



Institutionen för husdjursgenetik

Beskrivning och analys av superovuleringsresultat och andra fertilitetsregistreringar vid Nötcenter Viken

av

Maria Häggström

Handledare:

Susanne Eriksson, HGEN, SLU

Hans Stålhammar, Svensk Avel

**Examensarbete 289
2006**

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. Examensarbete på D-nivå i ämnet husdjursgenetik, 20 p (30 ECTS).



Institutionen för husdjursgenetik

Beskrivning och analys av superovuleringsresultat och andra fertilitetsregistreringar vid Nötcenter Viken

av

Maria Häggström

Agrovoc: Cattle, superovulation, MOET, fertility, nucleus herd, repeatability

Övrigt: Mjölkkor, superovulation, MOET, fertilitet, kärnbesättning, reproducerbarhet

Handledare:

Susanne Eriksson, HGEN, SLU

Hans Stålhammar, Svensk Avel

**Examensarbete 289
2006**

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. Examensarbete på D-nivå i ämnet husdjursgenetik, 20 p (30 ECTS).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD.....	2
REFERAT.....	3
INLEDNING.....	4
<i>Examensarbetets syfte.....</i>	<i>5</i>
LITTERATURSTUDIE.....	5
<i>Superovulering och embryospolning.....</i>	<i>5</i>
<i>Variationsorsaker till embryospolningar.....</i>	<i>5</i>
<i>Ras.....</i>	<i>5</i>
<i>Ålder.....</i>	<i>6</i>
<i>Säsong.....</i>	<i>6</i>
<i>Superovuleringsnummer.....</i>	<i>7</i>
<i>Arvbarhet och reproducerbarhet för embryospolningar.....</i>	<i>7</i>
<i>Dagens gemensamma nordiska avelsvärdering för dotterfruktsamhet.....</i>	<i>9</i>
<i>Superovulering och fertilitet.....</i>	<i>10</i>
<i>Samband mellan superovuleringsresultat och mjölkproduktion.....</i>	<i>11</i>
EGEN UNDERSÖKNING.....	12
MATERIAL OCH METODER.....	12
<i>Nötcenter Viken.....</i>	<i>12</i>
<i>Inventering av data.....</i>	<i>13</i>
<i>Materialbeskrivning.....</i>	<i>14</i>
<i>Statistiska analyser och modeller.....</i>	<i>18</i>
RESULTAT.....	19
DISKUSSION.....	23
<i>Rekommendation om framtida registreringar på Nötcenter Viken.....</i>	<i>27</i>
SLUTSATSER.....	27
SUMMARY.....	28
LITTERATURFÖRTECKNING.....	29

FÖRORD

Detta examensarbete är utfört vid Institutionen för husdjursgenetik, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), i samarbete med Svensk Avel (Skara) och Nötcenter Viken (Falköping).

Jag vill rikta ett stort tack till mina handledare Susanne Eriksson och Hans Stålhammar som hjälpt mig genom detta arbete med upplägg, fakta och korrekturläsning. Susanne som gjort handledning på avstånd möjlig genom många mail och telefonsamtal. Hans för att du på ett ovärderligt sätt ställt upp med skjuts till och från Skara då jag pendlat från min hemort.

Jag vill även tacka Svensk Avel med personal för att jag fick chansen att göra denna studie samt för upplåtande av rum och allehanda tillbehör. Tack för ett vänligt bemötande, jag har verkligen trivts att arbeta hos er. Särskilt tack till Anita Frick som hjälpt mig med datahanteringen. Även tack till Nötcenter Viken genom Malin Fröjelin och Johanna Geust som ställt upp och svarat på mina frågor.

Slutligen tack till min examinator Jan Philipsson som läste mitt arbete över julhelgen och att det därmed kunde bli färdigt så snabbt.

Maria Häggström

Gällstad, januari 2007

REFERAT

Målet med utvecklingen av olika reproduktionstekniker är att öka antalet avkommor från utvalda individer i en generation och därmed möjligheten till ökat genetiskt framsteg. En teknik som har utvecklats och som idag används i allt större omfattning är embryoöverföring, vilken underlättar spridningen av genetiskt material och kan förkorta generationsintervallet även på den honliga sidan.

Nötcenter Viken är en verksamhet som bedriver embryospolning och embryoöverföring på raserna SRB och SLB, utanför Falköping. Vid avelsbesättningen samlas kontinuerligt en mängd data in om de testade korna. Det är av intresse att veta hur datat bäst skall användas för att komma vidare i avelsarbetet. Syftet med detta examensarbete var att kartlägga vilka uppgifter, främst relaterade till fruktsamhet, som finns insamlade, samt hur tillgängligt datat är och hur det kan användas i forskningssyfte. Denna studie är främst inriktad på information kring embryospolningsresultat, det vill säga antalet embryon som samlas upp från givardjur efter hormonbehandling och superovulering, och fenotypiska samband med andra fruktsamhetsegenskaper.

Studien bygger på data över 761 embryospolningar av 423 djur, (jämnt fördelat över SRB och SLB) och 418 av dessa spolade djur har även fertilitetsregistreringar i datat. Uppgifterna är insamlade under perioden januari 2004 till oktober 2006. Registreringar som gjordes under uppstartningsåret 2003 är inte med i de statistiska analyserna, då dessa har bedömts som alltför missvisande.

Medelvärden av totalt antal embryon respektive antal överförbara embryon per år visar på en klar förbättring i embryospolningsresultat från år 2004 till 2006. De höga standardavvikelseerna indikerar att det finns en stor variation i dessa egenskaper och eftersom reproducerbarheten är hög kan det finnas möjlighet till selektion. En förklaring till det låga antalet embryon i början kan vara en inkörningsperiod på Viken då rutiner och arbetsmetoder ännu inte var fastställda. Byte av personal samt bättre arbetsrutiner har bidragit till att embryospolningsresultaten ökade med tiden. Undersökningens 761 embryospolningar resulterade i genomsnitt i 6,11 uppsamlade respektive 3,55 överförbara embryon per spolningstillfälle. Resultatet för enbart år 2006 var 7,13 uppsamlade respektive 4,63 överförbara embryon, vilket visar på en klar ökning av antal embryon.

Denna undersökning visar inte på någon signifikant effekt av embryospolningsresultat på övriga fertilitetsegenskaper, då antalet överförbara embryon användes som förklarande variabel i modeller för fertilitetsegenskaper. Detta material visar inte heller på några starka eller signifikanta korrelationer eller residualkorrelationer mellan dessa egenskaper. En förklaring kan vara att materialet är för litet för att påvisa att embryospolningsresultat och fertilitetsegenskaper påverkar varandra.

INLEDNING

Under de senaste åren har intresset för att förbättra fertilitetsegenskaperna i mjölkkoaveln ökat internationellt. Eftersom dessa egenskaper är ogynnsamt korrelerade med mjölkproduktion och detta inte har tagits tillräcklig hänsyn till i avelsarbetet i flera länder är fertiliteten under ständig försämring, främst hos Holstein-djur. Det medför stora ekonomiska kostnader (González-Recio et al., 2006). Nedsatt fertilitet är en av de största orsakerna till utslagning av mjölkkor (Svensk Mjolk, 2006). Fertiliteten har en avgörande roll för kors livslängd, eftersom förmågan att producera mjölk beror på reproduktion. Därmed är det viktigt att bedriva ett avelsarbete för att upprätthålla denna förmåga (Roxström, 2001). I de skandinaviska länderna har ett bredare avelsmål använts och därmed är fertilitetsläget mer gynnsamt för de skandinaviska röda mjölkkraserna (Philipsson, Lindhé, 2003).

Även kor och tjurar med god fertilitet har biologiska begränsningar i antalet avkommor de kan få på naturlig väg. Målet med utvecklingen av olika reproduktionstekniker är att öka antalet avkommor från utvalda individer i en generation och därmed möjligheten till ökat genetiskt framsteg. Den mest förekommande tekniken är artificiell insemination (AI), vilket innebär att ett handjur kan användas på ett betydligt större antal hondjur än vad som annars skulle vara praktiskt genomförbart. Möjligheten att öka antalet avkommor från avelsmässigt värdefulla hondjur är dock mer begränsad. En teknik som har utvecklats och som idag används i allt större omfattning är embryoöverföring, vilket underlättar spridningen av genetiskt material och kan förkorta generationsintervallet även på den honliga sidan.

Genom att använda dessa reproduktionstekniker kan en snabb spridning av värdefulla gener ske från tex en kärnbesättning till produktionsbesättningar ute i fält. Möjligheten att transportera embryon istället för levande djur mellan länder minskar risken för sjukdomsspridning. En annan fördel är att möjligheten att skapa genetiska länkar, både mellan besättningar och mellan länder, ökar ytterligare med embryoöverföring, vilket bidrar till en ökad säkerhet vid nationell och internationell avelsvärdering (Henshall et al., 2006). En nackdel med olika reproduktionstekniker är att de kan bidra till en mindre effektiv populationsstorlek och därmed en ökad risk för inavel som följd. Henshall skriver dock i sin artikel att inavel inte är något problem om bara populationsstorleken från början är tillräckligt stor samt att man följer en noga genomarbetad avelsplan där man till exempel begränsar antalet hel- och halvsyskon.

En verksamhet som bedriver embryospolning och embryoöverföring är Nötcenter Viken. Det är en försöksgård för mjölkproduktion, växtodling samt foderförsök och fungerar som en kärnbesättning i avelsarbetet med SRB och SLB. Gården är belägen några kilometer öster om Falköping och ägs av Lantmännen och Svensk Avel. Ägarna bedriver ett samarbete kring ett gemensamt mål: förbättrad mjölkproduktion. En avsikt med denna försöksgård är att skapa ett skyltfönster för svensk mjölkproduktion.

Projektet har pågått sedan januari 2003 då den nya ladugården med lösdrift och liggbås stod klar. Där finns även en visningslokal med utsikt över djuren samt mjölkkningsavdelningen där korna mjölkas tre gånger/dygn i karusell. Besättningen består idag av 300 mjölkkor jämnt fördelat på raserna SRB och SLB, årligen rekryteras 100 kvigor av varje ras. Ett dataprogram, Vikendata, är uppbyggt för att göra det möjligt att samla in och lagra information över de registreringar som utförs.

En viktig del av Vikenprojektet är att höja avelsframsteget för mjölkkoraserna. För att uppnå detta arbetar man dels med embryoöverföring (embryo transfer, ET) som syftar till att förkorta generationsintervallet i arvsleden mor-son och mor-dotter. Dels finns möjlighet att öka säkerheten i avelsvärderingen eftersom tjurmödrarna prövas på ett och samma ställe till skillnad mot ute i fält där den sker i olika besättningar. Arbetet med ET-verksamheten är koncentrerad till en enskild byggnad där embryospolningarna utförs under likartade former, vilket är en stor fördel då miljöeffekter kan minimeras. Årligen produceras cirka 1800 embryon på Vikens egendom (Nötcenter Viken, 2006).

Examensarbetets syfte

Vid avelsbesättningen Viken samlas kontinuerligt en mängd data in om de testade korna. Det är av intresse att veta hur datat bäst skall användas för att komma vidare i avelsarbetet. Syftet med detta examensarbete var att kartlägga vilka uppgifter, främst relaterade till fruktsamhet, som finns insamlade, samt hur tillgängligt datat är och hur det kan användas i forskningssyfte. Denna studie är främst inriktad på information kring embryospolningsresultat och fenotypiska samband med andra fruktsamhetsegenskaper. Som bakgrund till studien har följande litteraturstudie gjorts av andras undersökningar inom samma område.

LITTERATURSTUDIE

Superovulering och embryospolning

Superovulering är en metod som används för att framkalla att kvigan/kon avlossar fler ägg än det normala under samma brunst med hjälp av hormonbehandling. Vanligtvis återbildas alla ägg utom ett, men genom noggrant avvägd understödjande behandling kan man få fler ägg att överleva. Därefter semineras djuret på vanligt vis för att efter sju dagar spolas med hjälp av en vätska på befruktade ägg, embryon. Dessa embryon läggs sedan in i mottagardjur som föder fram kalvarna (embryoöverföring) (FABA, 2006). I den följande texten används ofta ordet spolningsresultat för antal embryon vid spolningen av givardjur.

Variationsorsaker till embryospolningar

Många faktorer påverkar givardjurets svar på superovulering och därmed embryospolningsresultat. Ras, givardjurets ålder, säsong vid spolning samt spolningsnummer är exempel på signifikanta faktorer (Liboriussen et al., 1995).

Ras

En faktor som visat sig ha betydelse för embryospolningsresultat är givardjurets ras. Ett antal forskare som sett denna effekt är bland annat Breuel et al. (1991), Liboriussen et al. (1995), Leroy et al. (2005).

Liboriussen et al. (1995) fann i sin studie signifikant effekt av ras i antalet överförbara embryon per spolning där dansk röd boskap ($6,6 \pm 0,6$), dansk röd & vit boskap ($6,9 \pm 1,1$) hade ett högre resultat än dansk friesian ($4,9 \pm 0,4$) och dansk jersey ($4,7 \pm 0,7$).

Leroy et al. (2005) jämförde embryokvaliteten hos höglakterande Holsteinkor, Holsteinkvigor och Belgisk Blå. Endast 13,1 % av embryona från de höglakterande korna kategoriserades som utmärkta, tillskillnad mot 62,5 % och 55 % av embryona från kvigor och Belgisk Blå. Signifikant fler embryon från höglakterande Holsteinkor var alltså av sämre kvalitet och mörkare färg jämfört med embryon från Belgisk Blå. När det gäller superovuleringsresponsen (antalet ovulerade ägg) sågs inga signifikanta skillnader mellan de tre grupperna. $10,2 \pm 1,1$,

8,1±1,1 och 9,2±0,8 för höglakterande kor, kvigor och Belgisk Blå. Däremot producerade höglakterande kor signifikant fler överförbara embryon (6,1±0,7) jämfört med icke lakterande kvigor (5,1±0,8) och Belgisk Blå (4,2) totalt sett. Därav är det svårt att utläsa några specifika rasskillnader mellan dessa grupper

Breuel et al. (1991) tittade i sin studie på effekten av olika köttraser (Angus, Charolais, Hereford och Simmental) vid spolning, både i fält och i försöksbesättning. De fann att responsen på superovulering påverkades av rasen på givardjuret. Flest överförbara embryon gav studier på försöksbesättning med följande resultat, Simmental (10,4), följt av Angus (5,3), Charolais (5,1) och Hereford (4,5).

Ålder

Liboriussen et al. (1995) fann i sin studie signifikant effekt av ålder på antalet överförbara embryon. Kor producerade fler embryon (6,7±0,5) än kvigor (4,8±0,7), en skillnad på 1,9 överförbara embryon. Liknande resultat har även Callesen et al. (1996) kommit fram till då han i sin artikel skriver att kvigor producerar färre överförbara embryon än höglakterande kor. Däremot är den allmänna uppfattningen att kvigor sällan ger nollresultat vid spolningar.

Tvärtom fann Chagas e Silva et al. (2002) att kor gav signifikant lägre antal överförbara embryon (5,2±0,4) än kvigor (6,4±0,5). Likaså fann Breuel et al. (1991) att äldre djur ger färre antal uppsamlade och överförbara embryon än yngre djur.

Ax et al. (2005) undersökte även antal uppsamlade embryon per spolning och antalet överförbara embryon per spolning från kvigor i åldrarna 7,8-9,9, 10-11,9, 12-13,9 och 14 månader. I medeltal gav kvigor under 10 månader färre överförbara embryon per spolning jämfört med övriga åldersgrupper (2,8±0,5 mot 4,8±0,2). Det fanns ingen signifikant skillnad i antal embryon, varken totalt (7,8±0,3) eller antal överförbara (4,8±0,2), mellan kvigor över 10 månader. Denna studie visar därför på att embryon kan samlas från kvigor från 10 månaders ålder utan att riskera försämring i reproduktion eller laktation hos givardjuret.

Säsong

Liboriussen et al. (1995) fann säsongsskillnader i embryospolningsresultat, dock ej signifikanta. Flest embryon samlades under sommarmånaderna juni, juli och augusti, och september, 6,0±0,5. Andra säsonger gav ett resultat på 5,5±0,4 embryon. De fann även att frekvensen av nollresultat var signifikant lägre under sommarmånaderna än vid andra månader under året. I ett försök med Boran och Boran/Friesian korsningar i Etiopien fann Tegegne et al. (1997) att antalet överförbara embryon var högre under regnperioden än under torrperioden (3,9±0,5 och 2,7±0,5). Ytterligare ett försök på Bos indicus beef cattle i Iran visade dock ingen skillnad mellan sommar och vinter i antalet överförbara embryon (3,1±0,58) (Barati et al., 2006).

I Tjeckien, (2005) gjordes en studie på 487 embryospolningar på olika köttraser, insamlade under perioden 1991-2004. Flest antal överförbara embryon samlades in under sommar och höst (3,68±3,65 och 3,54±3,80), sämst resultat var på vintern. Säsongpåverkan på befruktningsresultat (conception rate) var låg, 42,6 % på sommaren och 46,8 % på vintern (Hegedusova et al., 2005).

Liknande resultat fann Gawande et al. (2002) då antalet uppsamlade och överförbara embryon var lägre på vintern (2,75±1,37 och 1,75±1,03) än på sommaren (3,00±2,12 och 2,25±1,05). I

ett försök på Holsteinkor i Portugal, undersöktes säsongeffekten på antalet uppsamlade embryon under regnperioden (oktober-mars) respektive torrperioden (april-september). Efter studien drog de slutsatsen att klimatpåverkan inte hade någon effekt på resultatet ($5,0 \pm 5,24$ och $5,8 \pm 4,64$) (Basile et al., 2000).

Superovuleringsnummer

Jaskowski et al. (2003) gjorde en studie för att se om det är möjligt att med hjälp av resultat från första superovuleringen förutsäga resultatet för andra superovuleringen. 62 kor och 59 kvigor användes i studien. Dessa djur delades in i tre grupper efter deras första embryospolningsresultat. Efter 2,5 månad superovulerades djuren en andra gång. Enligt denna studie verkar spolningsresultatet inte nämnvärt skilja sig åt mellan spolningar.

Även Zizlavsky et al. (2002) undersökte möjligheten att förutsäga spolningsresultat med hjälp av tidigare superovuleringar. De fann att detta är möjligt då korrelationen mellan första och andra superovuleringen var 0,67 samt mellan första och tredje var 0,70.

Triveni et al. (2001) har i sin studie tittat på effekten av upprepad superovulering. De fann att antalet embryon vid första, andra och tredje spolningen var $8,42 \pm 0,99$, $5,42 \pm 0,61$ och $4,57 \pm 0,97$. Antalet överförbara embryon för de tre spolningarna var; $5,28 \pm 1,49$, $4,00 \pm 1,44$ samt $2,42 \pm 0,75$, det vill säga antalet sjönk med ökat spolningsnummer. Deras slutsats blev därför att upprepad superovulering leder till sämre embryoöverlevnad. Även Bastida et al. (1987) fann att antalet överförbara embryon minskade med antal spolningar.

Tvärtom fann Tonhati et al. (1999) att medeltalet för antalet överförbara embryon ökade med ökat spolningsnummer, med 5,82 överförbara embryon för första spolningen, 6,18 vid andra samt 6,51 för tredje spolningen.

Arvbarhet och reproducerbarhet för embryospolningar

En begränsade faktor för embryoöverföring på nötkreatur är variationen i hur de svarar på superovulering. Speciellt stor är variationen i antal överförbara embryon vid spolning. Det är svårt att säkert förutsäga resultatet, vilket begränsar utvecklingen av embryoöverföring som avelsmetod (Breuel., 1991, Armstrong., 1993). Mapletoft et al. (2002) skriver i sin studie att superovuleringsrespons fortsätter att vara ett av de mest frustrerande problemen med embryoöverföring hos nötkreatur. Mot denna bakgrund har ett flertal studier gjorts om arvbarhet och upprepbarhet för antal embryon per spolning samt antal överförbara embryon (Liboriussen et al., 1995; Tonhati et al., 1999; Asada et al., 2002; Bényei et al., 2004; Peixoto et al., 2004). Detta för att undersöka om superovulering är en arvbar egenskap och selektion därmed skulle vara möjlig (Tonhati et al., 1999).

Tonhati et al. (1999) genomförde ett försök i Brasilien baserat på 5387 superovuleringar utförda på 2941 Holstein-friesian kor. Resultatet för antal överförbara embryon per spolning gav medelvärde, median och mode på 5,9, 5,0 och 1,0. Standardavvikelsen för medelvärdet var 4,8. Den skattade arvbarheten och reproducerbarheten för antal överförbara embryon var låg, 0,03 och 0,13. Dessa resultat tyder på att miljömässiga faktorer spelar en stor roll med avseende på hur en ko svarar på superovulering. Enligt denna studie är det svårt att förutsäga framtida superovuleringsresultat utifrån tidigare behandlingar. Det är ändå möjligt att det är en ärftlig egenskap som dock är svår att urskilja på grund av stor miljömässig påverkan och det kan därmed vara svårt att utnyttja den genetiska variationen.

Däremot fann Peixoto et al. (2004) högre värden för ett flertal genetiska parametrar. Denna studie utfördes på 475 Brasilianska Zebu djur med 1036 superovuleringar. Egenskaperna som analyserades var: antal kännbara gulkroppar, antal uppsamlade embryon och antal överförbara embryon. Observerat medelvärde för antal överförbara embryon från första spolningen var 5,19 (SD=5,86) och för alla tre spolningarna 5,14 (SD=5,34). De höga standardavvikelserna indikerar en stor variation i dess egenskaper. Arvbarheten var mellan 0,47-0,57, för antal kännbara gulkroppar, mellan 0-0,34 för uppsamlade embryon och mellan 0,20-0,65 för överförbara embryon. Högre arvbarheter skattades när endast data för första spolningen användes. Vid första spolningen var den genetiska korrelationen mellan antal kännbara gulkroppar och uppsamlade embryon 0,43. Den genetiska korrelationen mellan antal kännbara gulkroppar och överförbara embryon var 0,01, och mellan uppsamlade och överförbara embryon var den 0,73. Upprepbarheten för dessa egenskaper sträckte sig mellan 0,47-0,51. De höga värdena för upprepbarhet visar enligt denna studie på att selektion för superovuleringsresultat kan göras efter första spolningen. Antalet djur i denna undersökning var dock begränsat.

Bényei et al. (2004) fann i sin studie på ett litet antal Holstein-friesian kor en arvbarhet på 0,23 för antal kännbara gulkroppar och 0,16 för antal uppsamlade embryon, skattningarna måste dock ha varit mycket osäkra p.g.a. det låga antalet djur i studien. Upprepbarheten för dessa egenskaper var 0,39 och 0,30. Dessa resultat visar på betydelsen av miljömässiga faktorer för att uppnå en effektiv embryoproduktion hos donatorkorna.

Liknande resultat fann Asada et al. (2002) där arvbarheten för antal uppsamlade och antal överförbara embryon var 0,14 respektive 0,09. Motsvarande upprepbarheter var 0,43 och 0,32. Medelvärde och standardavvikelse för antalet överförbara embryon per spolning var 4,42 och 4,11.

En studie som visar på medelhöga arvbarheter för antalet överförbara embryon är Liboriussen et al. (1995). De skattade en arvbarhet på $0,22 \pm 0,07$ för antal överförbara embryon per spolning.

I en äldre studie av Bastida et al. (1987) undersökte effekten av upprepad superovulering och spolning på *Bos indicus* kor. De fann att Least-squares means (LSM) för överförbara embryon/spolning varierade från 5,3 från första spolningen till 1,8 från femte spolningen. LSM för antalet embryon totalt varierade mellan 6,8-3,0 för första och femte spolningen. Reproducerbarheten för superovulering varierade mellan 0,10-0,17. Reproducerbarheten för antalet överförbara embryon per spolning var 0,11. Med tanke på de låga värdena på reproducerbarhet rekommenderar inte författaren att selektera på superovuleringsresultat. Denna studie visar på att embryoproduktionen per givardjur minskade med upprepade spolningar. Även upprepad superovulering och spolning har negativ effekt på olika embryoparametrar, särskilt efter fjärde spolningen hos Brahman kor.

Det finns relativt få studier baserade på svenska förhållanden inom detta område. I sitt examensarbete, "Uppföljning av superovulerings- och dräktighetsresultat vid embryotransfer (ET) verksamheten inom SEAB/Svensk Avel", redogjorde dock Lindström. (2002) för spolningsresultat från spolningar utförda i Sverige. Hon fann att antal uppsamlade respektive överförbara embryon per spolningstillfälle totalt i studien var 6,89 (SD=6,13) och 4,97 (SD=4,96) med ett min-max på 0-33 embryon. LS-means överförbara embryon för kviga yngre än 16 månader var $3,31 \pm 0,70$ och för kviga äldre än 16 månader $4,64 \pm 0,34$.

Spolningarna gav bäst resultat under april-juni. Perioden januari-mars gav näst bäst resultat. Inga signifikanta skillnader i embryospolningsresultat mellan SRB och SLB kunde påvisas.

En sammanfattning av skattade arvbarheter och reproducerbarheter från litteraturen redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Jämförelse av arvbarhet (h^2), reproducerbarhet (r) och medel \pm SD för överförbara embryon över embryospolningsresultat från tidigare studier

Studie	Ras	Antal djur	Antal obs	Uppsamlade		Överförbara		
				h^2	r	Medel \pm SD	h^2	r
Bastida et al. (1987)	Brahman	813	1841		0,10-0,17			0,11
Breuel et al. (1991)	Simmental	54				10,4		
	Angus	136				5,3		
	Charolais	60				5,1		
	Hereford	234				4,5		
Liboriussen et al. (1995)	Röd Dansk	95	100				} 0,22	
	Dansk Friesian	294	343					
	Dansk Jersey	66	75					
	Dansk Röd & Vit	19	24					
Tonhati et al. (1999)	Holstein-Friesian	2941	5387			5,9 \pm 4,82	0,03	0,13
Lindström. (2000)						4,97 \pm 4,96		
Asada et al. (2002)	Holstein	224	306	0,14	0,43	4,42 \pm 4,11	0,09	0,32
Chagas e Silvia et al. (2002)	Holstein (kor)	172				5,2 \pm 0,4		
	Holstein (kvigor)	172				6,4 \pm 0,5		
Bényei et al. (2004)	Holstein-Friesian	56	235	0,16	0,30			
Peixoto et al. (2004)	Nellore	475	1036	0-0,34	0,47-0,51		0,20-0,65	0,47-0,51
Ax et al. (2005)	Holstein (kvigor)	520	429			2,8-4,8		
Leroy et al. (2005)	Holstein (kor)	47				6,1 \pm 0,7		
	Holstein (kvigor)	27				5,1 \pm 0,8		
	Belgisk Blå	50				4,2		

Dagens gemensamma nordiska avelsvärdering för dotterfruktsamhet

Nedsatt fruktsamhet är orsaken till utslagning av ca 25 % av alla kor. Därmed spelar en sämre fertilitet mycket stor ekonomisk roll i dagens mjölkproduktion. Dotterfruktsamhet ingår som en del i avelsvärden för hälsoegenskaper. Svensk Mjolk, Dansk Kvaeg och Faba Breeding utför denna värdering och tillhandahåller ett stort antal avelsvärden för olika egenskaper. I Svensk Mjölks Avelsvärdering version VII. (2006) står följande angående dotterfruktsamhet: Avelsmålet för dotterfruktsamhet är bättre brunststyrka, kortare tomperiod, färre inseminationer samt färre fruktsamhetsstörningar. Måtten som används för att mäta dessa

egenskaper är, antal inseminationer/serie, intervall mellan kalvning och första inseminering, intervall mellan första och sista inseminering, fertilitetsbehandlingar, brunststyrka (endast data från Sverige) samt andel icke omlöpare. För att slutligen få fram ett nordiskt fruktsamhetsindex vägs de fyra första fertilitetsegenskaperna samman med olika vikter. Brunststyrka och andel icke omlöpare är ändå viktiga egenskaper då de fungerar som indikator för andra fertilitetsegenskaper (Nordic Cattle Genetic Evaluation, 2006). Eftersom dessa fruktsamhetsegenskaper genetiskt sett är olika egenskaper för kvigor och kor beräknas separata avelsvärden för kvigor, förstakalvare och andrakalvare.

Superovulering och fertilitet

Det finns relativt få studier gjorda på sambandet mellan superovulering och efterföljande reproduktionsförmåga hos givardjuret (Sharma et al., 2002). I samband med superovulering har det observerats att den kan försämra vissa reproduktionsegenskaper såsom antalet insemineringar per dräktighet hos givardjuret, vilket är en begränsande faktor när denna metod används på högmjölkanande kor (Chupin et al., 1984).

I en studie av Sharma et al. (2002) undersöktes responsen av superovulering, embryomängd samt efterföljande fertilitet på Holsteinkor under tropiska förhållanden. De fann bland annat att totala antalet embryon och antalet överförbara embryon var högre vid andra superovuleringen än vid första. Vidare producerade djur som superovulerades i ett tidigt stadie av laktationen färre överförbara embryon vid första superovuleringen jämfört med de som superovulerades senare i laktationen. Medelintervallet mellan kalvning och första spolning var $88,7 \pm 3,31$ dagar och intervallet mellan två spolningar var $62,5 \pm 4,87$ dagar. Intervallet från andra spolning till första inseminering, andra spolning till befruktning och kalvning till befruktning var $56,8 \pm 6,46$, $119,2 \pm 15,05$, och $263,2 \pm 15,54$ dagar. En stor individuell variation i superovuleringsrespons och embryomängd visade sig i denna studie.

Sharma et al. (2002) fann ingen skillnad i antalet överförbara embryon om givardjuret spolades för andra gången tidigare än 60 dagar eller senare än 60 dagar efter första spolningen. Man fann dock att cirka 50 dagar behövs mellan två efterföljande spolningar för bästa resultat. När embryospolningar utfördes tidigare än 80 dagar efter kalvning var antalet överförbara embryon mindre än om spolningen utfördes senare än 80 dagar efter kalvning. Medeltalet för antalet insemineringar per dräktighet var 2,6. 76,6 % av givardjuren behövde 1,5 och resterande behövde i medeltal 6,4 insemineringar per dräktighet. Intervallet från kalvning till befruktning för superovulerade djur och kontroldjur var 263,2 respektive 98,7 dagar. Denna skillnad beror på två superovuleringar med spolningar och förlänger därmed detta intervall med 164 dagar. Ett sätt att förkorta detta intervall kan enligt författarna vara att endast spola djur som kalvat tidigt under säsongen, hålla intervallet mellan spolningarna så kort som möjligt, behandla reproduktionsstörningar tidigt samt utesluta djur som har en oregelbunden cyklicitet. Alla givardjur hade längre kalvningsintervall än 12 månader.

Lopes da Costa et al. (2001) jämförde i ett försök fertiliteten på givardjur efter superovuleringar med icke superovulerade kor. De fann att tiden för befruktning, efter parning med en tjur 14 dagar från det att korna spolats på embryon, var samma som för kontrollkorna. Intervallet från kalvning till befruktning var 107 ± 10 dagar för behandlade djur och 102 ± 4 dagar för kontroldjuren, kalvningsintervallet var 397 ± 10 dagar respektive 381 ± 4 dagar. De kunde därmed inte se någon signifikant försämring av fertiliteten efter superovuleringsbehandling av givardjuren.

Liknande resultat fann Ax et al. (2005). Reproduktiva egenskaper såsom ålder vid första kalvning och antal dagar till befruktning skilde sig inte signifikant åt mellan Holsteinkvigor som behandlats för embryospolning jämfört med icke behandlade helsyskon. De kunde inte heller urskilja några skillnader i 305 dagars avkastning. Behandlade kvigor kalvade in vid 24,4 månaders ålder medan obehandlade syskon var 24,2 månader vid första kalvning. Antalet dagar från kalvning till befruktning var 132 ± 17 dagar för superovulerade djur respektive 146 ± 21 dagar för kontroldjuren. Vid mellan 32 och 38 månaders ålder klassificerades kvigornas juver och ingen signifikant skillnad noterades mellan de två kviggrupperna.

En retrospektiv studie om effekten av superovulering på efterföljande fertilitet gjordes på 80 mjölk- och 70 kött djur i Skottland. Djuren var indelade i fyra grupper bestående av kvigor, kor, kor med tidigare reproduktionsproblem och kor över 12 år. Ingen signifikant skillnad kunde ses mellan dessa grupper i dräktighetsresultat efter spolning. Efter första insemineringen var 43 % dräktiga och efter sex insemineringar var 85,4 % dräktiga. Medeltalet för tomperioden var $37,9 \pm 3,7$ och medeltalet för tom dagar till första, andra och tredje insemineringen var $22,4 \pm 2,4$, $52,3 \pm 4,8$, $102,2 \pm 11,3$. Enligt denna studie påverkar inte rutinmässig superovulering senare reproduktion hos givardjuret negativt. Reproduktionen för superovulerade djur var liknande den i vanliga besättningar (Smith, 2001).

Zbylut et al. (2001) undersökte i ett försök fertiliteten hos 55 kvigor efter superovulering samt påverkan av att ta bort den dominanta follikeln. Medelintervallet mellan embryospolning och inseminering var 61,9 dagar. Hos kvigor där den dominanta follikeln togs bort (grupp I) var denna period 21,3 dagar längre än hos övriga kvigor (grupp II). Andra fertilitetsegenskaper var mer positiva i grupp I än grupp II. Givardjur som producerade fler embryon (>10) hade en längre period mellan embryospolning och första inseminering och befruktning men liknande antal insemineringar per kviga, jämfört med kvigor med lägre spolningsresultat.

Hasler (2006) har utfört en studie för att se om det finns samband mellan den dokumenterat minskade fruktsamheten hos mjölk kor i Nord Amerika och andra länder, och effektiviteten i superovulering och embryoöverföring under en 20 års period. Superovuleringsresultat från fyra olika embryoöverföringsprogram analyserades, totalt 9026 spolningar. Hasler fann en liten men signifikant minskning i antalet överförbara embryon hos Holstein kor i ett program under åren 1990-1991, (4,2 överförbara embryon) och 1999-2000, (4,0) jämfört med 1980-1981, (4,7). Det är inte klart om denna minskning är relaterad till nedsatt fruktsamhet hos de superstimulerade korna. Antalet överförbara embryon minskade inte över tiden i något av de andra programmen. Från 1980 fram till nu ökar andelen superovulerade kvigor jämfört med äldre kor. Sammanfattningsvis kan man inte se liknande minskning i superovuleringsresultat som i fertilitetsregistreringar i en jämförelse under de senaste 20 åren. Dock har tekniken förbättrats och en ökning av antal embryon hade varit förväntad (Pers. med. Stålhammar, 2006).

Samband mellan superovuleringsresultat och mjölkproduktion

Novotný et al. (2005) jämförde sambandet mellan mjölkproduktion hos givardjuren och mängden och kvaliteten på samlade embryon. Hos kor med hög mjölkproduktion, (>6500 kg/år), sågs en signifikant lägre kvalitet och mängd av embryon, samt en högre andel degenererade embryon i jämförelse med givardjur med medium till låg mjölkproduktion. Även Keller et al. (1990) skattade en negativ fenotypisk korrelation (-0,3) mellan embryomängd och mjölmängd.

Tvärtom fann Hasler (2006) vid en jämförelse av medeltalet för överförbara embryon och daglig mjölkproduktion att embryoproduktionen var högre hos lakterande kor än icke lakterande kor och kvigor. Högst antal överförbara embryon, $5,3 \pm 5,8$, förekom hos de högst lakterande korna i jämförelse med kvigor som producerade $3,4 \pm 3,5$ överförbara embryon. Liknande resultat fann Leroy et al. (2005) då höglakterande kor producerade signifikant fler överförbara embryon ($6,1 \pm 0,7$) jämfört med kvigor ($5,1 \pm 0,8$).

EGEN UNDERSÖKNING

MATERIAL OCH METODER

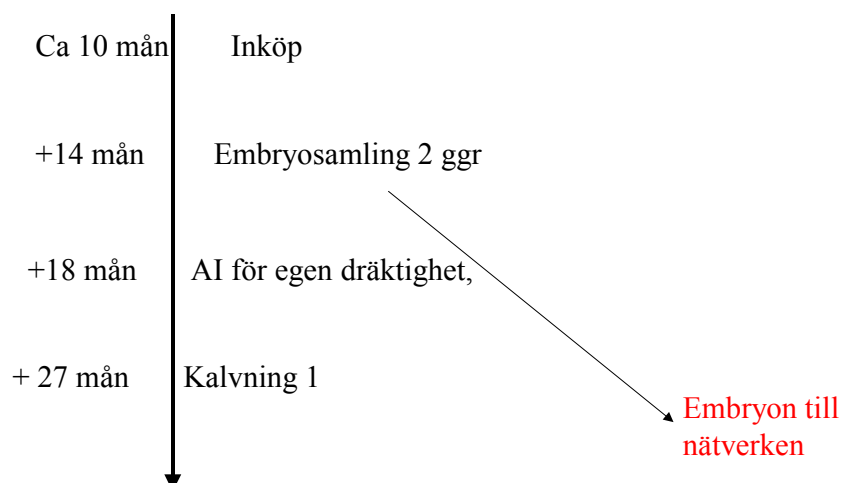
Datamaterialet som användes vid denna studie kommer från Nötcenter Vikens kärnbesättning där hondjur av raserna SRB och SLB prövas. Nötcenter Viken har ett eget dataprogram, Vikendata, där bland annat registreringar om djuren finns lagrade.

Nötcenter Viken

Rekryteringen av kvigor till Viken sker från hela landet. Djuren är cirka 10 månader när de anländer till försöksgården och står först i karantän i 5 veckor. Därefter flyttas de till ET-stallet och samlas på embryon vid två tillfällen innan de semineras för egen dräktighet vid ca 18 mån ålder, för att sedan kalva in vid en ålder av ca 27 månader. Embryospolningarna medför en något högre inkalvningsålder än vad som anses vara normalt (se Figur 1).

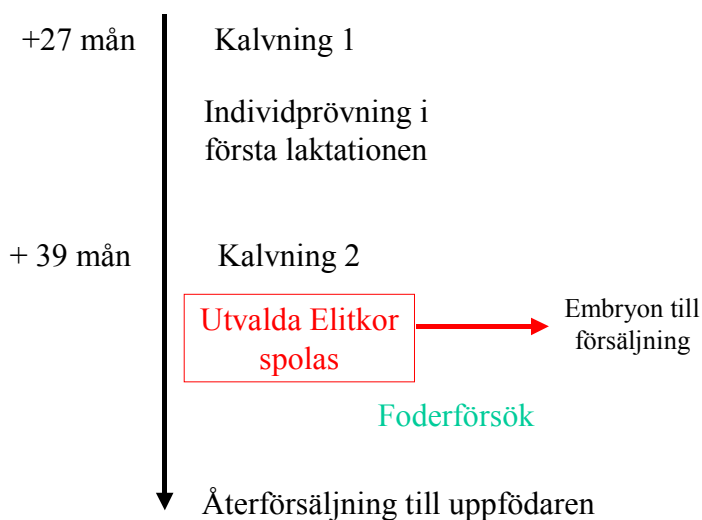
Efter kalvning individprövas och exteriörbedöms korna och ca två till tre månader efter den andra kalvningen görs ytterligare ett urval, baserat på exteriörbedömning och produktion där de kor som ska spolas ytterligare en gång väljs ut (se Figur 2).

Elitkvigans väg genom Viken



Figur 1. Elitkvigans väg genom Viken
(Nötcenter Viken, 2006)

Elitkossans väg genom Viken



Figur 2. Elitkossens väg genom Viken.
(Nötcenter Viken, 2006)

Arbetsgången för superovulation och embryospolning på Nötcenter Viken är följande: Efter att kvigan/kon visat högbrunst undersöks djuret av veterinär för att konstatera att en fungerande gulkropp finns. Åtta till tolv dagar efter högbrunstens början påbörjas FSH-behandlingen (follikelstimulerande hormon) som pågår i fyra dagar två gånger dagligen. På den tredje dagen behandlas djuret med prostaglandin för att tre dagar senare få en framkallad brunst, då semineras kvigan/kon två gånger. Spolningen av embryon sker sedan efter sju dagar (Pers med, Geust, 2006).

Inventering av data

Vikendata innefattar hela Nötcenter Vikens verksamhet vilket är framtaget och successivt utvecklats för detta ändamål. Där lagras löpande detaljerad information om djuren, såsom ursprung, id-uppgifter, härstamning, embryoverksamhet, mjölkavkastning, hälsotillstånd och fertilitetsregistreringar som brunstkontroller och dräktighetsundersökningar samt kalvningar. Programmet har efter hand utvecklats och blivit mer detaljerat, följande rubriker finns; CDB, ekonomi, planering (flyttning av djur, semineringsplan), djurdata, aktiviteter (kokalender, kokort, behandling, brunstrunda), rapporter (mjölk-, kalvjournal), behandlingsprogram, kund/lev (kundregister, kundinformation), regvård (händelser, mediciner), -platser, -embryo, -djur, -artiklar (fodernäring, foderparti), tid, anläggning/eko, administrera samt aktiviteter (seminering, inläggning).

Eftersom verksamheten är relativt nystartad är en del av det hittills insamlade datamaterialet ännu inte tillräckligt stort för statistiska analyser. Det är anledningen till att data från det första året, 2003, inte är representativt och därmed inte helt tillförlitligt för analys. Djurmaterialet har dock successivt utökats och därmed har registreringarna blivit fler och fler. Dock finns det väldigt få observationer på mjölkproduktion för kor från embryoverksamheten, detta eftersom de spolade djuren inte har hunnit börja producera mjölk. Eftersom endast en liten del av korna klarar kraven att bli elitkor finns ännu ganska få registreringar över spolningsresultat från de äldre djuren. Besättningen på Viken består idag inte enbart utav

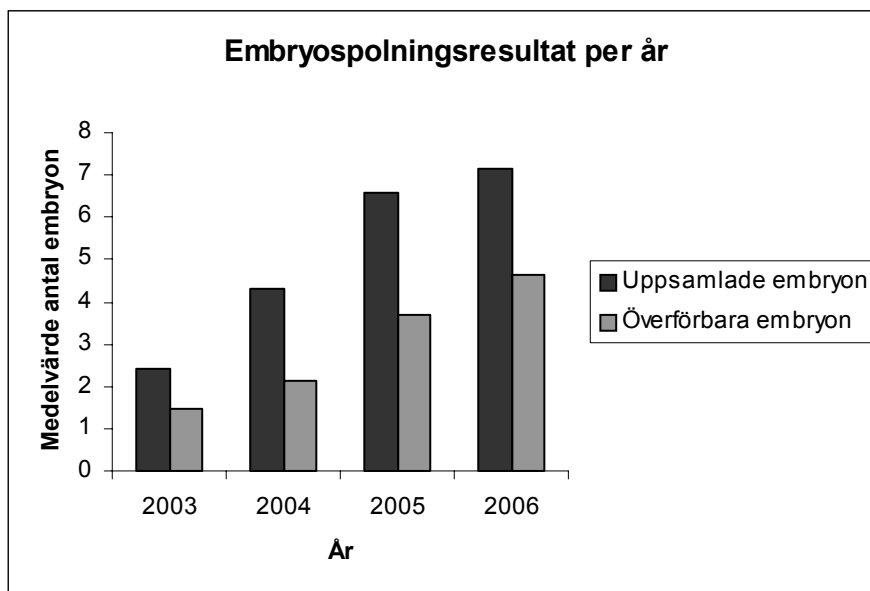
elitkandidater som samlas på embryon, utan en del av korna är kvar sedan verksamhetens början. Dessa djur ingår ibland annat i olika foderförsök. Den ursprungliga besättningen bildades genom en sammanslagning av inköpta kvigor från utvalda besättningar runt om i Sverige samt kvigor och kor från Tubbetorp (Svensk Avels tidigare försöksbesättning).

En svårighet i insamlandet av data var att få fram flera olika registreringar på samma djur såsom spolningsresultat, vikt vid spolning, mjölkavkastning samt hullbedömningar, egenskaper som från början var tänkt att ingå i undersökningen. Därmed är det svårt att se och analysera samband mellan dessa egenskaper. Ytterligare en svårighet var att vissa av registreringarna var svåra att sammanställa. Till exempel var en del av hull- och viktsuppgifterna inte hittills lagrade elektroniskt och datum för registreringarna var inte alltid tillgängliga.

Embryoverksamheten är unik i sitt slag då alla embryospolningar sker på ett stort djurmaterial som hålls i samma byggnad och därmed under lika och kontrollerade former. Vikendata kommer i framtiden då ett större data finns insamlat, innehålla ett mycket unikt material av en mängd olika registreringar i en enhetlig miljö som i sin tur möjliggör framtida studier och forskning.

Materialbeskrivning

Studien bygger på data över 761 embryospolningar av 423 djur, (jämt fördelat över SRB och SLB) och 418 av dessa spolade djur har även fertilitetsregistreringar i datat. Uppgifterna är insamlade under perioden januari 2004 till oktober 2006. Registreringar som gjordes under uppstartningsåret 2003 är inte med i de statistiska analyserna, då dessa har bedömts som alltför missvisande. Den stora förändringen av spolningsresultat över åren 2003-2006 visas dock i Figur 1 och i Tabell 3.



Figur 1: Embryospolningsresultat i medeltal per år.

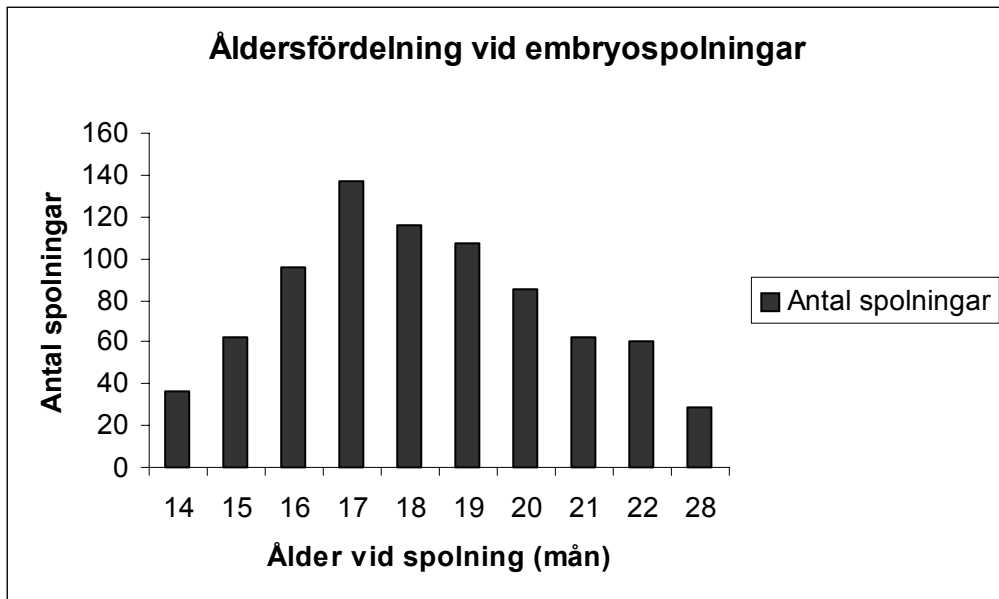
De egenskaper jag studerade i detta arbete var:

- Totalt antal uppsamlade embryon per spolning, beräknat som antal överförbara + antal icke överförbara vid samma spolningstillfälle.
- Totalt antal överförbara embryon per spolning, inkluderande kvalitetsklass 1 och 2, d.v.s. både embryon som lämpar sig till frysning och sådana som lagts in färska (de färska utgör dock endast 1 % av överförbara embryon).
- Antal insemineringar för egen dräktighet i första serie som kvigor (antal ins ser 1).
- Intervall i dagar från första kalvning till första inseminering som ko (interv. kalvn-ins).
- Brunststyrka som kviga (1=blodflytning, 2=osäker/svag brunst, 3=tydlig/stark brunst).
- Brunststyrka som ko (klasser som ovan).

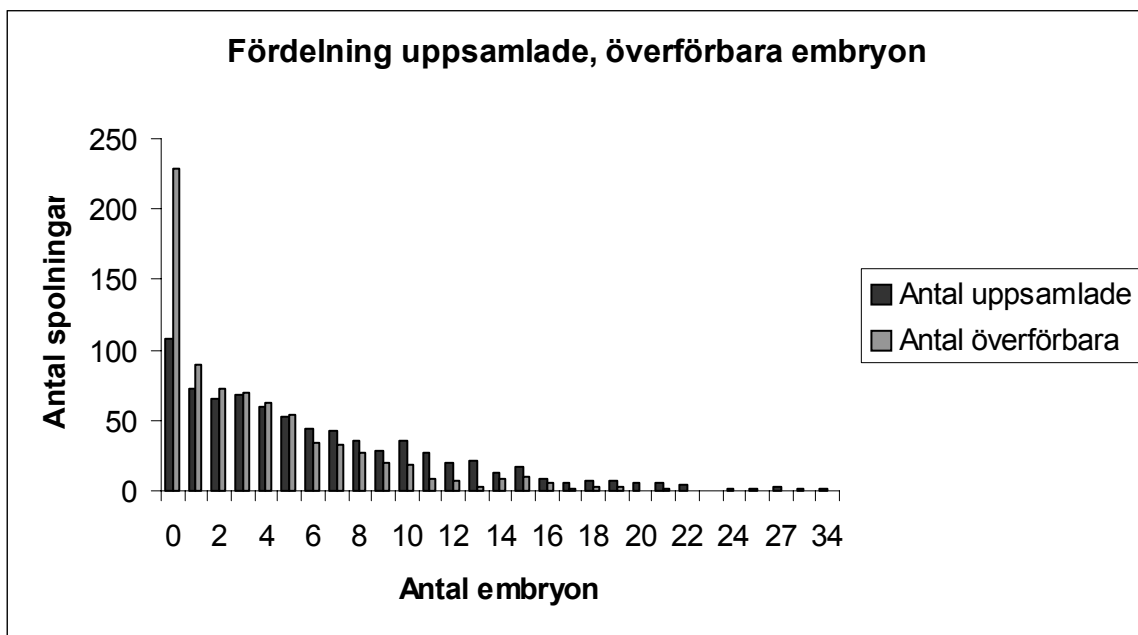
Embryospolningar förekom under årets alla månader. Månaderna delades in i säsonger: mars-maj, juni-aug, sep-nov samt dec-feb. Djuren grupperades även efter ålder, där djur yngre än 14 mån grupperades med dem som var 14 mån och djur mellan 22 mån och 27 mån räknades till gruppen som var 22 mån. Enstaka djur hade tre spolningar och i dessa fall grupperades andra och tredje spolning tillsammans i de statistiska analyserna. Falska nollresultat för spolning togs bort för djur som hade två spolningsresultat registrerade samma dag. För dessa djur var alltid det första värdet 0, vilket förklarades med att det var svårigheter att direkt vid registreringen ta bort felaktigt inlagda uppgifter. Avelsvärden för dotterfruktsamhet för fader och morfader fanns tillgängliga för flertalet djur.

Ålder vid första brunst varierade mellan 10-24 månader och grupperades in i fem grupper: 10-13, 14-15, 16-17, 18-19 och 20-24 månader. Ålder vid första brunst efter kalvning varierade mellan 24-39 månader och grupperades in i fem grupper, 24-28, 29-30, 31-32, 33-34 och 35-39 månader. Orimliga extremvärden uteslöts, såsom ålder vid första brunst över 24 månader, ålder vid första inseminering över 25 månader, ålder vid första brunst efter kalvning över 39 månader, och ålder vid andra inseminering lägre än 26 månader eller över 39 månader. Ett fåtal individer hade fler än fyra insemineringar per period och dessa uteslöts också för att överensstämna med vad som sker ute i fält, och för att undvika djur med andra problem, såsom hälsostörningar. För att vara säker på att den sista insemineringen var dräktighetsgivande uteslöts registreringar för inseminering sista månaden (september 2006) från datamaterialet. Observationer där antal dagar från kalvning till seminering var utanför intervallet 40 till 200 dagar uteslöts. Korna ska semineras tidigast 50 dagar efter kalvning, enligt Vikens rutiner. Den övre gränsen på 200 dagar var medeltalet för registreringarna (86 dagar) plus 3 standardavvikelser.

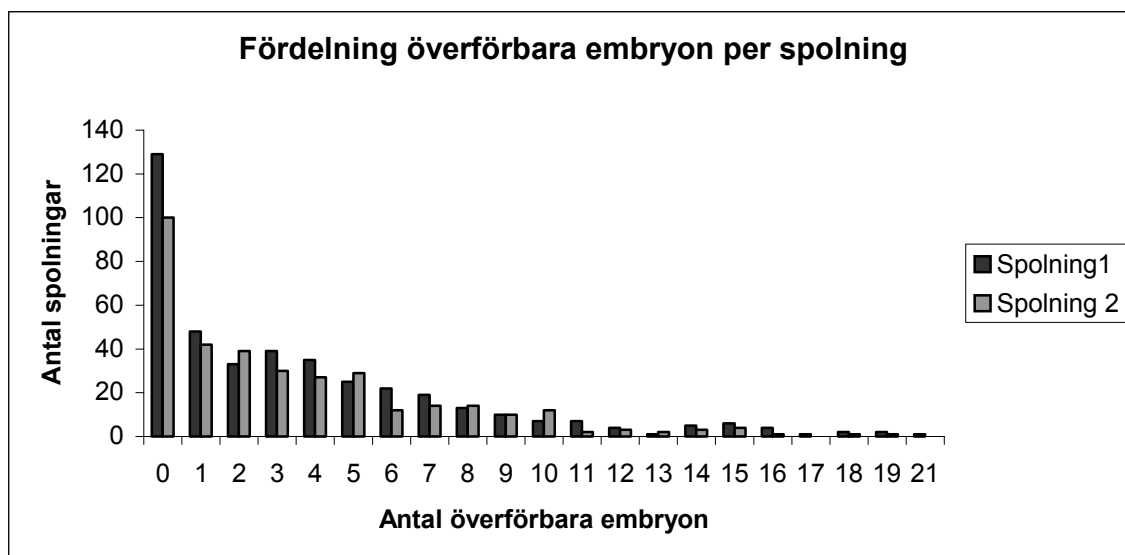
Flest embryospolningar i denna studie utfördes på kvigor i åldern 17 månader. Fördelningen i ålder vid spolning visas i Figur 2. Fördelningen av olika spolningsresultat visas i Figur 3. En relativt stor andel av spolningarna gav inga embryon alls, och i ändå större andel av spolningarna var resultatet endast icke-överförbara embryon (antal överförbara var 0). Ett fåtal spolningar gav en hög andel embryon, över 20 stycken per spolning. Figur 4 visar fördelningen av antal överförbara embryon per spolning vid första respektive andra spolningstillfället.



Figur 2. Fördelning av embryospolningar av kvinnor vid olika åldrar.



Figur 3: Fördelning av antal uppsamlade och överförbara embryon från kvinnor.



Figur 4. Fördelning av antal överförbara embryon per spolning vid olika spolningsnummer för kvigor.

Medelvärdet för uppsamlade respektive överförbara embryon totalt i studien visas i Tabell 2. I Tabell 3 visas fördelningen per år, kvoten mellan överförbara och uppsamlade embryon samt andelen nollresultat över år i studien. I Tabell 4 redovisas liknande uppgifter för övriga fertilitetsregistreringar. Då olika medelvärden gavs då fertilitetsregistreringarna delades upp på brunstår respektive insemineringsår visas medelvärden för fertilitetsegenskaperna vid båda typerna av årsuppdelning i Tabell 5a och 5b. Som framgår av tabellen var medelvärdet för registreringar av antal insemineringsår orimligt lågt insemineringsåret 2004.

Tabell 2. Medelvärde, standardavvikelse, min- och maxvärde för totalt antal uppsamlade och antal överförbara embryon per spolning i studien under år 2004-2006

	Antal obs	Medel	SD	Min – Max
Uppsamlade embryon	761	6,11	5,63	0 – 34
Överförbara embryon	761	3,55	4,03	0 – 21

Tabell 3. Medelvärde, uppsamlade, överförbara embryon per spolning, andel överförbara av totalt uppsamlade samt andel spolningar med nollresultat av totalt antal spolningar, uppdelat på embryospolningsår

Spoln. år	Antal obs	Totalt uppsamlade embryon			Antal överförbara embryon			Överförbara / uppsamlade	Nollresultat/ antal spoln.
		Medel	SD	Min-Max	Medel	SD	Min-Max		
2003	40	2,43	2,79	0 - 10	1,48	2,01	0 - 7	0,61	0,48
2004	215	4,32	4,50	0 - 21	2,13	2,64	0 - 12	0,49	0,41
2005	300	6,56	5,73	0 - 27	3,67	4,02	0 - 19	0,56	0,29
2006	246	7,13	6,05	0 - 34	4,63	4,65	0 - 21	0,65	0,22

Tabell 4. Medelvärde, Standardavvikelse samt min- och maxvärde för antal insemineringar i serie 1, intervall kalvning till inseminering, brunststyrka kvigor, brunststyrka kor totalt i studien under år 2004-2006

	Antal obs	Medel	SD	Min - Max
Antal ins ser 1	395	1,54	0,86	1-4
Intervall kalvn-ins	151	69,40	17,22	42-128
Brunststyrka kvigor	416	2,16	0,84	1-3
Brunststyrka kor	155	2,39	0,69	1-3

Tabell 5a. Antal observationer (N), medelvärde antal insemineringar serie 1, intervall kalvning till inseminering, brunststyrka kvigor, brunststyrka kor uppdelat per brunstår

Brunst år	Antal ins serie 1			Intervall kalvn-ins			Brunststyrka kvigor			Brunststyrka kor		
	N	Medel	SD	N	Medel	SD	N	Medel	SD	N	Medel	SD
2004	156	1,53	0,84	121	69,88	17,69	162	2,35	0,83	125	2,37	0,69
2005	156	1,56	0,86	29	67,79	15,31	163	1,97	0,80	29	2,48	0,69
2006	82	1,50	0,92				91	2,16	0,86			

Tabell 5b. Antal observationer (N), medelvärde antal insemineringar serie 1, intervall kalvning till inseminering, brunststyrka kvigor, brunststyrka kor uppdelat per insemineringsår

Ins.år	Antal ins serie 1			Intervall kalvn-ins			Brunststyrka kvigor			Brunststyrka kor		
	N	Medel	SD	N	Medel	SD	N	Medel	SD	N	Medel	SD
2004	93	1,15	0,39	73	68,95	18,03	92	2,57	0,75	75	2,29	0,71
2005	189	1,74	0,92	78	69,77	16,54	201	2,03	0,81	80	2,49	0,66
2006	113	1,51	0,94				123	2,06	0,87			

Statistiska analyser och modeller

Statistiska analyser utfördes med hjälp av SAS programpaket (SAS 9.1, 2006). Medelvärden beräknades med PROC MEANS, frekvenser med PROC FREQ och korrelationer med PROC CORR. Variansanalyserna för de studerade egenskaperna analyserades med PROC MIXED.

Vid variansanalysen av spolningsresultat användes följande modeller:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + r_i + \hat{a}_j + s_k + k_l + n_m + \hat{a}_j * r_i + b_1 * f_n + b_2 * m_{f_o} + a_p + e_{ijklmnop} \quad (\text{Modell 1})$$

$$Y_{ijklp} = \mu + r_i + \hat{a}_j + s_k + k_l + a_p + e_{ijkl} \quad (\text{Modell 2})$$

$$Y_{ijkl} = \mu + r_i + \hat{a}_j + s_k + k_l + e_{ijkl} \quad (\text{Modell 3})$$

där

$Y_{ijklmnop}$, Y_{ijklp} = observation av totalt antal uppsamlade embryon respektive antal överförbara embryon per spolning

Y_{ijkl} = observation av medelvärde av första och andra spolning

μ = minsta kvadratmedelvärde

r_i = fix effekt av givardjurets ras

\hat{a}_j = fix effekt av spolningsår

s_k = fix effekt av säsong

k_l = fix effekt av ålder vid spolning

n_m = fix effekt spolningsnummer

$\hat{a}_j * r_i$ = fix effekt av spolningsår*givardjurets ras

- $b1*f_n$ = regression på faderns avelsvärde för dotterfruktsamhet
 $b2*mf_o$ = regression på morfaderns avelsvärde för dotterfruktsamhet
 a_p = slumpmässig effekt av djur
 e = slumpmässig residualeffekt

Vid variansanalysen av övriga fertilitetsegenskaper användes följande modeller:

- $Y_{ijklmno} = \mu + r_i + \hat{a}_j + s_k + k_l + n_m + b1*f_n + b2*mf_o + e_{ijklmno}$ (Modell 4)
 $Y_{ijklm} = \mu + r_i + \hat{a}_j + s_k + k_l + n_m + e_{ijklm}$ (Modell 5)
 $Y_{ijkl} = \mu + r_i + \hat{a}_j + s_k + k_l + e_{ijkl}$ (Modell 6)
 $Y_{ijklmp} = \mu + r_i + \hat{a}_j + s_k + k_l + n_m + b3*sr_p + e_{ijklm}$ (Modell 7)
 $Y_{ijklp} = \mu + r_i + \hat{a}_j + s_k + k_l + b3*sr_p + e_{ijkl}$ (Modell 8)

där

- $Y_{ijklmno}, Y_{ijklm},$
 Y_{ijklmp} = observation av antal insemineringar som kviga, intervall mellan första kalvning och första inseminering, eller brunststyrka som ko.
 Y_{ijkl}, Y_{ijklp} = observation av brunststyrka som kviga.
 μ = minsta kvadratmedelvärde
 r_i = fix effekt av givardjurets ras
 \hat{a}_j = fix effekt av brunstår resp inseminationsår
 s_k = fix effekt av brunstsäsong resp inseminationssäsong
 k_l = fix effekt av ålder vid brunst resp vid insemination
 n_m = fix effekt av antal spolningar
 $b1*f_n$ = regression på faderns avelsvärde för dotterfruktsamhet
 $b2*mf_o$ = regression på morfaderns avelsvärde för dotterfruktsamhet
 $b3*sr_p$ = regression på spolningsresultat (antal godkända resp antal uppsamlade)
 e = residualeffekt, slumpmässig

Residualkorrelationer är beräknade mellan spolningsresultat och övriga fertilitetsegenskaper där modellerna 3, 5 och 6 (med egenskapsspecifika år-, säsong- och ålderseffekter) användes, se Tabell 11. Vid beräkning av korrelationer har ett medelvärde av första och andra spolningsresultatet för antalet uppsamlade respektive överförbara embryon använts.

Försök gjordes även att inkludera spolningsresultat som förklarande variabel i modellerna för övriga fertilitetsegenskaper (Modell 7 resp 8).

RESULTAT

Nedan följer studiens resultat, först redovisas spolningsanalyserna sedan följer övriga fertilitetsregistreringar med tabeller som visar på signifikansgrad, samt LS-means för olika effekter för de olika egenskaperna. Variationsorsaker till embryospolningsresultat visas i Tabell 6. Det var endast spolningsår som var högsignifikant både för antalet uppsamlade respektive överförbara embryon. Ras var signifikant på en lägre nivå (<0,05) för antalet uppsamlade, och det fanns en tendens till signifikans (<0,10) för säsong för antalet överförbara.

I Tabell 7 visas LS-means för antalet överförbara embryon uppdelat på modellens fixa effekter. Även här sågs en tydlig effekt av spolningsår, där LS-means för antalet överförbara embryon steg med åren. Ingen tydlig trend för vilken ålder på givardjuret som gav flest antal

överförbara embryon gick att urskilja. I Tabell 8 redovisas reproducerbarheten för antalet uppsamlade respektive överförbara embryon. Den var relativt lika för dessa egenskaper i denna studie.

Korrelationen mellan antalet uppsamlade och överförbara embryon var 0,78. Vidare var korrelationen mellan första och andra spolning 0,42. Ytterligare korrelationer som skattats var mellan antalet överförbara embryon och faderns respektive morfaderns avelsvärde för dotterfruktsamhet. Dessa var mycket låga, -0,04 respektive 0,05.

Tabell 6. Variationsorsaker till embryospolningsresultat: frihetsgrader (df), F-värde samt signifikansnivå ($P > F$)

	Uppsamlade embryon			Överförbara embryon	
	df	F-värde	P > F	F-värde	P > F
Spolningsår	2	16,03	<0,0001	20,95	<0,0001
Säsong	3	1,98	0,12	2,18	0,090
Ålder	8	0,98	0,45	1,12	0,35
Ras	1	6,79	0,0096	1,72	0,19
Antal spolningar	1	1,57	0,21	0,18	0,67
Fav	1	0,39	0,54	1,73	0,19
Mfav	1	0,63	0,43	0,24	0,62
Spolningsår*ras	2	0,67	0,51	0,30	0,74
Residual		17,33		9,38	

Tabell 7. Antal observationer, LS-means \pm standardfel för antal överförbara embryon per spolning fördelat på de fixa effekterna spolningsår, säsong, ras, ålder i månader vid spolning

Fix effekt	Klass	N	LS-means	\pm SE
Spolningsår	2004	127	1,97	0,31
	2005	214	3,59	0,26
	2006	191	4,64	0,29
Säsong	Mars-maj	186	3,49	0,25
	Jun-aug	96	2,79	0,32
	Sep-nov	111	3,93	0,33
	Dec-feb	139	3,38	0,28
Ras	SRB	268	3,63	0,24
	SLB	264	3,16	0,24
Ålder	13-14	23	3,71	0,61
	15	41	3,78	0,47
	16	67	2,97	0,40
	17	101	4,11	0,32
	18	77	3,44	0,35
	19	77	3,44	0,36
	20	63	3,27	0,40
	21	41	2,63	0,47
	22-26	42	3,23	0,49

Tabell 8. Reproducerbarhet (r) för uppsamlade resp. överförbara embryon.

Egenskap	r
Uppsamlade embryon	0,44
Överförbara embryon	0,40

I Tabell 9a och 9b redovisas bland annat signifikansnivåer för fertilitetsegenskaper, Tabell 9a är år, säsong och ålder egenskapsspecifika medan i 9b har brunstår och brunstålder använts som fixa effekter för samtliga egenskaper. I Tabell 10a redovisas LS-means för egenskaperna antal insemineringar per serie 1, intervall mellan kalvning till inseminering, brunststyrka kviga respektive ko, där modellerna för fertilitetsegenskaperna var helt egenskapsspecifika. Tabell 10b visar motsvarande resultat då de fixa effekterna brunstår och brunstålder användes för alla egenskaper.

För variationsorsaker för fertilitetsregistreringar visar år, säsong och ålder på tydlig signifikans för egenskapen antal insemineringar serie 1, se Tabell 9a. Morfaderns avelsvärde för dotterfruktsamhet visar på mer signifikans än faderns avelsvärde för dotterfruktsamhet, se Tabell 9a och 9b.

Tabell 9a. Variationsorsaker för fertilitetsegenskaper, frihetsgrader (df), F-värde samt signifikansnivå ($P > F$), egenskapsspecifika fixa år-, säsong- och ålderseffekter.

	df	Antal ins ser 1		Interv. kalvn-ins		Brunstst. kviga		Brunstst. ko	
		F-värde	P > F	F-värde	P > F	F-värde	P > F	F-värde	P > F
Ras	1	2,03	0,16	1,12	0,29	0,43	0,51	0,18	0,68
År	2	20,53	<0,0001	0,76	0,47	2,88	0,058	1,66	0,19
Säsong	3	7,31	<0,0001	1,54	0,21	7,62	0,0001	2,39	0,070
Ålder	4	7,39	<0,0001	4,50	0,005	1,44	0,22	0,37	0,83
Avelsv far	1	0,11	0,74	0,15	0,70	1,22	0,27	0,89	0,35
Avelsv morfar	1	2,13	0,15	4,03	0,047	1,85	0,17	3,24	0,074
Antal spoln.	1	10,63	0,0012	0,64	0,43			3,91	0,050
Residual			0,59		262		0,64		0,45

Tabell 9b. Variationsorsaker för antal inseminationer serie 1 samt intervall kalvning till inseminering, med år- och ålderseffekt definierad efter tidpunkt för första brunst som kviga resp. ko, frihetsgrader (df), F-värde samt signifikansnivå (P > F)

	Antal ins ser 1			Intervall kalvn-ins	
	df	F-värde	P > F	F-värde	P > F
Ras	1	2,64	0,11	0,25	0,62
År brunst	2	0,85	0,43	0,72	0,49
Säsong ins	3	8,37	<0,0001	2,11	0,10
Ålder brunst	4	2,64	0,033	1,73	0,15
Avelsv far	1	0,0	0,97	0,07	0,80
Avelsv morfar	1	1,97	0,16	5,02	0,030
Antal spoln.	1	8,19	0,0044	0,33	0,57
Residual			0,66		281

Tabell 10a. Antal observationer, LS-means ±standardfel för antal ins ser 1, intervall kalvning till inseminering, brunststyrka kvigor, brunststyrka kor fördelat på de fixa effekterna ins/brunst år, ins/brunst säsong, ras, ålder i månader vid första och andra inseminering/brunst.

Fix effekt	Klass	Antal ins ser 1			Intervall kalvn-ins			Brunstst. kviga			Brunststyrka ko		
		N	LS-means	±SE	N	LS-means	±SE	N	LS-means	±SE	N	LS-means	±SE
År ins/brunst	2004	93	0,93	0,10				154	2,32	0,07	1	3,22	0,70
	2005	189	1,57	0,08	70	72,32	2,59	152	2,08	0,07	79	2,24	0,11
	2006	113	1,59	0,10	80	74,94	2,90	84	2,19	0,11	75	2,39	0,13
Säsong ins/brunst	Mars-maj	141	1,65	0,08	52	63,22	6,47	117	2,35	0,08	61	2,61	0,26
	Jun-aug	94	1,33	0,09	61	64,77	6,23	90	2,46	0,09	51	2,78	0,26
	Sep-nov	73	1,26	0,12	12	71,79	7,68	72	2,00	0,11	11	2,75	0,32
	Dec-feb	87	1,20	0,10	26	68,30	6,13	111	1,97	0,08	32	2,34	0,26
Ras	SRB	182	1,41	0,07	87	65,27	6,16	177	2,22	0,07	87	2,64	0,26
	SLB	213	1,31	0,07	64	68,77	6,14	213	2,17	0,07	68	2,60	0,26
Ålder ins/brunst (kviga /ko)	13/28	126	1,06	0,09				53	2,00	0,11	16	2,63	0,30
	15/30	99	1,17	0,09	36	59,66	6,50	137	2,07	0,07	44	2,65	0,26
	17/32	95	1,65	0,09	48	64,41	6,17	109	2,17	0,08	47	2,56	0,25
	19/34	49	1,55	0,12	47	66,00	6,33	55	2,29	0,12	39	2,48	0,27
	20/35	26	1,38	0,16	20	78,01	7,03	36	2,45	0,15	9	2,78	0,34
Antal spoln.	1	69	1,17	0,10	21	68,24	6,89				22	2,48	0,28
	2	326	1,55	0,06	130	65,80	5,75				133	2,76	0,24

Tabell 10b. Antal observationer, LS-means \pm standardfel för antal ins ser 1, intervall kalvning till inseminering, fördelat på de fixa effekterna brunstår, ins.säsong, ras, ålder i månader vid första brunst som kviga resp ko.

Fix effekt	Klass	Antal ins ser 1			Intervall kalvn-ins		
		N	LS-means	\pm SE	N	LS-means	\pm SE
Brunst år	2004	156	1,38	0,08	1	50,43	17,90
	2005	156	1,39	0,09	75	72,53	2,93
	2006	82	1,21	0,11	75	73,71	3,38
Säsong ins	Mars-maj	141	1,69	0,09	52	61,14	6,92
	Jun-aug	94	1,24	0,09	61	62,73	6,56
	Sep-nov	73	1,21	0,12	12	70,10	8,27
	Dec-feb	86	1,18	0,10	26	68,26	6,67
Ras	SRB	182	1,39	0,07	87	64,48	6,63
	SLB	212	1,27	0,08	64	66,63	6,59
Ålder brunst (kviga/ko)	13/28	49	1,62	0,12	15	60,55	7,93
	15/30	143	1,41	0,08	43	63,23	6,78
	17/32	108	1,36	0,09	46	64,88	6,37
	19/34	52	1,07	0,13	38	63,87	6,94
	20/35	42	1,18	0,14	9	75,26	8,70
Antal spoln.	1	69	1,15	0,11	21	66,09	7,41
	2	325	1,51	0,06	130	65,03	6,14

För att se om det finns samband mellan spolningsegenskaper och fertilitetsegenskaper användes antal överförbara embryon som förklarande variabel i antal ins ser 1 och brunststyrka kviga. Signifikansnivåerna blev 0,74 och 0,91 och var alltså inte signifikanta.

Residualkorrelationerna mellan egenskapsresidualer för spolningsresultat och övriga fertilitetsegenskaper var låga och inte signifikanta, se Tabell 11. Liknade resultat gäller även för korrelationer mellan de studerade egenskaperna för spolningsresultat och fertilitet. De varierade mellan $-0,0074$ till $0,17$ för medelvärdet av antalet uppsamlade embryon samt mellan $-0,04$ till $0,12$ för medelvärde av antalet överförbara embryon.

Tabell 11. Residualkorrelationer mellan spolningsresultat och övriga fertilitetsegenskaper

	Medel antal uppsamlade	Medel antal överförbara
Antal ins ser 1	-0,067	-0,065
Intervall kalvn-ins	0,028	-0,043
Brunststyrka kviga	0,015	0,016
Brunststyrka ko	0,144	0,092

DISKUSSION

Medelvärdet av totalt antal embryon respektive antal överförbara embryon per år visar på en klar förbättring i spolningsresultat från år 2004 till 2006 (Figur 1). De höga standardavvikelserna indikerar att det finns en stor variation i dessa egenskaper och eftersom reproducerbarheten är hög kan det finnas möjlighet till selektion. Likaså fann Asada et al.

(2002) en tydlig ökning av antalet överförbara embryon från år 1997-1999. En förklaring till de låga resultaten i dessa data i början kan vara en inkörningsperiod på Viken då rutiner och arbetsmetoder ännu inte var fastställda. Byte av personal samt bättre arbetsrutiner har bidragit till att spolningsresultaten ökar med tiden. Vidare visar kvoten mellan antalet överförbara och totala antalet uppsamlade embryon på att andelen överförbara embryon har ökat under tidsperioden, och en mindre mängd embryon kasseras vid varje spolningstillfälle. Det tyder på att även embryokvaliteten förbättrats. Även nollresultaten blir färre för varje år vilket indikerar på en trend mot bättre spolningsresultat (Tabell 3).

Undersökningens 761 embryospolningar resulterade i genomsnitt i 6,11 uppsamlade resp. 3,55 överförbara embryon per spolningstillfälle (Tabell 2). Detta resultat är något lägre än vad Lindström. (2000), fann i ett liknande examensarbete, då antalet uppsamlade resp. överförbara embryon var 6,89 samt 4,97. Även Tonhati et al. (1999) fick i sin studie ett högre resultat på antalet överförbara embryon, 5,9, för Holstein-Friesian kor. I en undersökning utförd av Liboriussen et al. (1995) på raserna Dansk Röd, Dansk Röd och Vit, Dansk Holstein och Dansk Jersey var medeltalet på antalet överförbara embryon 5,43. Vid jämförelse av denna studies resultat för år 2006 är antalet uppsamlade och överförbara embryon (7,13 respektive 4,63) mer lika tidigare studiers resultat, se Tabell 3. En förklaring till detta kan vara som nämnts ovan att arbetsrutiner och personal fungerar på ett mer samstämmigt sätt.

I Tabell 6 visas att raseffekten var starkare för antalet uppsamlade embryon än antalet överförbara. SRB hade ett högre embryospolningsresultat än SLB, 3,63 i jämförelse med 3,16 överförbara embryon, se Tabell 7. I en dansk undersökning gav dansk röd boskap och dansk röd & vit boskap fler överförbara embryon än dansk friesian (Liboriussen et al., 1995).

Någon större betydelse i antalet överförbara embryon beroende på ålder vid spolning går inte att utläsa från denna undersökning. Tabell 7 visar att antalet överförbara embryon varierar mellan de olika spolningsmånaderna och ingen tydlig trend åt något håll kan utläsas. Detta visar på att resultatet inte blir bättre av att vänta med spolningar högre upp i åldrarna. Liknande resultat fann Ax et al. (2005) i sin studie på kvigor i åldrarna 7-14 månader. De fann ingen signifikant skillnad i antalet uppsamlade respektive överförbara embryon mellan kvigor över tio månaders ålder.

Högst embryospolningsresultat visade sig vara under perioden september till november med 3,93 överförbara embryon, lägst resultat var under juni till augusti. Skillnaden mellan den bästa och den sämsta delen av året blev 1,14 överförbara embryon. En anledning till sommarens låga resultat kan vara att kvigorna gått på bete i olika perioder och inte är inne i de vanliga rutinerna. Lindström. (2000) fann i sitt examensarbete att perioden april till juni gav högst embryospolningsresultat med 6,05 överförbara embryon. Hegedusova et al. (2005) fann motsatt resultat mot vårt, det vill säga flest antal embryon samlades in under sommaren och ett lägre antal på vintern. Olika resultat sommar respektive vinter har även rapporterats från andra klimatzoner (Gawande et al., 2002).

Reproducerbarheten för antalet uppsamlade respektive överförbara embryon var enligt denna studie relativt hög, 0,44 och 0,40. Vid jämförelse med tidigare studier överensstämmer det bra med Asada et al. (2002) som fann en reproducerbarhet på 0,43 och 0,32 för uppsamlade respektive överförbara embryon. För Pexioto et al. (2004) blev dessa beräkningar 0,47-0,51 för båda egenskaperna. Bastida et al. (1987) fann en reproducerbarhet på 0,10-0,17 för antalet uppsamlade embryon och 0,11 för antalet överförbara embryon. I studier om superovuleringsrespons och embryospolningsresultat har man generellt sett funnit relativt låga

arvbarheter för dessa egenskaper (Tonhati et al., 1999; Asada et al., 2002), dock med en del undantag som visar på en högre arvbarhet (Liboriussen et al., 1995; Peixoto et al., 2004). Peixoto et al. (2004) fann i sin studie höga standardavvikelser för superovuleringsenskaperna. Det indikerar att det kan finnas en genetisk variation och därmed möjlighet till selektion trots låga arvbarheter. En stor miljömässig variation förklarar till viss del de låga arvbarheterna.

För att undersöka de olika variationsorsakerna till spolningsresultatet provades många olika modeller. Det var endast spolningsår som var högsignifikant medan ras, säsong, faderns avelsvärde för dotterfruktsamhet och antal spolningar verkar vara viktigare än övriga variationsorsaker (Tabell 6). Att vissa variabler togs med i den slutgiltiga modellen trots att de inte var signifikanta beror på att andra studier funnit att de bör vara med, och att det finns biologiska grunder till att anta att de är viktiga. Antal spolningar är med i modellerna för fertilitetsegenskaperna eftersom det visade sig vara signifikant för antal insemineringar serie 1. Resultatet enligt denna undersökning visar inte på någon negativ effekt att spola ett djur två gånger utan tvärtom verkar det kunna vara positivt för antal ins ser1 och brunststyrka ko enligt denna undersökning. Varför det påverkar så kan inte fastställas då det både kan vara en biologisk påverkan men även en selektionseffekt av djur. Om djurmaterialet varit mer omfattande hade troligtvis fler effekter funnits vara signifikanta. Liboriussen et al. (1995) fann i sin studie signifikant effekt av ras, åldersgrupp samt tidpunkt före och efter 1989 för antalet överförbara embryon. En anledning till att överförbara embryon ökar efter 1989 kan vara en bättre och effektivare teknik vid superovulering och spolning. Asada et al. (2002) fann endast signifikant effekt av givardjurets brunststyrka efter superovulering.

Korrelationen mellan antalet överförbara embryon och antalet uppsamlade var 0,78 enligt data från denna studie. Det överensstämmer väl med resultatet från Peixoto et al. (2004) som fann en korrelation mellan ovannämnda egenskaper på 0,73. En hög korrelation kan förväntas här eftersom antalet överförbara ingår i antalet uppsamlade. Korrelationen mellan antalet överförbara embryon från första spolningen respektive andra spolningen var 0,42, vilket är något lägre än 0,67 som Zizlavsky et al. (2002) fann.

Fördelningen av antalet överförbara embryon per spolning visar att det inte går att utläsa någon tydlig skillnad mellan spolningsnummer enligt denna undersökning, se figur 4. Liknande resultat fann även Jaskowski et al. (2003) i sin studie. Korrelationen är som nämnts ovan 0,42 för spolning 1 & 2. Däremot fann Tonhati et al. (1999) att antalet överförbara embryon ökade med ökat spolningsnummer, till skillnad mot Triveni et al. (2001) som fann motsatt resultat.

Korrelationen mellan antalet överförbara embryon och faderns respektive morfaderns avelsvärde för dotterfruktsamhet var mycket låga, -0,04 och 0,05. När avelsvärdena för dotterfruktsamhet istället användes som regression i analysen för spolningsresultat verkar dock morfaderns avelsvärde påverka resultatet mer än faderns. Liknande resultat fås även för övriga fertilitetsegenskaper, där intervall mellan kalvning och inseminering når den högsta signifikansen för morfaderns avelsvärde för dotterfruktsamhet. En eventuell förklaring till detta kan vara att Viken varit noga i urvalet av fåder till kvigorna när det gäller bland annat egenskaper som bra fertilitet. Detta leder till mindre variation mellan dessa än mellan morfäder vilket i sin tur kan göra det lättare att påvisa sambandet mellan morfäders avelsvärden och kvigornas spolningsresultat och fertilitet.

Denna undersökning visar inte på några signifikanta samband mellan spolningsresultat och fertilitetsegenskaper, då antalet överförbara embryon användes som förklarande variabel i modeller för fertilitetsegenskaper. Detta material visar inte heller på några starka eller signifikanta korrelationer eller residualkorrelationer mellan dessa egenskaper. En förklaring kan vara att detta material är för litet för att visa på att spolningsresultat och fertilitetsegenskaper påverkar varandra. Enligt tidigare studier kan man inte se någon försämring av fertiliteten hos superovulerade kor jämfört med obehandlade kor (Smith., 2001). Lopes da Costa et al. (2001) jämförde i ett försök fertiliteten på givardjur efter superovuleringar med icke superovulerade kor. De kunde inte se någon signifikant försämring av fertiliteten efter superovuleringsbehandling av givardjuren. Liknande resultat fann Ax et al. (2005). Reproduktiva egenskaper såsom ålder vid första kalvning och antal dagar till befruktning skilde sig inte signifikant åt mellan Holsteinkvigor som behandlats för embryospolning jämfört med icke behandlade helsyskon.

Det har varit diskussion om vilken uppdelning, insemineringstidpunkt eller brunsttidpunkt, det ska vara i modellerna över fertilitetsegenskaperna. Slutligen beslutades att redovisa två varianter av modeller. Dels en med brunstår, ålder vid brunst som de fixa effekterna för år och ålder. Säsongs är däremot egenskapsspecifik för inseminering och brunst. En av anledningarna till detta är att brunst anses vara ett mer biologiskt mått än inseminering. I denna undersökning är det biologins påverkan och roll som ska belysas. Dels en helt egenskapsspecifik för inseminering och brunst, detta för att ingen misstanke om att modellen anpassats för att dölja felaktiga data. Egenskapsspecifika effekter av år och ålder var signifikanta och i denna modell blev residualvariansen lägre. Det verkar dock så att sambandet mellan spolningsresultat och fertilitet inte i detta fall påverkas av val av modell, då ej några samband enligt denna undersökning går att utläsa.

Något som bör beaktas är att kvigor/kor som genomgår superovulering och embryospolning får något annorlunda fertilitetsregistreringar än djur som inte genomgått detta. Detta eftersom denna behandling tar tid och därmed förskjuter bland annat insemineringsålder för egen dräktighet, inkalvningsålder och kalvningsintervall. Det är även en anledning till att resultatet för fertilitetsregistreringar enligt denna undersökning skiljer sig mellan uppdelning på brunst- respektive insemineringsår, eftersom dessa kan inträffa med flera månaders mellanrum. Datamaterialet över fertilitetsregistreringar från år 2004 misstänks vara felaktigt då bland annat LS-means för antalet insemineringar anses vara för lågt och därmed inte trovärdigt.

Brunstyrkan visade sig enligt denna undersökning vara starkare för ko än kviga. En förklaring till detta kan vara att kvigorna är uppbundna till skillnad mot korna som går i lösdrift. Detta kan försvåra arbetet med att upptäcka brunst hos kvigorna, korna däremot har större möjlighet att visa detta beteende genom att exempelvis rida på varandra.

Registreringar från Viken kan vara av stort värde för framtida forskning eftersom de är hämtade från ett avelsmaterial som är behandlat i en likartad miljö. Exempelvis är arbetet med ET-verksamheten koncentrerad till en enskild byggnad där embryospolningarna utförs under likartade former, vilket är en stor fördel då miljöeffekter kan minimeras. Det är av intresse att veta hur registreringarna bäst skall användas för att komma vidare i avelsarbetet. Nedan följer några rekommendationer baserade på erfarenheter från detta examensarbete;

Rekommendation om framtida registreringar vid Nötcenter Viken

- Gör en bedömning av vad som är viktigt att registrera och sedan endast prioritera de egenskaperna till fullo.
- De uppgifter som registreras bör lagras i elektronisk form med koppling till datum och idnummer.
- Vid registrering av antalet överförbara embryon kan det vara bra att skilja på frysbara och färska, dvs. kvalitetsklass 1 och 2.

SLUTSATSER

- Reproducerbarheten var hög för antalet uppsamlade respektive överförbara embryon, därmed kan det finnas möjlighet för selektion av djur för att förbättra resultatet.
- Årseffekten var stark för spolningsegenskaperna.
- Andelen överförbara embryon ökar och andelen nollresultat minskar, dvs. kvaliteten på de samlade embryona ökar.
- Spolningsresultatet blir inte sämre vid andra spolningen.
- Studien visade inga tydliga samband mellan spolningsresultat, fertilitet samt avelsvärden för dotterfruktsamhet, och inga tecken på negativ påverkan på fertilitetsegenskaperna på grund av spolningsverksamheten.
- Registreringarna från Viken kan vara av stort värde för framtida forskning eftersom det är hämtat från ett avelsmaterial som är behandlat i en likartad miljö. Fler registreringar krävs dock innan mer avancerade genetiska studier kan göras.

SUMMARY

Recording and analyses of superovulation results and fertility records at the nucleus herd Viken

The development of different reproductive technologies aim at increasing the number of progeny per individual parent, and in that improving the possibility of genetic progress. One technique, embryo transfer, have facilitated genetic dissemination and shortened the generation interval also in females.

Nötcenter Viken is a company that run embryo collection and embryo transfer in the breeds Swedish Red and Swedish Holstein. It is located outside Falköping. Information is continuously gathered about cows tested at the nucleus herd. It is of interest to know how this information should be used to best improve selection of the cows. The aim of this study was to map out which information, mainly related to fertility, that is gathered, how available it is and how it can be used in research. This study concentrate mainly on information about flushing results - the number of embryos collected from the donor cows and phenotypic connection with other fertility traits.

The study included 761 embryo flushings in 423 animals, (equally divided between Swedish Red and Swedish Holstein), 418 of these animals also had fertility information. The information was gathered during the period January 2004 to October 2006. Information from the year 2003 was not included in the statistical analyses, as those recordings were regarded misleading.

The average total number collected embryos and number of transferable embryos per year, showed an improvement during the period 2003-2006. The high standard deviations indicated a large variation in these traits and high repeatabilities suggest that genetic selection may be possible. One explanation to the low results in 2003 is likely a start-up period at Nötcenter Viken, when management routines were not yet established. Exchange of staff and more effective working routines have resulted in an improvement in flushing results. The 761 embryo flushings resulted in an average of 6.11 collected and 3.55 transferable embryos per collection. The results from only 2006 were 7.13 collected and 4.3 transferable embryos, which show on an increase in the number of embryos.

This study did not show any significant effects of flushing result on other fertility traits, when the number of transferable embryos was used as explaining variable in the models for fertility traits. This material neither showed strong or significant correlations or residual correlations between these traits. One explanation may be that the material was too small to show if flushing result and fertility traits affect each other.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Armstrong, D. T., 1993. Recent advances in superovulation of cattle. *Theriogenology*. 39:7-24.
- Asada, Y., Terawaki, Y., 2002. Heritability and repeatability of superovulatory responses in holstein population in Hokkaido, Japan. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15:944-948.
- Ax, R. L., Armbrust, S., Tappan, R., Gilbert, G., Oyarzo, J. N., Bellin, M. E., Selner, D., McCauley, T. C., 2005. Superovulation and embryo recovery from peripubertal Holstein heifers. *Animal Reproduction Science*. 85: 71-80.
- Barati, F., Niasari-Naslaji, A., Bolourchi, M. Sarhaddi, F., Razavi, K., Naghzali, E., Thatcher, W. W., 2006. Superovulatory response of Sistani cattle to three different doses of FSH during winter and summer. *Theriogenology*. 66: 1149-1155 (abstract).
- Basile, J. R., Chebel, R. J., Basile, L. F., 2000. Effect of season on embryo transfer in superovulated Holstein cows with FSH. *Ars Veterinaria*. 16: 188-191 (abstract).
- Bastidas, P., Randel, R. D., 1987. Effects of repeated superovulation and flushing on reproductive performance of *Bos indicus* cows. *Theriogenology*. 28: 827-835.
- Bényei, B., Gáspárdy, A., Komlósi, I., Pécsi, A., 2004. Repeatability and heritability of ovulation number and embryos in dam-daughters pairs in superovulated holstein-friesian cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 39:99-102.
- Breuel, K. F., Baker, R. D., Butcher, R. L., Townsend, E. C. et al., 1991. Effect of breed, age of donor and dosage of follicle stimulating hormone on the superovulatory response of beef cows. *Theriogenology*. 36: 241-255.
- Chagas e Silva, J., Lopes da Costa, L., Robalo Silva., 2002. Embryo yield and plasma progesterone profiles in superovulated dairy cows and heifers. *Animal Reproduction Science*. 69: 1-8.
- Callesen, H., Liboriussen, T., Greve, T., 1996. Practical aspects of multiple ovulation-embryo transfer in cattle. *Animal Reproduction Science*. 42. 215-226.
- Chupin, D., Touze, J. L., Procureur, R., 1984. Early rebreeding of donor cows. *Theriogenology*. 21: 231, (abstract).
- Gawande, P. G., Patil, R. K., Pawshe, C. H., Sahatpure, S. K., 2002. Effect of season and different FSH-P regimen on superovulation in crossbreed cows. *Indian Journal of Animal Sciences*. 72: 443-444 (abstract).
- González-Recio, O., Alenda, R., Chang, Y.M., Weigel, K.A., Gianola, D., 2006. Selection for female fertility using censored fertility traits and investigation of the relationship with milk production. *J. Dairy Sci.* 89: 4438-4444.
- Hasler, J.F., 2006. The Holstein cow in embryo transfer today as compared to 20 years ago. *Theriogenology*. 65: 4-16.

- Hegedusova, Z., Riha, J., 2005. The influence of season on the success of ET in cattle beef. *Vyzkum v Chovu Skoty*. 47: 22-31, (abstract).
- Henshall, J. M., Hill, J. R., Van der Werf, J.H.J., 2006. A new look at advanced reproduction technologies and their impact on livestock breeding, 8 th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, Brasil.
- Jaskowski, J.M., Zbylut, J., Budzinska, K., Urbaniak, K., 2003. The possibility of predicting superovulation results in cows. *Medycyna Weterynaryjna*. 59: 51-54, (abstract).
- Keller, D. S., Teepker, G., 1990. Effect of variability in response to superovulation on donor cow selection differentials in nucleus breeding schemes. *J Dairy Sci*. 73: 549-54.
- Leroy, J. L. M. R., Opsomer, G., De Vlieghe, S., Vanholder, T., Goossens, L., Geldhof, A., Bols, P. E. J., Kruif, A., Vaan Soom, A., 2005. Comparison of embryo quality in high-yielding dairy cows, in dairy heifers and in beef cows. *Theriogenology*. 64: 2022-2036.
- Liboriussen, T., Makulska, J., Callesen, H., 1995. Genetic responsiveness of dairy cattle to superovulatory treatment. *Acta Agric. Scand. Sect. A. Animal Sci*. 45: 99-105.
- Lopes da Costa, L., Chagas e Silva, J., Robalo Silva, J., 2001. Superovulatory response, embryo quality and fertility after treatment with different gonadotrophins in native cattle. *Theriogenology*. 56: 65-77.
- Mapletoft, R. J., Steward, K. B., Adams, G. P., 2002. Recent advances in the superovulation in cattle. *Reprod Nutr Dev*. 42:601-611, (abstract).
- Novotný, F., Lazar, G., Valocký, I., Macák, V., Posivák, J., Hornáková, L., 2005. Relationship between milk production in donor cows and the yield and quality of embryos. *Bull Vet Inst Pulawy*. 49: 303-305.
- Philipsson, J., Lindhé, B., 2003. Experiences of including reproduction and health traits in Scandinavian dairy cattle breeding programmes. *Livestock Production Science*. 83: 99-112.
- Peixoto, M. G. C. D., Pereira, C. S., Bergmann, J. A. G., Penna, V. M., Fonseca, C.G., 2004. Genetic parameters of multiple ovulation traits in Nellore females. *Theriogenology*. 62:1459-1464.
- Roxström, A., 2001. Genetic Aspects of fertility and Longevity in Dairy Cattle. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Sharma, R. K., Siddiqui, M. U., Gorani, S., 2002. Superovulation and post-superovulatory fertility of Holstein cows under tropical conditions. *Indian J Anim Sci*. 72: 31-34.
- Smith, A. K., 2001. Retrospective study on the effect of superovulation on subsequent fertility in embryo-transfer donors. *Veterinary Record*. 148: 114-116.

Teegne, A., Lahlou-Kassi, A., Mukasa-Mugerwa, E., 1997. The effect of season on superovulatory response, embryo yield and quality in Boran and Boran x Friesian crossbreed cows. *Theriogenology*. 47: 180 (abstract).

Tonhati, H., Lôbo, R. B., Oliveira, H. N., 1999. Repeatability and heritability of response to superovulation in holstein cows. *Theriogenology*. 51:1151-1156.

Triveni, D., Kharche, S. D., 2001. Repeated superovulation and embryo recovery in cows treated with PMSG. *Indian Journal of Animal Sciences*. 71:1048-1049, (abstract).

Lindström, A., 2000. Uppföljning av superovulerings- och dräktighetsresultat vid embryotransfer- (ET) verksamheten inom SEAB/svensk Avel. Examensarbete 214, vid Institutionen för Husdjursgenetik.

Zbylut, J., Jaskowski, J.M., 2001. Fertility of heifers after superovulation: the influence of eliminating the dominant follicle. *Medycyna Weterynaryjna*. 57: 807-811, (abstract).

Zizlavsky, J., Riha, J., Urban, F., Machal, L., Stipkova, M., 2002. Production of embryos from repeated superovulations of cows during one calving interval. *Czech Journal of Animal Science*. 47: 92-97, (abstract).

Svensk Mjolk, 2006. Avelsvärdering version VII. Svensk Mjolk, 631 80 Eskilstuna.

FABA, 2006. Embryotransplantationsguide. Tillgänglig:
<http://www.faba.fi/alkionsiirto/svenska/as-opas/>. [2006-09-25]

Nötcenter Viken, 2006. Avelsarbetet på Viken. Tillgänglig:
<http://www.notcenterviken.se/avelsarbetet.asp>. [2006-09-25]

Nordic Cattle Genetic Evaluation, 2006. [Joint Nordic fertility index](http://www.nordicebv.info/Routine+evaluation/Fertility+traits/Fertility+traits.htm). Tillgänglig:
<http://www.nordicebv.info/Routine+evaluation/Fertility+traits/Fertility+traits.htm>. [2006-09-25]

Personliga meddelanden

Geust, J., 2006. Nötcenter Viken AB, Vikens egendom 521 91 Falköping.

Stålhammar, H., 2006. Svensk Avel, Örnsro 532 94 Skara.