive behaviour for future genetic improvement?”*

Berglund, B. Presentation av elektronisk poster vid 17th International Congress on Animal Reproduction i Vancouver Juli 29 – Aug. 2, 2012. *“Sexual and social behaviour signs during the oestrus cycle in dairy cows”*.

Berglund, B. Presentation vid besök på Lövsta från Saratov State Agrarian University, Ryssland, 31 jan. 2013. *“Improving feed-efficiency and fertility – collaborative dairy cattle breeding projects at Lövsta”*.

Berglund, B. Presentation vid besök på Lövsta från av KFC och Foulum, Danmark, 1 feb. 2013. *“Improving dairy cattle feed-efficiency and fertility – collaborative projects at Lövsta”*.

Berglund, B. Presentation vid Växa Sveriges forskningsdagar 19-20/3-13, 19 mars 2013. *”Hållbar mjölkkoavel”*.

Berglund, B. Presentation vid CRU Social meeting 27 aug. 2014. Centre for reproduction in Uppsala, Ultuna campus, SLU. “*New phenotypes in breeding for improved dairy cattle reproduction”.*

Berglund, B. Inbjuden föreläsare vid ”The International research and practice conference “Current problems of genetic and reproductive biology of animal”. Organizers: Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Russian National Research Institute of Genetic and Breeding of Animal, Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine. St Petersburg 23-24 Oct. 2014. *“The Nordic dairy cattle breeding programme – New phenotypes in breeding for improved dairy cattle reproduction.*

Berglund, B. Presentation vid CRU symposiet “Genetics of reproduction”, 25 aug. 2015. Centre for reproduction in Uppsala, SLU. *“New tools in the genetic improvement of dairy cow reproduction”.*

Berglund, B. Presentation vid Swedish-US Scientific symposium on Functional and Novel traits for Dairy Cattle Breeding. 15-16 Nov. 2016*.* SLU, Uppsala. *“Improved measures for selection on fertility in dairy cattle”.*