



Institutionen för husdjursgenetik

# Levande vikt vid olika åldrar och sambandet med bröstomfång och mankhöjd hos SRB och SLB

av

*Sue Jokinen*

Handledare:

*Britt Berglund*

*Anna Näsholm*

**Examensarbete 268**

**2005**

---

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





**Institutionen för husdjursgenetik**

# **Levande vikt vid olika åldrar och sambandet med bröstomfång och mankhöjd hos SRB och SLB**

**av**

*Sue Jokinen*

**Agrovoc:** Live-weight changes, dairy cattle, body measurements

**Övriga:** Heart girth, height at withers

Handledare:

*Britt Berglund*

*Anna Näsholm*

**Examensarbete 268**

**2005**

---

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



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>REFERAT .....</b>	<b>1</b>
<b>INLEDNING.....</b>	<b>2</b>
<b>LITTERATURÖVERSIKT .....</b>	<b>3</b>
<i>Levande vikter och kroppsåått .....</i>	<i>3</i>
<i>Kroppsåått för SRB och SLB .....</i>	<i>3</i>
<i>Faktorer som påverkar kroppsåått .....</i>	<i>5</i>
<i>Mååningar .....</i>	<i>6</i>
<i>Arvbarhet och korrelationer.....</i>	<i>7</i>
<b>MATERIAL OCH METODER.....</b>	<b>8</b>
<i>Beskrivning av försöksbesååttningen .....</i>	<i>8</i>
<i>Analyserat material.....</i>	<i>8</i>
<i>Statistiska analyser .....</i>	<i>9</i>
<i>Variansanalys av vikt .....</i>	<i>9</i>
<i>Variansanalys av bröstomfång och mankhöjd .....</i>	<i>10</i>
<i>Samband mellan vikt, bröstomfång och mankhöjd .....</i>	<i>11</i>
<i>Regressionsanalys av vikt på laktationsnummer.....</i>	<i>11</i>
<b>RESULTAT .....</b>	<b>12</b>
<i>Vikter.....</i>	<i>12</i>
<i>Bröstomfång och mankhöjd.....</i>	<i>14</i>
<i>Variansanalyser.....</i>	<i>15</i>
<i>Vikter .....</i>	<i>15</i>
<i>Bröstomfång och mankhöjd .....</i>	<i>17</i>
<i>Samband mellan vikt, bröstomfång och mankhöjd.....</i>	<i>19</i>
<i>Regressionsanalyser .....</i>	<i>19</i>
<b>DISKUSSION .....</b>	<b>21</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>24</b>
<b>LITTERATURFÖRTECKNING .....</b>	<b>25</b>



## REFERAT

Syftet med undersökningen var att studera viktsutveckling och vuxenvikt hos Svensk Röd och Vit Boskap (SRB) och Svensk Holstein (SLB) samt att skatta sambandet mellan vikt och bröstomfång respektive mankhöjd. Materialet i studien var från SLU:s försöksbesättning med mjölkkor på Jälla Naturbruksgymnasium. Undersökningen omfattade 293 mjölkkor med totalt 7142 vägningsuppgifter och 275 mjölkkor med 557 respektive 560 uppgifter på bröstomfång och mankhöjd. Registreringarna var gjorda under perioden 1993-2002.

Det var en stor variation i vikt mellan kor i olika åldrar och laktationsstadier. SLB-kor var tyngre än SRB-kor och vägde i genomsnitt över laktationerna 45 kg mer än SRB. Skillnaden mellan den högsta och lägsta vikten inom respektive ras var ca 450 kg både för SRB och för SLB. Kalvningsintervall (12- eller 15 månaders intervall), vägningstillfälle, selektionslinje (hög- respektive låg fetthalt i mjölken), ras samt år och säsong hade signifikant betydelse för vikten.

Kroppsvikten ökade med ökat laktationsnummer. För de tre första laktationerna var denna ökning tydlig. Skillnaderna mellan kor i laktation tre och fyra var små. Ett litet antal kor hade uppgifter om vikten under laktationerna fem och sex (2 till 16 kor beroende på vägningstillfälle) och det är svårt att dra några generella slutsatser om viktsutvecklingen under dessa senare laktationer. Inom laktation var vikten som högst innan kalvning. Efter kalvning minskade vikten under några veckor (ca 8-12 veckor) för att sedan öka fram till nästa kalvning.

Bröstomfånget ökade ju äldre korna blev och var större för SLB än för SRB. De korrigerade medeltalen för bröstomfånget under laktationerna 1-8 var för SRB 190-203 cm och för SLB 200-209 cm. Vid analyserna av bröstomfång erhöles signifikanta effekter av laktationsnummer och selektionslinje/ras. Mankhöjden var för båda raserna relativt konstant under de olika laktationerna. De korrigerade medeltalen för mankhöjd under laktationerna 1-8 var för SRB 131-134 cm och för SLB 141-143 cm. Signifikanta effekter av år och säsong, selektionslinje/ras och samspelet mellan kalvningsintervall och selektionslinje/ras erhöles för mankhöjd. En regressionsanalys av kroppsvikt på bröstomfång visade att för varje centimeters ökning av bröstomfånget ökade SRB med 6,0 kg i vikt och SLB med 6,1 kg. Regressionsanalysen av kroppsvikt på mankhöjd visade att för varje centimeters ökning av mankhöjden ökade SRB i vikt med 8,3 kg och SLB med 7,2 kg..

Höglinjen var något mindre i bröstomfång (6,6-6,8 cm i de tre första laktationerna) jämfört med låglinjen och vägde i genomsnitt 90 kg mindre än låglinjen. Denna reella viktsskillnad är större än vad skillnaden i bröstomfång motsvarar (ca 40 kg), vilket kan styrka antagandet att höglinjen mobiliserade mer av sina kroppsreserver.

Korrelationer mellan vikt och de två exteriöra måtten beräknades över de sex laktationerna rasvis samt med bägge raser hopslagna. Den högsta korrelationen erhöles mellan levande vikt och bröstomfång (0,83-0,84). Korrelationen mellan vikt och mankhöjd var lägre (0,53-0,64) än den mellan vikt och bröstomfång. Då både bröstomfång och mankhöjd beaktades steg korrelationen marginellt. Korrelationen mellan bröstomfång och mankhöjd varierade mellan 0,58 och 0,60.

## INLEDNING

Det är i många sammanhang viktigt att känna till levande vikten på ett djur som t.ex. vid beräkning av underhållsbehov och tillväxthastighet hos växande djur (Gravir, 1967). Genom att väga djuren får man lättast reda på levande vikten men de flesta besättningar har ingen våg till sitt förfogande. Dessutom tar vägning av många djur väldigt lång tid. Därför har det, i dagens läge, varit mest praktiskt att använda sig av indirekt information från exteriöregenskaper såsom kroppsmått vid skattning av levande vikten. Det kroppsmått som vanligtvis används är bröstomfång eftersom detta mått visar den högsta korrelationen med kroppsvikten. Säkerheten i att mäta kroppsvikten från bröstomfång eller andra kroppsegenskaper kan vara låg eftersom det kan finnas skillnader mellan t.ex. raser och åldrar (Koenen, 2001). Det finns flera olika tabeller för samband mellan bröstomfång och levande vikt. Dessa tabeller överensstämmer inte helt med varandra och ursprunget till tabellerna är inte helt känt (Pönniäinen, 1989).

Många faktorer påverkar levande vikten och kroppsmåtten som t.ex. ålder, hull, kön, ras, dräktighet, år, kalvningssäsong samt laktationsnivå (Pönniäinen, 1989; Hietanen & Ojala, 1995). Även vikten på fostret, fostermembran, livmoder och livmoderinnehåll ökar kroppsvikten på dräktiga djur (Bereskin & Touchberry, 1967; Silvey & Haydock, 1978). Då bröstomfånget mäts är det viktigt att korrigera de enstaka mätningarna till tiden då de utfördes. Dessa problem kan lösas genom att mäta alla korna under samma laktationsstadium, oftast direkt efter kalvning (Sieber *et. al.*, 1988; Hietanen & Ojala, 1995). Upprepade mätningar under samma laktation ökar inte säkerheten nämnvärt utan t.ex. en bröstomfångsmätning per ko per laktation borde enligt Gallo *et. al.* (2001) och Koenen (2001) vara tillräcklig. Det finns många felkällor vid mätning av kroppsmått, t.ex. svårigheter att hitta rätta och samma mätpunkter, djurets position och anspänning av musklerna och fel i själva måttet beroende på mätinstrumentet, t.ex. att måttbandet dras åt olika hårt (Fischer, 1975).

Enligt tidigare litteratur anses en mjölkko ha växt färdigt vid en ålder av fyra-fem år och då med en vuxenvikt som varierar med ras. Bröstomfånget för de två svenska mjölkkoraserna SRB och SLB har ökat stadigt under de senaste 30 åren (Svensk Mjölk, 2004). Detta medför att även vikten måste ha ökat eftersom bröstomfång och levande vikt är nära korrelerade med varandra. Stämmer det då fortfarande att korna växt färdigt vid fem års ålder eller har tillväxten förändrats med åren?

Syftet med detta examensarbete var att studera viktsutvecklingen över laktationerna hos SRB och SLB korna samt att undersöka när en mjölkko är fullvuxen. Ett andra huvudsyfte var att studera överensstämmelsen mellan levande vikt och exteriöra mått såsom bröstomfång och mankhöjd för att få en bättre kunskap om hur säkert man kan skatta vikt på kor genom att mäta bröstomfång och mankhöjd.



## LITTERATURÖVERSIKT

### *Levande vikter och kroppsmått*

I selektionsprogram för mjölkkor är kroppsmått av intresse. Detta eftersom kroppsvikten är relaterad till mjölkproduktionens effektivitet, och bröstomfång är det mått som vanligtvis används som indikator för kroppsvikt (McDaniel & Legates, 1965) eftersom den visar den högsta korrelationen med kroppsvikten (Gravir, 1967; Pönniäinen, 1989; Sørensen & Foldager, 1991; Heinrichs *et al.*, 1992; Koenen & Groen, 1998). Enligt Gallo *et al.* (2001) och Koenen (2001) är det också mer praktiskt och attraktivt att använda sig av indirekt information från exteriöregenskaper såsom kroppsmått istället för att väga korna. Sedan går åsikterna isär, vissa studier visar på att mankhöjd och korshöjd har lägst samband med vikten (Gravir, 1967; Pönniäinen, 1989), medan andra studier pekar på direkta motsatsen d.v.s. att mankhöjd och korshöjd kan användas för att uppskatta kroppsvikter (Heinrichs *et al.*, 1992).

Levande vikten påverkas mer av djurets kondition samt av innehåll i vom, tarmar och blåsa än vad t.ex. bröstomfång och mankhöjd gör och är av den anledningen mindre lämpligt som mått på storleken (Gravir, 1967). Mankhöjd är huvudsakligen ett mått på skelettstorleken medan bröstomfång mer återspeglar kött- och fettansättning (Nylund, 1989).

Tillväxt i form av mognad av reproduktionssystemet, samt som ökning i kroppsstorlek och vikt, påverkas av många faktorer såsom arvsanlag, utfodring och hur djuren sköts (Lin *et al.*, 1987). Nuvarande rekommendationer för kvigtillväxt är i form av näringsbehov. Dessa rekommendationer är baserade endast på en ökning i kroppsvikt. Enligt Heinrichs *et al.* (1992), är mankhöjd, höftbredd och kroppslängd, vilka alla reflekterar skelettillväxt, lika viktiga funktioner att ta hänsyn till eftersom dessa kroppsdimensioner ofta inte är påverkade av kroppsform eller fettnivå.

### *Kroppsmått för SRB och SLB*

Av tabell 1 framgår att bröstomfånget för SRB och SLB ökat stadigt under de senaste 30 åren (Svensk Mjolk, 2002). Detta medför, på grund av den nära korrelationen mellan bröstomfång och levande vikt, att även kroppsvikten ökat. Det har skett stora förändringar inom SLB-rasen under de senaste 10-15 åren. Nordamerikansk Holstein har haft stort inflytande i SLB och nästan samtliga semintjurar har 100 % Holsteingener (Philipsson, 1998).

**Tabell 1.** Bröstomfång i cm hos kor av raserna SRB och SLB. Mätningarna är gjorda inom 30-270 dagar efter kalvning i första respektive tredje kalvningen (Svensk Mjök, 2004)

År	SRB				SLB			
	1:a kalvning		3:e kalvning		1:a kalvning		3:e kalvning	
	Antal	cm	Antal	cm	Antal	cm	Antal	cm
1970/71	57.046	179	-	-	20.615	184	-	-
1975/76	83.728	180	44.601	188	39.947	184	17.133	194
1980/81	61.322	181	3.399	190	35.152	184	1.905	194
1984/85	64.243	183	3.890	191	40.504	186	2.602	195
1985/86	59.355	183	3.338	191	37.522	186	2.184	195
1986/87	59.226	183	3.232	191	38.056	186	2.006	196
1987/88	57.539	184	3.278	191	37.811	187	1.852	196
1988/89	57.367	184	3.184	191	35.945	188	1.672	196
1989/90	53.628	185	2.503	191	33.819	188	1.517	197
1990/91	48.844	186	2.073	192	31.658	189	1.226	197
1991/92	43.641	186	2.139	192	29.095	189	1.212	198
1992/93	41.057	185	1.434	194	26.797	189	634	200
1993/94	39.460	187	2.525	195	27.012	190	1.074	201
1994/95	38.436	187	-	-	26.630	190	-	-
1995/96	39.118	187	-	-	27.079	191	-	-
1996/97	38.223	187	-	-	26.845	191	-	-
1997/98	36.166	187	-	-	25.265	191	-	-
1998/99	35.172	187	-	-	25.217	192	-	-
1999/00	33.440	187	-	-	23.499	192	-	-
2000/01	31.695	188	-	-	22.714	193	-	-
2001/02	26.553	189	-	-	18.910	194	-	-
2002/03	24.420	190	-	-	17.414	195	-	-

I en jämförande studie mellan SLB och amerikansk Holstein-Friesian visade det sig att Holstein-Friesian kvigor tenderade att ha 1,5-3 cm högre mankhöjd under hela uppväxttiden. Även bröstomfånget befanns vara några centimeter större för Holstein-Friesian under kvigperioden. Skillnaderna till SLB var dock små och inte statistiskt säkra (Nylund, 1989).

I ett examensarbete, gjort av Pönniäinen (1989), jämfördes tre i praktiken använda tabeller för bröstomfång med varandra. Dessa tre tabeller var: Alfa-Lavals måttband med både cm och kg, SHS' tabell nr 8 och Skara Semins rasberoende tabell för SRB. Alla tre överskattade vikten. SHS' tabell nr 8 hade störst avvikelser, antagligen p.g.a. att den är generell och gäller för alla raser. Skara Semins rasberoende tabell visade sig ha minst avvikelser (Pönniäinen, 1989). Enligt Anders Wickberg på DeLaval har måttbanden inte uppdaterats på många år men vissa justeringar är på gång för att bättre stämma överens med dagens mjölkkor. Dagens måttband från DeLaval säljs endast i Norden eftersom Centraleuropa har helt andra mått/vikt förhållanden. Skillnaden kan vara upp till 80 kg (A. Wickberg, pers. medd., 2002). Svensk Mjök har under tiden tills detta examensarbete slutförts uppdaterat underlagen till sina måttband (M.Emanuelson, pers. medd., 2005).

## ***Faktorer som påverkar kroppsvikten***

Alla djur har en medfödd vuxen kroppsvikt mot vilken de växer med en genetiskt kontrollerad hastighet som går fortare eller långsammare beroende på miljöeffekter men som har liten påverkan på den vuxna kroppsstorleken (Heinrichs & Hargrove, 1987).

Några av de faktorer som påverkar levande vikten och kroppsmåtten är ålder, hull, kön, ras, eventuell dräktighet, år, kalvningssäsong samt laktationsnivå (Pönniäinen, 1989; Hietanen & Ojala, 1995). Badh (1981) visade i sitt examensarbete på förstakalvande SRB kor att även bröstomfång och hullklassificering är nära sammankopplade. I detta arbete hade väldigt få djur i hullklass 1 ett bröstomfång som underskred 175 cm (hullklass 1 = fet, klass 2 = normal och klass 3 = mager). Medelbröstomfånget för alla 23 245 förstakalvare var 180 cm. I ett annat examensarbete gjort av Pönniäinen (1989) visade resultaten däremot att hullet inte hade någon signifikant effekt på kroppsmåtten för de 222 SRB-kvigorna som fanns med i studien. Detta berodde troligtvis, enligt författarinnan, på att en bedömning av hull är så svår att göra.

Lakterande mjölkkor har en stor fenotypisk variation för kroppsvikt (Ahlborn & Dempfle, 1992; Hietanen & Ojala, 1995). Den fenotypiska variationen kan delvis förklaras av tre effekter:

1. åldersrelaterad tillväxt
  2. laktationsnummer
  3. dräktighet
1. Kor ökar i vikt tills de blir vuxna vid ca fem års ålder (Touchberry & Batra, 1976; Hietanen & Ojala, 1995; Koenen, 2001). Enligt beräkningar gjorda av Koenen (2001) har holländska Holstein-Friesian kor en medelkroppsvikt vid 24 månaders ålder (1:a kalvare) på 560kg, vilket är 88% av vuxenvikten, vid 36 månaders ålder (2:a kalvare) en vikt på 595kg, vid 48 månader (3:e kalvare) en vikt på 625kg samt vid en ålder högre än 60 månader (4:e kalvare och senare) en levande vikt på 635kg.
  2. Kor förlorar vikt i tidig laktation som resultat av att de mobiliserar sina fettreserver (Bines, 1976; Berglund & Danell, 1987; Koenen *et al.*, 1999) för att kompensera för det ökade energibehovet. Storlek och längd på den negativa energibalansen är ofördelaktigt relaterad till både hälsa och fertilitet (Berglund & Danell, 1987; Villa-Godoy *et al.*, 1988; Butler och Smith, 1989).  
  
Levande vikten är som lägst vid ca fem veckor efter kalvning (Koenen *et al.*, 1999) och ökar igen senare i laktationen då nya vävnadsreserver byggs upp och fostret växer till (Bines, 1976; Hietanen & Ojala, 1995). Baserad på slaktvikterna, var beräknad medelkroppsvikt för holländska Holstein-Friesiankor under första laktationen runt 91 % av medelkroppsvikten under tredje laktationen. För andra laktationen låg medel kroppsvikten runt 97 % av medelkroppsvikten under tredje laktationen (Koenen, 2001).
  3. Vikten på fostret, fostermembran, livmoder och livmoderinnehåll ökar kroppsvikten på dräktiga djur (Bereskin & Touchberry, 1967; Silvey & Haydock, 1978). De tre sista dräktighetsmånaderna fördubblas fostrets vikt. Vid fullgången dräktighet väger ett foster av t.ex. SRB eller SLB ras ca 40 kg och fostervätska samt fosterhinnor ca 20 kg.

## Mätningar

Enligt resultaten i en doktorsavhandling av Koenen (2001) är variationen vid en enstaka mätning av kroppsvikten under första laktationen nära korrelerad med variationen i medelkroppsvikten under livet. Upprepade mätningar kommer enligt Koenen därför inte att öka säkerheten nämnvärt i dessa förutsägelser, vilket medför att insamling av data på kroppsvikter kan baseras på enstaka mätningar på kvigor. Även en enda mätning av bröstomfång per ko och laktation borde enligt Gallo *et al.* (2001) vara tillräcklig. Däremot måste man korrigera de enstaka mätningarna till tiden då de utfördes. Dessa problem undviks ofta i många studier genom att mäta alla korna under samma laktationsstadie, oftast direkt efter kalvning (Sieber *et al.*, 1988; Hietanen & Ojala, 1995).

Det finns många potentiella felkällor vid mätning av kroppsmått t.ex.:

- 1) Svårigheter att hitta rätt och samma mätpunkter. På många sätt är omfång en speciell mätning. Endast en punkt är involverad och detta är punkten där mätningen börjar och slutar. Det är alltså bestämningen av denna punkt som är av betydelse.
- 2) Djurets position och muskelanspänning, vilket ändrar avståndet mellan ändpunkterna.
- 3) Fel i själva måttet beroende på mätinstrumentet, t.ex. att måttbandet dras åt olika hårt. Detta kan avhjälpas genom att använda sig av en krumpassare, där det ingår en konstant spänning i måttbandet då det används över konvexa ytor, t.ex. omfång. Däremot blir det fel i måttbandsmätningar över konkava ytor eftersom det då är svårt att se till så att måttbandet följer ytkonturerna (Fischer, 1975). När måtten ska tas bör djuret stå jämnt på alla fyra och inte ha huvudet nerböjt (Pönniäinen, 1989).

Storleksmått som ska korreleras med avkastningen bör registreras i början av laktationen. Mått tagna en bit in på laktationen påverkas mycket snart av produktion, utfodring o.s.v. Storleken under pågående laktation är dels beroende av storleken vid inkalvning, dels av viktsförändring under laktationen. Dessa vikter har motsatt samband med mjölkavkastningen. Detta medför att sambandet mellan storlek och avkastning sjunker ju längre in på laktationen storleken registreras (Badh, 1981).

Berge (1977) fann att medelfelet på skillnaden mellan beräknad levande vikt och vägd levande vikt var 6,3 % av den beräknade levande vikten. Detta stora fel på 6,3 % var förväntat eftersom krökningen av första revbenet varierar inom och mellan raser vilket medför att samma bröstomfång ger olika levande vikter. Även höftbredden är olika både inom och mellan raser. Denna variation är dock omöjlig att se då endast bröstomfånget mäts på djuren (Berge, 1977).

Gravir (1967) visade i en studie på norsk röd boskap (NRF) att bröstomfång var den egenskap som bäst förklarade variationerna i levande vikt medan mått på reslighet såsom mankhöjd gav de sämsta skattningarna på levande vikten. Detta kan, enligt författaren, delvis bero på att NRF är en förhållandevis heterogen ras eftersom tjurar i avkommegrupperna är importerade finska Ayrshire-tjurar medan andra är importerade SRB från Sverige. SRB rasen är också en ras av "Ayrshiretyp" men har vanligtvis

längre ben än finsk Ayrshire, som har förhållandevis korta ben. Hietanen och Ojala (1995) fann rasskillnader i vikt i deras studie på finska Ayrshire- och Friesiankor. Bröstomfångs mätningar från kornas första tre laktationer samlades in mellan åren 1985 till 1989 och räknades sedan om till kroppsvikt med hjälp av tabeller framtagna av Föreningen för jordbruks rådgivningscentraler i Finland. Ayrshirekorna befanns vara lättare än Friesiankorna i varje laktation. Viktsskillnaderna mellan raserna ökade från 14 kg i första laktation till 30 kg i den tredje laktationen. Den totala kroppsvikten ökade dock med laktationsnummer för bägge raserna. Skillnaderna var större mellan första och andra laktation (30 kg för Ayrshire- och 40 kg för Friesiankor) än mellan andra och tredje laktation (22 kg respektive 27 kg). Detta, menar Hietanen och Ojala (1995), pekar på att mjölkkor inte når sin vuxenvikt förrän vid en ålder av 4-5 år.

### ***Arvbarhet och korrelationer***

Kroppsvikten är en svår egenskap att ta med i avelsprogrammet eftersom den har både positivt och negativt samband med andra viktiga egenskaper (Hietanen & Ojala, 1995). Att ta med kroppsvikt i ett avelsmål är enligt Koenen och Groen (1998) endast effektivt då kroppsviktens mått på potentiella avelsdjur och deras släktingar också är med som mätegenskap i informationsindexet.

Skattningarna av arvbarheten för kroppsvikt är många och sträcker sig från allt mellan 23 % till 71 % beroende på var i laktationen kon befinner sig (Veerkamp, 1998). I studien ovan, av Hietanen och Ojala (1995), på finsk Ayrshire- och Friesiankor var arvbarheten för kroppsvikt lägst under första laktationen medan den skiljde sig med 10 % mellan första och tredje laktation. Anledningen till att arvbarheterna blir högre med högre laktationsnummer är, enligt ovanstående studie, att den relativa betydelsen av besättnings- och residualvariansen blir mindre i den andra och tredje laktationen än i den första laktationen. Detta pekar på att genetiska skillnader i storlek är tydligare på färdigvuxna än på växande djur (Hietanen & Ojala, 1995). Hagger och Hofer (1991) har i en artikel gjort en sammanställning av tre olika studier som visade att arvbarheten för bröstomfång ligger runt 23-45 % medan den för mankhöjd ligger runt 37-51 %. De flesta studier pekar på att mankhöjd har en något högre arvbarhet än bröstomfång (Hagger & Hofer, 1991). Syrstad (1966) rapporterade att skattningar av arvbarheten för bröstomfång ökade med åldern från 31 % vid tre års ålder till 39 % vid fem års ålder för NRF. Antalet observationer är ofta lågt i de flesta studier och leder därför till att skattningarna av de genetiska parametrarna är behäftade med stora fel. Även definitioner av populationer och egenskaper skiljer sig mellan studier med avseende på tid för datainsamling och antal mätningar. På grund av dessa faktorer förväntas inte de genetiska parametrarna vara identiska (Veerkamp, 1998).

Den positiva genetiska korrelationen mellan kroppsstorlek och tillväxthastighet skapar en annorlunda situation för kombinerade raser (raser som används till både mjölk- och köttproduktion). Man skulle knappast ha råd med en nedgång i tillväxthastigheten p.g.a. en förbättrad mjölkproduktionseffektivitet, eftersom effektiviteten är korrelerad med både mjölk- och köttproduktionen (Hagger & Hofer, 1991). Korrelationen mellan bröstomfång och levandevikt har i många studier visat sig vara den högsta bland alla testade exteriörmått. Bland andra visade Pönniäinen i sitt examensarbete en korrelation på 0,97 mellan bröstomfång och levande vikt (Pönniäinen, 1989). Gravir (1967) redovisade en korrelation på 0,98 medan Koenen och Groen (1998) rapporterade en något lägre korrelation på 0,77. Korrelationen mellan mankhöjd och levandevikt har

också visat sig vara relativt hög, dock ej lika hög som för bröstomfång och levande vikt. Både Pönniäinen (1989) och Gravir (1967) redovisade en korrelation på 0,89.

## **MATERIAL OCH METODER**

### ***Beskrivning av försöksbesättningen***

Insamlat material från mjölkorna vid Institutionen för husdjursgenetik försöksbesättning på Jälla Naturbruksgymnasium användes. Besättningen består av ca 55 SRB och 35 SLB kor från vilka, beroende på försök, olika data finns samlade sedan 1987. Från 1987 är SRB korna indelade på två selektionslinjer för hög- respektive låg fetthalt i mjölken vid hög total energiproduktion (kg ECM). Hösten 1994 inleddes därutöver ett projekt där effekterna av 12 respektive 15 månaders kalvningsintervall studeras. Från och med hösten 1994 och framåt finns uppgifter om levandevikter 12 gånger per laktation och ko. Vägningarna är planerade att ske ca två veckor före kalvning och därefter vecka 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 28 o.s.v. var åttonde vecka efter kalvning fram till sinläggning. Dessutom vägs korna innan betessläpp och vid installning. Exteriörbedömningarna, vari bröstomfångs- och mankhöjds mätningarna, ingick utfördes i laktationsvecka 8 – 16.

Exteriörmått har registrerats på försökskorna en gång per laktation sedan 1987. I denna studie användes mätningar gjorda från och med hösten 1994. Mätningar gjorda 58-109 dagar efter kalvning utnyttjades vid analyserna.

Djuren utfodrades individuellt och enligt svensk norm (Spörndly *et al.*, 1993). Den genomsnittliga inkalvningsåldern i besättningen under den studerade perioden var omkring 31-32 månader, vilket är ca 2-3 månader högre än genomsnittet för svenska kontrollerade kor (Svensk Mjolk, 2004).

### ***Analyserat material***

Den egna undersökningen var baserad på uppgifter för 293 mjölkkor med totalt 7142 viktsuppgifter samt 275 mjölkkor med 557 bröstomfångsmätningar och 560 mankhöjds mätningar. Viktsuppgifterna var registrerade under perioden september 1994 till augusti 2002 och exteriöruppgifterna under perioden november 1994 till maj 2002. Av mjölkorna med viktsuppgifter var 187 av SRB-ras och 106 av SLB-ras, medan för exteriöruppgifter var 176 kor av SRB- och 99 av SLB-ras (Tabell 2).

**Tabell 2.** Antal observationer av vikt, bröstomfång och mankhöjd för SRB och SLB i de åtta respektive sju förekommande laktationerna

Laktation	SRB		SLB	
	Vikt	Bröstomfång/Mankhöjd	Vikt	Bröstomfång/Mankhöjd
1	1871	134/136	1130	85
2	1298	109	762	56/57
3	756	63	371	31
4	328	29	193	15
5	158	12	72	6
6	85	9	26	1
7	46	4	14	1
8	32	2	-	-
<i>Totalt</i>	<i>4574</i>	<i>362/364</i>	<i>2568</i>	<i>195/196</i>
Antal kor	187	176	106	99

De insamlade uppgifterna fanns i form av fyra datafiler. I basfilen fanns uppgifter om varje enskild ko, d.v.s. djurnummer, selektionslinje, datum vid insättning i försöket, datumet för utgång ur försöket, kod för utslagsorsak, kalvningsintervallsgrupp samt djurets ras. I kalvningsfilen fanns uppgifter om djurnummer, födelseår, laktationsnummer och kalvningsdatum. I filen med exteriörmått fanns uppgifter över djurnummer, födelseår, datum för utförd mätning, mankhöjd och bröstomfång. I filen med vikter fanns uppgifter om djurnummer, födelseår, datum för utförd vägning, typ av vikt (levande vikt eller slaktad vikt) och vikt på djuren. Kor som saknade information om ras, djurnummer, kalvningsdatum eller vikt togs bort och ingick ej i analyserna.

### Statistiska analyser

Variansanalyser av kornas vikt, bröstomfång och mankhöjd gjordes med Proc Mixed i SAS programpaket (SAS, 2000). Korrelationer mellan de tre egenskaperna, samt regressionsanalyser utfördes med Proc GLM.

#### Variansanalys av vikt

Vid variansanalys av levande vikten hos SRB och SLB användes följande modell:

$$Y_{ijklmn} = \mu + lv_i + \hat{a}s_j + i_k + sr_l + isr_{kl} + k_{klm} + e_{ijklmn} \quad (\text{modell 1})$$

där

$Y_{ijklmn}$  =  $ijklmn$ :te observationen av kroppsvikt (uttryckt i kg)

$\mu$  = minsta kvadratmedelvärde

$lv_i$  = fix effekt av kombinationen av laktationsnummer och vägningstillfälle,  $i = 1, \dots, 72$

$\hat{a}s_j$  = fix effekt av år och säsong,  $j = 1, \dots, 32$

$i_k$  = fix effekt av kalvningsintervall,  $k = 1, 2$

$sr_l$  = fix effekt av selektionslinje/ras,  $l = 1, 2, 3$

$isr_{kl}$  = fix effekt av samspelet mellan kalvningsintervall och selektionslinje/ras

$k_{klm}$  = slumpmässig effekt av ko nästad inom kalvningsintervall och selektionslinje/ras,  $\sim \text{NID}(0, \sigma_k^2)$

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

Uppgifter från laktationerna ett till sex registrerade under 1994 till 2002 för perioden från kalvning till 445 dagar efter kalvning ingick i materialet använt för analys av vikt. Antalet vikter från senare laktationer eller registrerade senare under laktationen var få och uteslöts därför vid analyserna. Vägningstillfälle var en indelning i veckor beroende på antal dagar efter kalvning enligt: vecka 1 = upp till och med 7 dagar efter kalvning; vecka 2 = 8-18 dagar efter kalvning; vecka 4 = 19-39 dagar efter kalvning; vecka 8 = 40-67 dagar efter kalvning; vecka 12 = 68-95 dagar efter kalvning; vecka 16 = 96-123 dagar efter kalvning; vecka 20 = 124-165 dagar efter kalvning; vecka 28 = 166-221 dagar efter kalvning; vecka 36 = 222-277 dagar efter kalvning; vecka 44 = 278-333 dagar efter kalvning; vecka 52 = 334-389 dagar efter kalvning; vecka 60 = 390-445 dagar efter kalvning. Beroende på tidpunkt för kalvning gjordes en indelning i fyra säsonger: mars-maj; juni-augusti; september-november; december-februari. Dessa kombinerades med de olika åren till en effekt av år och säsong. Kalvningsintervall på 12 respektive 15 månader ingick. Hänsyn togs till att kor av SRB-ras selekterats för hög respektive låg fetthalt i mjölken och effekten av selektionslinje/ras bestod av tre klasser; SRB-kor selekterade för hög fetthalt; SRB-kor selekterade för låg fetthalt; kor av SLB-ras. I analysen av vikt ingick totalt 273 kor varav 106 av SLB-ras och 167 av SRB-ras. Av dessa tillhörde 142 kor gruppen som seminerats för ett 12 månaders kalvningsintervall och 131 kor tillhörde 15 månadersgruppen. Inom SRB-rasen tillhörde 93 kor selektionslinjen för hög fetthalt och 74 kor linjen för låg fetthalt.

#### Variansanalys av bröstomfång och mankhöjd

En variansanalys av bröstomfång och mankhöjd gjordes där den statistiska modellen (modell 2) skilde sig från modell 1, genom att den kombinerade effekten av vägningstillfälle och laktationsnummer ersattes med den fixa effekten av enbart laktationsnummer. För att studera eventuella skillnader mellan raserna i förändringen av bröstomfång respektive mankhöjd med ökad ålder ingick även en fix effekt av samspelet mellan laktationsnummer och selektionslinje/ras. Laktationerna fem till åtta slogs ihop eftersom antalet observationer i dessa laktationer var relativt lågt. Totalt ingick 262 kor.

$$Y_{ijklmn} = \mu + l_i + \hat{a}s_j + i_k + sr_l + isr_{kl} + lsr_{il} + k_{klm} + e_{ijklmn} \quad (\text{modell 2})$$

där

$Y_{ijklmn}$  =  $ijklmn$ :te observationen av bröstomfång resp. mankhöjd (uttryckt i cm)

$\mu$  = minsta kvadratmedelvärde

$l_i$  = fix effekt av laktationsnummer,  $i = 1, \dots, 6$

$\hat{a}s_j$  = fix effekt av år och säsong,  $j = 1, \dots, 32$

$i_k$  = fix effekt av kalvningsintervall,  $k = 1, 2$

$sr_l$  = fix effekt av selektionslinje/ras,  $l = 1, 2, 3$

$isr_{kl}$  = fix effekt av samspelet mellan kalvningsintervall och selektionslinje/ras

$lsr_{il}$  = fix effekt av samspelet mellan laktationsnummer och selektionslinje/ras

$k_{klm}$  = slumpmässig effekt av ko nästad inom kalvningsintervall och selektionslinje/ras,  $\sim \text{NID}(0, \sigma_k^2)$

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



### **Samband mellan vikt, bröstomfång och mankhöjd**

De linjära regressionerna av vikt på bröstomfång respektive mankhöjd beräknades för bägge raser samtidigt samt för var ras för sig. Vid dessa analyser ingick, förutom regressionerna, samma effekter som i modell 2 förutom den slumpmässiga effekten av ko. Såväl enkla (enbart bröstomfång eller mankhöjd) som multipla (både bröstomfång eller mankhöjd) regressionsanalyser genomfördes. Såväl modeller med enbart linjär regression som modeller med linjär och kvadratisk regression testades. Vid analyserna med uppgifter om endast SLB uteslöts effekten av selektionslinje/ras och samspelet mellan selektionslinje/ras och kalvningsintervall respektive laktationsnummer. Dessa analyser baserades på uppgifter från 314 SRB- samt 185 SLB-kor. Korrelationerna mellan vikt och bröstomfång respektive mankhöjd beräknades med samma modell.

Vid studierna av sambanden mellan levandevikt och de två exteriörmåtten användes vägningar utförda vecka 12 (68-95 dagar) efter kalvning. Ett längre intervall för de exteriöra måtten (58-109 dagar) ansågs godtagbart eftersom dessa mått inte varierade i samma utsträckning som vikterna..

### **Regressionsanalys av vikt på laktationsnummer**

För att studera hur kornas vikt förändrades med ökande ålder gjordes en analys av de linjära och kvadratiske regressionerna av vikten på laktationsnummer. Regressionerna beräknades inom selektionslinje/ras. Vid dessa analyser användes 586 vikter registrerade på 255 kor i vecka 20 (124-164 dagar efter kalvning) under laktationerna ett till sex. Följande modell användes:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha s_i + i_j + sr_k + k_{jkl} + b_{1k} + b_{2k} + e_{ijkl} \quad (\text{modell 3})$$

där

$Y_{ijkl}$  =  $ijklm$ :te observationen av kroppsvikt (uttryckt i kg)

$\mu$  = minsta kvadratmedelvärde

$\alpha s_i$  = fix effekt av år och säsong,  $i = 1, \dots, 32$

$i_j$  = fix effekt av kalvningsintervall,  $j = 1, 2$

$sr_k$  = fix effekt av selektionslinje/ras  $k = 1, 2, 3$

$k_{jkl}$  = slumpmässig effekt av ko nästad inom kalvningsintervall och selektionslinje/ras  $\sim \text{NID}(0, \sigma_k^2)$

$b_{1k}$  = fix linjär regression av vikten på laktationsnummer, inom selektionslinje/ras

$b_{2k}$  = fix kvadratisk regression av vikten på laktationsnummer, inom selektionslinje/ras

$e_{ijkl}$  = slumpmässig reidualeffekt  $\sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$

## RESULTAT

### *Vikter*

Medelvikter vid de olika vägningstillfällena inom respektive laktation och ras redovisas i tabell 3 samt figur 1 för SRB och figur 2 för SLB. Generellt kan man som förväntat se att korna tenderar att väga mest i slutet av laktationerna då dräktigheten lider mot sitt slut, medan de väger minst några veckor (4-12) efter kalvningen då de oftast är i negativ energibalans.

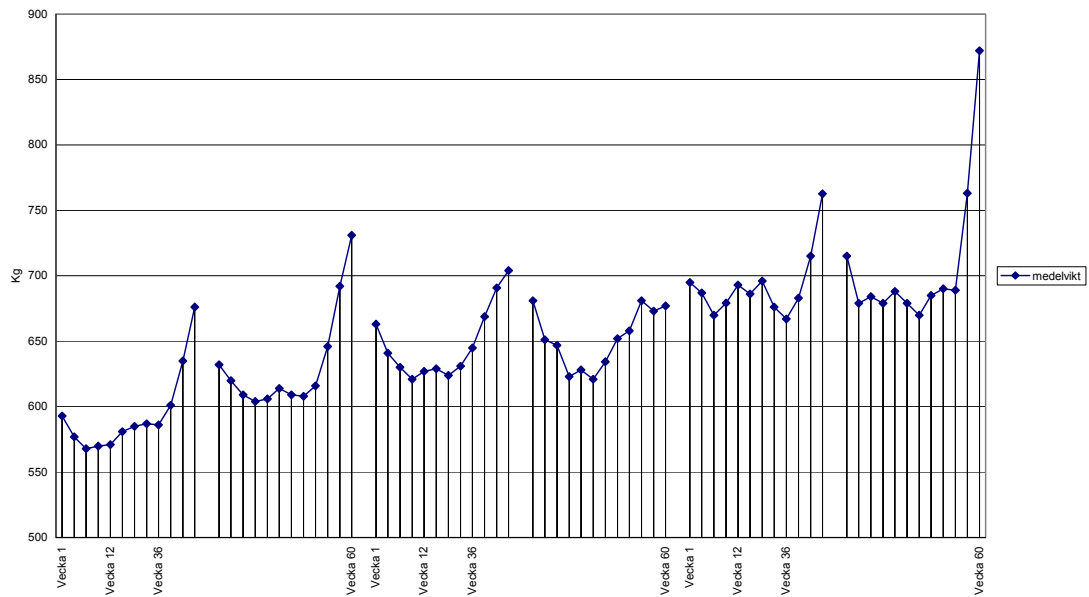
Beräkning av medelvikter ras- och laktationsvis gav följande resultat: i laktation ett vägde SRB i genomsnitt 594 kg medan SLB vägde 642. Till laktation två ökade kroppsvikten till 632 kg för SRB och 674 kg för SLB. Under tredje laktationen vägde SRB i genomsnitt 648 kg medan SLB vägde 703 kg. Till fjärde laktationen ökade SRB och SLB endast marginellt i vikt till 652 kg respektive 716 kg. I femte laktationen vägde SRB i genomsnitt 693 kg och SLB vägde 750 kg. Till sjätte laktationen ökade SRB något i vikt till 708 kg i genomsnitt medan genomsnittsvikten för SLB minskade och var 710 kg. I de senare laktationerna var antalet observationer få. Differensen mellan raserna var ungefär lika i de 3 första laktationerna (SLB-rasen vägde ca 45 kg mer än SRB-rasen) och ökade något i laktationerna 4 och 5 till ca 60 kg.

**Tabell 3.** Medelvikter samt minimi- och maximivikter för SRB och SLB under 1:a till 60:de laktationsveckan i laktation 1-6

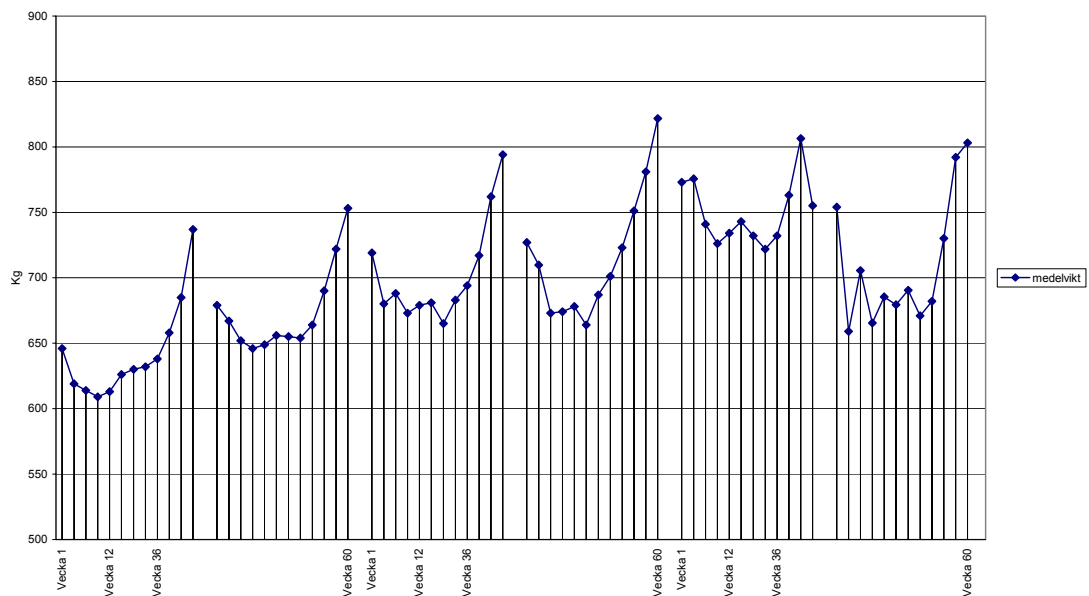
Laktation 1	SRB					SLB				
	N	Medelvikt (Kg)	SD	Min	Max	N	Medelvikt (Kg)	SD	Min	Max
Vecka 1	137	593	67	453	767	85	646	66	522	812
Vecka 2	110	577	63	440	738	71	619	65	471	781
Vecka 4	142	568	63	421	707	78	614	61	485	762
Vecka 8	140	570	57	423	702	84	609	62	478	773
Vecka 12	141	571	56	434	716	83	613	59	507	764
Vecka 16	142	581	57	438	711	87	626	65	500	793
Vecka 20	149	585	56	435	720	88	630	66	497	840
Vecka 28	165	587	65	409	844	102	632	65	495	813
Vecka 36	209	586	59	432	744	116	638	59	520	784
Vecka 44	183	601	59	469	766	115	658	58	533	809
Vecka 52	196	635	61	495	810	116	685	54	567	841
Vecka 60	131	676	62	529	835	70	737	62	608	921
<i>Laktation 2</i>										
Vecka 1	116	632	66	482	777	67	679	54	568	864
Vecka 2	85	620	59	481	759	53	667	50	543	767
Vecka 4	108	609	58	475	775	59	652	44	552	743
Vecka 8	111	604	57	449	752	62	646	48	530	787
Vecka 12	116	606	55	468	775	62	649	47	535	789
Vecka 16	113	614	57	459	792	62	656	51	560	796
Vecka 20	121	609	62	448	789	63	655	46	548	756
Vecka 28	124	608	65	438	805	71	654	49	533	766
Vecka 36	127	616	60	441	819	69	664	51	536	787
Vecka 44	107	646	73	479	869	71	690	58	548	833
Vecka 52	97	692	70	541	898	58	722	50	591	827
Vecka 60	64	731	63	569	847	38	753	62	597	859

<i>Laktation 3</i>										
Vecka 1	67	663	64	531	816	31	719	47	636	818
Vecka 2	41	641	69	521	773	26	680	59	583	810
Vecka 4	71	630	57	473	763	33	688	53	595	818
Vecka 8	70	621	61	458	759	29	673	45	558	756
Vecka 12	72	627	58	455	773	32	679	51	575	790
Vecka 16	71	629	56	472	763	34	681	54	582	787
Vecka 20	72	624	61	453	770	33	665	48	563	757
Vecka 28	70	631	55	475	781	35	683	56	556	776
Vecka 36	70	645	55	487	776	30	694	50	613	787
Vecka 44	60	669	62	513	799	35	717	52	638	814
Vecka 52	44	691	64	548	810	27	762	58	660	878
Vecka 60	36	704	70	581	826	21	794	60	703	912
<i>Laktation 4</i>	N	Medelvikt (Kg)	SD	Min	Max	N	Medelvikt (Kg)	SD	Min	Max
Vecka 1	29	681	67	546	787	19	727	48	642	827
Vecka 2	22	651	71	504	773	17	710	50	643	792
Vecka 4	30	647	63	489	755	18	673	61	579	789
Vecka 8	31	623	65	474	731	19	674	48	568	760
Vecka 12	31	628	65	472	746	18	678	42	601	752
Vecka 16	31	621	59	481	756	18	664	49	583	758
Vecka 20	37	634	55	505	746	19	687	62	568	811
Vecka 28	31	652	59	510	753	15	701	48	618	800
Vecka 36	26	658	46	531	758	17	723	53	635	803
Vecka 44	29	681	67	530	813	13	751	63	633	834
Vecka 52	19	673	74	537	815	12	781	64	687	882
Vecka 60	10	677	55	544	750	6	822	70	709	899
<i>Laktation 5</i>	N	Medelvikt (Kg)	SD	Min	Max	N	Medelvikt (Kg)	SD	Min	Max
Vecka 1	15	695	69	554	780	7	773	32	747	839
Vecka 2	13	687	62	613	794	5	776	39	733	835
Vecka 4	16	670	70	501	776	6	741	41	682	797
Vecka 8	14	679	70	588	791	7	726	47	658	788
Vecka 12	11	693	72	594	807	7	734	51	623	780
Vecka 16	14	686	64	600	791	7	743	48	649	789
Vecka 20	15	696	77	585	863	6	732	62	627	801
Vecka 28	14	676	59	626	846	9	722	39	653	769
Vecka 36	15	667	47	612	820	7	732	41	689	788
Vecka 44	14	683	35	630	766	4	763	64	713	856
Vecka 52	12	715	44	667	826	5	806	83	731	905
Vecka 60	5	763	82	693	857	2	755	10	748	762
<i>Laktation 6</i>	N	Medelvikt (Kg)	SD	Min	Max	N	Medelvikt (Kg)	SD	Min	Max
Vecka 1	7	715	52	668	814	2	754	79	698	810
Vecka 2	7	679	25	650	729	1	659			
Vecka 4	8	684	53	610	760	2	706	74	653	758
Vecka 8	9	679	50	620	775	2	666	77	611	720
Vecka 12	9	688	53	619	768	4	686	35	653	724
Vecka 16	7	679	63	607	775	2	680	60	637	722
Vecka 20	7	670	43	617	723	2	691	38	664	717
Vecka 28	10	685	47	594	738	3	671	7	664	677
Vecka 36	10	690	49	593	742	1	682			
Vecka 44	5	689	76	592	775	3	730	15	716	745
Vecka 52	4	763	56	703	814	2	792	45	760	823
Vecka 60	2	872	13	863	881	2	803	54	765	841

Medelvikten under första laktationen för SLB var runt 91 % av medelvikten för tredje laktationen. För andra laktationen låg medelvikten runt 96 % av medelvikten i tredje laktationen. Motsvarande siffror för SRB var 94 % respektive 98 %. Figurerna 1 och 2 visar viktsutvecklingen under laktationerna i diagramform.



**Figur 1.** Medelvikt för SRB under laktation 1 till 6.



**Figur 2.** Medelvikt för SLB under laktation 1 till 6.

### ***Bröstomfång och mankhöjd***

Medeltalen för bröstomfång och mankhöjd över laktationerna 1-6 var ca sju respektive ca nio cm större för SLB jämfört med SRB (tabell 4 och 5). Av tabellerna framgår även att både bröstomfång och mankhöjd ökade med högre laktationsnummer. Antalet observationer var lågt i de senare laktationerna.

**Tabell 4.** Medeltal för bröstomfång och mankhöjd för SRB 8-16 veckor efter kalvning under laktationerna 1-8

Laktation	N	Bröstomfång			Mankhöjd		
		X (SD)	Min	Max	X (SD)	Min	Max
1	130	192 (8)	172	212	132 (5)	121	143
2	102	194 (7)	175	212	133 (4)	122	143
3	57	195 (7)	178	212	133 (4)	123	145
4	26	194 (7)	177	207	132 (5)	120	142
5	9	202 (6)	192	212	134 (4)	131	140
6	7	200 (5)	191	206	133 (4)	129	139
7	4	200 (4)	197	205	133 (2)	132	136
8	2	199 (8)	194	205	131 (1)	130	131

**Tabell 5.** Medeltal för bröstomfång och mankhöjd för SLB 8-16 veckor efter kalvning under laktationerna 1-7

Laktation	N	Bröstomfång			Mankhöjd		
		X (SD)	Min	Max	X (SD)	Min	Max
1	85	198 (8)	179	217	141 (4)	131	150
2	56	200 (6)	180	211	142 (4)	133	150
3	31	202 (8)	183	217	142 (4)	126	148
4	15	203 (6)	192	213	142 (3)	137	147
5	6	208 (6)	199	216	144 (3)	139	148
6	1	210	210	210	143	143	143
7	1	211	211	211	145	145	145

## Variationsanalyser

### Vikter

I tabell 6 redovisas resultat från variationsanalysen av vikt. Laktationsnummer och vägningsstillfälle, år och säsong, kalvningsintervallens längd och selektionslinje/ras hade signifikant betydelse för kornas vikt. Samspelet mellan kalvningsintervall och selektionslinje/ras var också signifikant.

Minsta kvadratmedelvärdet för SRB kor, som selekterats för låg fetthalt i mjölken, var 91 kg högre än medelvärdet för de som selekterats för hög fetthalt. För SLB-korna var minsta kvadratmedelvärdet 120 kg högre än för SRB-kor, som selekterats för hög fetthalt. Kor med ett kalvningsintervall på 12 månader var tyngre och minsta kvadratmedelvärdet var i medeltal över alla laktationer 62 kg högre för dessa jämfört med de med ett intervall på 15 månader.

**Tabell 6.** Variationsanalys av levandevikt hos SRB respektive SLB samt gemensamt med de båda raserna

	SRB		SLB		Gemensam analys	
	Fg	p-värden	Fg	p-värden	Fg	p-värden
Laktationsnr och vägn.tillfälle	71	<0,0001	71	<0,0001	71	<0,0001
År och säsong	31	<0,0001	30	<0,0001	31	<0,0001
Kalvningsintervall <sup>a</sup>	1	<0,0001	1	<0,0001	1	<0,0001
Selektionslinje/ras <sup>b</sup>	1	<0,0001			2	<0,0001
Kalvn.int. och linje/ras	1	0,0252			2	0,0004
Residualvarians	3080,06 kg <sup>2</sup>		2938,33 kg <sup>2</sup>		3138,78 kg <sup>2</sup>	

<sup>a</sup> 12 eller 15 månaders kalvningsintervall

<sup>b</sup> SRB selektion för låg eller hög fetthalt i mjölken

I tabell 7 redovisas effekten av laktationsnummer och vägningstillfälle. Effekterna redovisas som differenser till vecka ett i laktation ett.

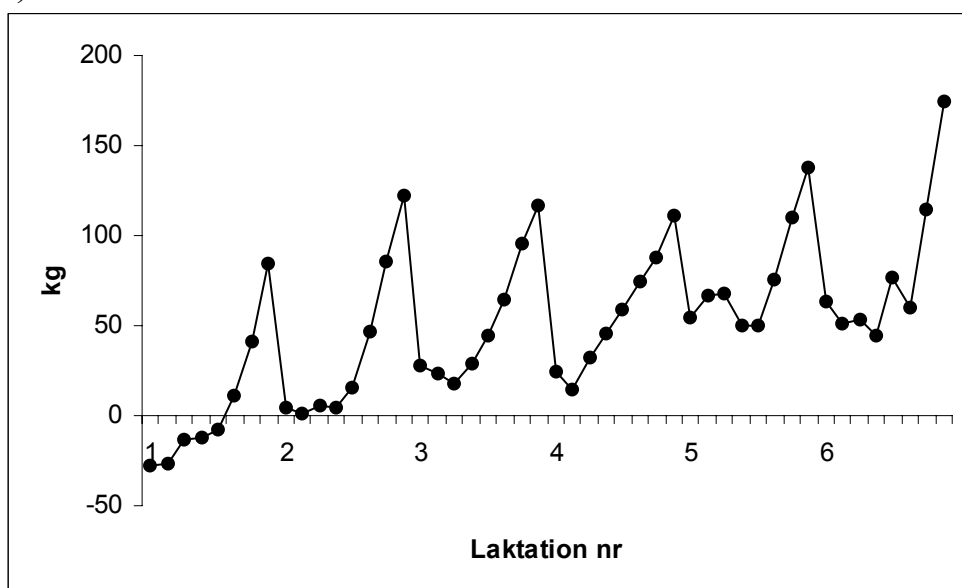
**Tabell 7.** Effekt av laktationsnummer och vägningstillfälle på vikt hos mjölkkor av raserna SRB och SLB. Effekterna redovisas som skillnaden till vecka 1 i laktation 1

Vecka	Laktation					
	1	2	3	4	5	6
1	0	28	60	69	80	99
2	-17	20	40	43	74	45
4	-28	5	28	24	54	63
8	-29	0	20	14	60	51
12	-27	1	23	15	67	51
16	-17	7	25	16	73	40
20	-13	6	18	32	68	53
28	-12	5	29	46	50	44
36	-8	16	44	59	50	77
44	11	47	64	74	76	60
52	41	86	96	88	110	115
60	84	122	117	111	138	174

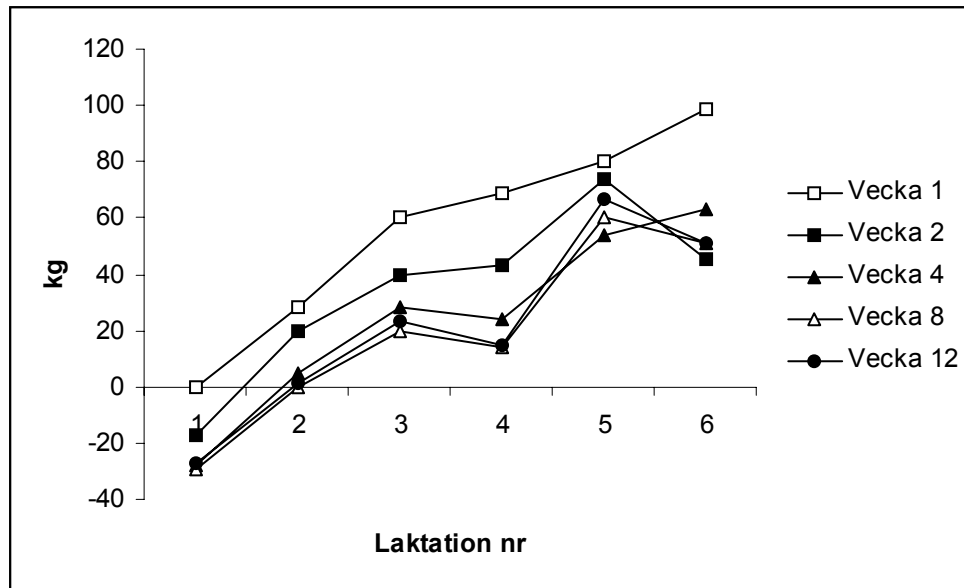
<sup>1)</sup> Standardfel för estimaten varierade för laktation 1, 2, 3 och 4 mellan 29 och 31 kg, för laktation 5 mellan 31 och 40 kg och för laktation 6 mellan 32 och 36 kg.

Viktsförändringen hos mjölkkor av SRB- och SLB-ras under laktationerna ett till sex redovisas dessutom i figur 3a, b och c. Värdena är också här effekterna av laktationsnummer och vägningstillfälle uttryckta som skillnaden till effekten för vecka ett i laktation ett. Av tabell 7 och figur 3 framgår att kroppsvikten ökade med ökat laktationsnummer. För de tre första laktationerna var denna ökning tydlig. Skillnaderna mellan kor i laktation tre och fyra var små. Ett litet antal kor hade uppgifter om vikten under laktationerna fem och sex (2 till 16 kor beroende på vägningstillfälle) och det är svårt att dra några generella slutsatser om viktsutvecklingen under dessa senare laktationer. Den ökning i vikt under laktation 5 och 6, som kan skönjas i figur 3, kan bero att det av någon anledning är de stora korna som finns kvar i de senare laktationerna. Det kan alltså ha förekommit en indirekt selektion för ökad storlek hos djuren. Inom laktation var vikten som högst innan kalvning. Efter kalvning minskade vikten under några veckor (ca 8-12 veckor) för att sedan öka fram till nästa kalvning.

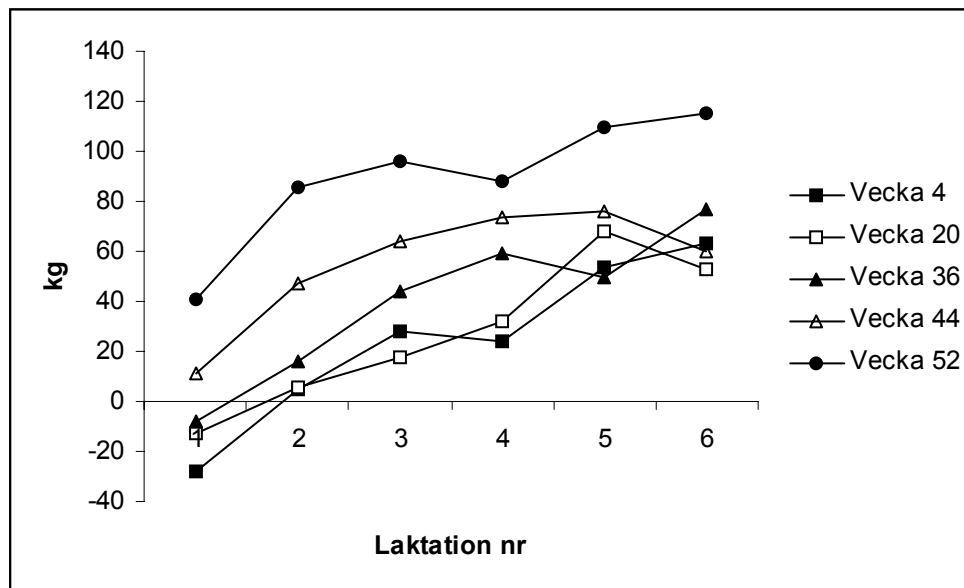
a)



b)



c)



**Figur 3a-c.** Viktsförändring hos kor av SRB- och SLB-ras under laktationerna 1 till 6. Värdena redovisas för laktationsnummer och vägningstillfälle och uttrycks som skillnaden till vecka 1 i laktation 1.

### Bröstomfång och mankhöjd

I tabell 8 redovisas variansanalyserna av bröstomfång och mankhöjd för de bägge raserna separat samt gemensamt. I den gemensamma analysen hade laktationsnummer och selektionslinje/ras signifikanta effekter på bröstomfång. Selektionslinje/ras hade också betydelse för mankhöjden, som ej påverkades av laktationsnummer. År och säsong samt samspelet mellan kalvningsintervall och selektionslinje/ras hade dessutom effekt på mankhöjden.

**Tabell 8.** *Variansanalys av bröstomfång och mankhöjd hos SRB respektive SLB samt gemensamt med de båda raserna*

Effekt	SRB			SLB			Gemensam analys		
	Fg	p-värden		Fg	p-värden		Fg	p-värden	
		Br.om-fång	Mankhöjd		Br.om-fång	Mankhöjd		Br.om-fång	Mankhöjd
Laktationsnr <sup>a</sup>	4	0,0022	0,4621	4	0,0545	0,5814	4	0,0001	0,1352
År och säsong	31	0,5987	0,0143	30	0,7354	0,2880	31	0,3067	0,0003
Kalvningsintervall <sup>b</sup>	1	0,6544	0,9575	1	0,2065	0,9219	1	0,3051	0,7973
Selektionslinje/ras <sup>c</sup>	1	0,1163	0,0275				2	0,0264	<,0001
Lakt.nr och linje/ras	4	0,9927	0,9808				8	0,0757	0,9870
Kalvn.int. och linje/ras	1	0,3307	0,0030				2	0,3444	0,0104
Residualvarians (cm <sup>2</sup> )		54,90	18,23		56,35	15,35		54,18	16,84

a) Laktationerna 5-8 är hopslagna.

b) 12 eller 15 månaders kalvningsintervall.

c) Två linjer i SRB med selektion för hög eller låg fetthalt.

I tabell 9 redovisas för de två raserna minsta kvadratmedelvärden för bröstomfång och mankhöjd under de olika laktationerna. För SRB varierade minsta kvadratmedelvärden för bröstomfång i de två selektionslinjerna mellan 190,0 och 203,3 cm och medelvärdena för mankhöjd mellan 130,5 och 133,7. För SLB varierade medelvärdena för bröstomfång mellan 200,3 och 209,4 cm och för mankhöjd mellan 140,8 och 143,0. Bröstomfånget ökade med åldern medan någon signifikant effekt av ökat laktationsnummer ej kunde visas för mankhöjd. För de SRB-kor som selekterats för låg fetthalt var bröstomfånget (6,6–6,8 cm för de tre första laktationerna) och mankhöjden (1,0-1,3 cm för de tre första laktationerna) större än för de som selekterats för hög fetthalt. I variansanalysen med enbart SRB var effekten av selektionslinje dock ej signifikant för bröstomfång. För SLB var både bröstomfånget och mankhöjden högre än för de två selektionslinjerna inom SRB. Bröstomfånget för SLB var för de tre första laktationerna 9,3-10,3 cm större än bröstomfånget för höglinjen i SRB. Motsvarande siffror för mankhöjd var 9,2-9,3 cm.

**Tabell 9.** *Minsta kvadratmedelvärden<sup>1</sup> för bröstomfång (cm) och mankhöjd (cm) under olika laktationer för mjölkcor av raserna SRB och SLB (resultat från gemensam analys med båda raserna)*

Laktation	SRB				SLB	
	Låglinjen <sup>2</sup>		Höglinjen <sup>2</sup>		Bröstomfång	Mankhöjd
	Bröstomfång	Mankhöjd	Bröstomfång	Mankhöjd		
1	196,8	133,2	190,0	131,6	200,3	140,9
2	198,2	133,8	191,6	132,8	200,9	142,0
3	200,0	133,9	193,2	132,6	202,5	141,8
4	201,0	133,5	190,8	130,5	202,9	140,8
5	203,3	133,7	197,9	132,6	209,4	143,0

<sup>1)</sup> Standardfelen varierade för bröstomfång mellan 3,2 och 3,9 cm och för mankhöjd mellan 0,6 och 1,6 cm.

<sup>2)</sup> Hög- och låglinjen är selekterade för hög respektive låg fetthalt i mjölken.



### ***Samband mellan vikt, bröstomfång och mankhöjd***

I tabell 10 redovisas korrelationerna mellan vikt, bröstomfång och mankhöjd. Den högsta korrelationen på 0,84 erhöles mellan levande vikt och bröstomfång för SLB-rasen. Korrelationen mellan vikt och mankhöjd var lägre (som minst 0,53 för SLB-rasen) än den mellan vikt och bröstomfång. Korrelationen mellan bröstomfång och mankhöjd var även den lägre än korrelationen mellan vikt och bröstomfång, 0,58. I analysen ingick 158 kor av SRB-ras och 98 kor av SLB-ras. Den relativt låga korrelationen mellan levande vikt och mankhöjd för SLB-rasen kan bero på det lägre antalet kor vilket gör resultaten osäkra.

**Tabell 10.** *Korrelationer mellan levande vikt, bröstomfång och mankhöjd beräknade för SRB och SLB separat samt gemensamt för båda raserna*

	Vikt och bröstomfång	Vikt och mankhöjd	Bröstomfång och mankhöjd
SRB	0,83	0,64	0,60
SLB	0,84	0,53	0,58
Gemensam analys	0,83	0,60	0,58

### ***Regressionsanalyser***

I tabell 11 redovisas regressionsanalyserna av levande vikt på bröstomfång respektive mankhöjd samt när både bröstomfång och mankhöjd ingick i analyserna. För varje centimeters ökning av bröstomfånget ökade kroppsvikten med 6,1 kg för SRB-rasen och 6,0 kg för SLB-rasen. För varje centimeters ökning av mankhöjden ökade kroppsvikten med 8,3 kg resp. 7,2 kg. Regressionskoefficienterna för bröstomfång (5,0 för SRB och 5,7 för SLB) var något lägre och för mankhöjd (3,0 för SRB och 1,0 för SLB) betydligt lägre när båda måtten ingick i analyserna. Djur- och residualvarianserna var högre vid beräkningar med mankhöjd än med bröstomfång.

**Tabell 11.** Regressionsanalys av levande vikt på bröstomfång, mankhöjd samt på kombinationen av dessa för SRB och SLB

	Enbart linjär regression i modellen				Linjär och kvadratisk regr. Bröstomfång
	Bröstomfång		Mankhöjd		
	Multipel analys				
	Bröstomfång	Mankhöjd	Bröstomfång	Mankhöjd	
<i>SRB</i>					
Linjär regr.koeff.	6,1	8,3	5,0	3,0	-0,73
Kvadr. regr.koeff.					0,02
Residualvarians	934	1709		832	935
Förklaringsgrad, R <sup>2</sup>	0,79	0,61		0,81	0,79
<i>SLB</i>					
Linjär regr.koeff.	6,0	7,2	5,7	1,0	-8,05
Kvadr. regr.koeff.					0,04
Residualvarians	841	2073		837	840
Förklaringsgrad, R <sup>2</sup>	0,81	0,53		0,81	0,81
<i>SRB och SLB i gemensam analys</i>					
Linjär regr.koeff.	6,0	7,8	5,2	2,3	1,8
Kvadr. regr.koeff.					0,01
Residualvarians	905	1816		846	906
Förklaringsgrad, R <sup>2</sup>	0,80	0,60		0,81	0,80

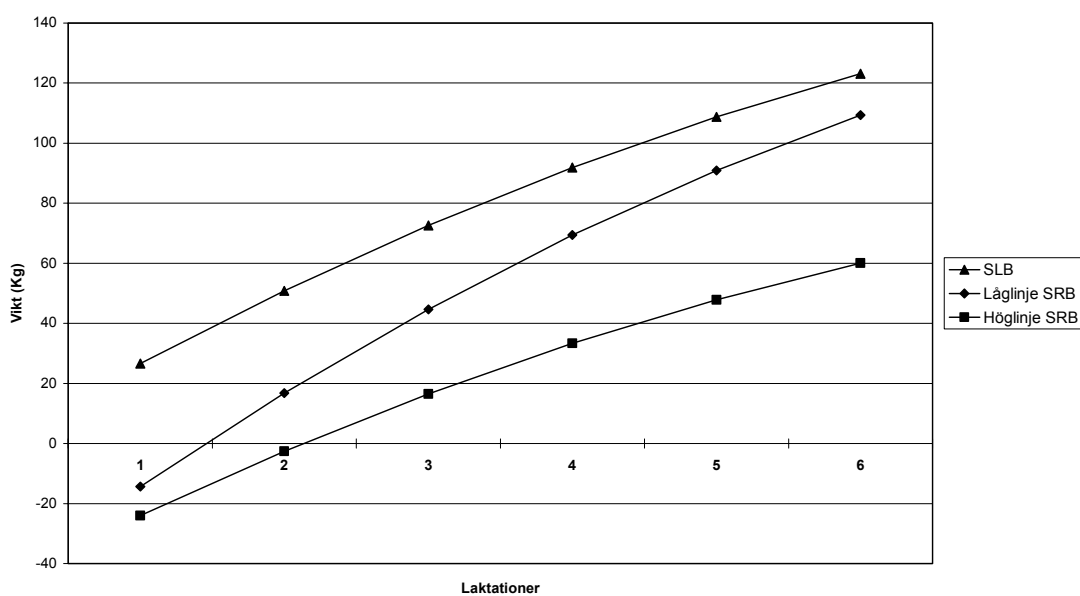
Den utifrån regressionskoefficienterna för bröstomfång beräknade levande vikten för förstalaktationskor av SRB- resp. SLB-ras framgår av tabell 12. Som jämförelse finns även Svensk Mjölks tabellmätt (2005) redovisade i samma tabell. Som framgår av tabellen ligger de beräknade vikterna i vår studie generellt högre jämfört med Svensk Mjölks tabell.

**Tabell 12.** Kroppsvikt i kg för kor av SRB- och SLB-ras beräknad med ledning av linjär respektive linjär och kvadratisk regression på bröstomfång och som jämförelse enligt tabell från Svensk Mjolk (2005).

Bröstomfång, cm	Linjär regression		Linjär o kvadr. regr.		Svensk Mjolk	
	SRB	SLB	SRB	SLB	SRB	SLB
175	477	465	477	455	418	410
180	506	497	506	479	451	443
185	535	530	534	505	486	478
190	563	562	563	533	522	514
195	592	594	592	562	560	550
200	621	626	620	594	599	591
205	650	658	649	628	640	631
210	678	690	678	664	682	674
215	707	722	707	702	726	717

Viktsutvecklingen för SLB samt för SRB selekterade för låg- respektive hög fetthalt i mjölken åskådliggörs med en regressionslinje av kornas vikt över laktationsnummer i figur 4. Av figuren framgår att för SLB och för SRB-kor, som selekterats för hög fetthalt är hastigheten i viktsökningen med ökad ålder ungefär densamma medan för SRB-kor, som selekterats för låg fetthalt, är viktsökningen snabbare.

**Figur 4.** Regressionslinjer av levande vikt över sex laktationer för SLB, samt för SRB selekterade för låg- respektive hög fetthalt i mjölken



## DISKUSSION

Om man jämför de okorrigerade vikterna för den svenska SLB-rasen i denna studie med beräkningar gjorda av Koenen (2001), på holländska Holstein-Friesian kor kan man se att SLB-korna genomgående var tyngre. Skillnaderna mellan korna i de två studierna minskade med ökat laktationsnummer. Resultaten påverkas av inkalvningsålder och hur kraftig uppfödningensintensitet som varit. Inkalvningsåldrarna var i Koenens studie lägre än i vår studie. Därutöver påverkas resultaten av hur ofta korna vägts under laktationerna, när i laktationerna vägningarna gjorts och hur många kor som deltagit i studien. De holländska korna ökade endast med 10 kg från tredje kalvningen och uppåt medan SLB-korna i denna studie ökar med 47 kg från tredje kalvning till femte kalvning.

En annan studie på rasskillnader i vikt gjord av Hietanen och Ojala (1995), med finsk Ayrshire och Friesian kor, visade på att Ayrshire-korna genomgående var lättare än de Friesiska. Viktsskillnaderna mellan raserna ökade från 14 kg vid första laktationen till 30 kg vid den tredje laktationen. Jämför man deras resultat med de okorrigerade vikterna i föreliggande studie ser man att skillnaderna mellan olika laktationer inte är lika stora som i deras studie (från 48 kg i första laktationen till 55 kg i tredje laktationen). I den finska studien var skillnaderna större mellan första och andra laktationen (30 kg för Ayrshire- och 40 kg för Friesian kor) än mellan andra och tredje laktationen (22 kg respektive 27 kg). Detta, menade Hietanen och Ojala, skulle peka på

att mjölkkor inte når sin vuxenvikt förrän vid en ålder av fyra-fem år. Föreliggande studie visade liknande resultat för SRB medan skillnaderna mellan laktationer för SLB däremot var betydligt mindre. Mellan första och andra laktationen var skillnaderna 38 kg för SRB och 32 kg för SLB medan skillnaderna mellan andra och tredje laktationen var 16 kg för SRB och 29 kg för SLB. Vad som är intressant med denna studie är att skillnaderna mellan fjärde och femte laktationen visade sig vara minst lika stor som skillnaden mellan första och andra laktationen för bägge raser (41 kg för SRB och 34 kg för SLB). Antalet observationer minskar dock rejält med högre laktationsnummer och stora variationer fanns mellan individer vilket gör att värdena för dessa blir osäkra. Exempelvis hade SLB i laktation sex totalt endast 26 observationer.

Koenen (2001) studerade slaktvikterna för holländska Holstein-Friesian kor. I den studien var beräknad medelvikt under första laktationen runt 91 % av medelvikten under tredje laktationen. För andra laktationen låg medelvikten runt 97 % av medelvikten under tredje laktationen. Dessa siffror överensstämmer med de siffror som tagits fram i denna studie där medelvikten under första laktationen för SLB var runt 91 % av medelvikten under tredje laktationen. För andra laktationen låg medelvikten runt 96 % av medelvikten i tredje laktationen.

Vid variansanalys av vikterna hade kalvningsintervall (12- eller 15 månaders intervall), vägningstillfälle, selektionslinje (hög- respektive låg fetthalt i mjölken), ras samt år och säsong signifikant betydelse för vikten. Detta visar att vikten påverkas av många olika faktorer som man måste ha i beaktande vid t.ex. skötsel och foderstat. Som väntat visade sig SLB korna vara tyngre än SRB korna under alla laktationer och viktsskillnaden var i genomsnitt 45kg. Ett intressant resultat var att SRB korna selekterade för låg fetthalt var tyngre än de som selekterats för hög fetthalt. En hög fetthalt i mjölken kräver troligtvis att korna mobiliserar mer av sina kroppsreserver. Dessa resultat stämmer överens med studier av kor från en annan av SLUs besättningar som ingår i selektionsförsöket (Åkerlind, 1999; Agenäs, 2002). Variansanalys av bröstomfång visade på signifikanta effekter för laktationsnummer samt för selektionslinje/ras, men endast då bägge raserna analyserades gemensamt. Variansanalys av mankhöjd visade att det endast fanns små skillnader i mankhöjd mellan de bägge selektionslinjerna medan linjerna skilde sig mer i bröstomfång (6,6-6,8 cm under de tre första laktationerna) Signifikanta effekter av år och säsong, selektionslinje/ras och samspelet mellan kalvningsintervall och selektionslinje/ras erhöles för mankhöjd.

Enligt litteraturen är bröstomfång det kroppsmått som har högst korrelation med kroppsvikten med värden mellan 0,77 och 0,98 (Gravir, 1967; Pönniäinen, 1989; Sørensen & Foldager, 1991; Heinrichs *et al.*, 1992; Koenen & Groen, 1998). Även i denna studie var korrelationen mellan bröstomfång och vikt (0,83-0,84) högre än korrelationen mellan kroppsvikten och mankhöjd (0,53-0,64). Anledningen till att korrelationerna var förhållandevis låga kan bero på att vägningarna och mätningarna i regel inte gjordes vid samma tidpunkt. Även längden på intervallet för vägningar och mätningar kan vara en bidragande orsak (68-95 respektive 58-109 dagar efter kalvning) samt det låga antalet observationer, speciellt under senare laktationer. Enligt Gallo *et al.* (2001), borde en enda mätning av bröstomfånget per ko och laktation vara tillräcklig för ett tillförlitligt resultat. Däremot måste man korrigera de enstaka mätningarna till tiden då de utfördes. Dessa problem undviks ofta i många studier genom att mäta alla korna under samma laktationsstadie, oftast direkt efter kalvning (Sieber *et al.*, 1988; Hietanen & Ojala, 1995).

Regressionsanalyser av kroppsvikten på bröstomfånget respektive mankhöjden visade att för varje centimeters ökning av bröstomfånget ökade kroppsvikten med 6,1 kg för SRB och 6,0 kg för SLB. För varje centimeters ökning av mankhöjden ökade kroppsvikten med 8,3 kg resp. 7,2 kg.. Variationen inom djur minskade då bröstomfånget var med i analysen. Då båda måtten utnyttjades dominerar effekten av bröstomfång.

Det vore intressant att genomföra en större studie på de svenska mjölkkoraserna eftersom resultaten i denna studie inte alltid överensstämmer med litteraturen. Speciellt intressant är att korna i denna studie inte så tydligt verkar ha slutat öka i vikt vid fyra till fem års ålder. Vad detta innebär är svårt att veta eftersom viktökningen kan bero på att korna endast lägger på hullet p.g.a. högre konsumtionsförmåga och bättre foder. Det är även möjligt att den viktsökning som kunde skönjas under laktation 5 och 6 beror på att det är de stora korna som blivit kvar i de senare laktationerna. Däremot är det tydligt att de är färdigvuxna med hänsyn till mankhöjd redan i laktation 2-3.

Agenäs (2002) fann också att kroppsvikten var högre för låglinjens kor och konstaterade därför att låglinjens kor var större och åt bättre, men att detta skulle vara intressant att verifiera med t.ex. bröstomfångsmätningar. Denna studie verifierar att låglinjen var större. Differensen i vikt mellan selektionslinjerna var dock större än vad differenserna i exteriörmåtten skulle innebära omräknat i vikt skillnad. Baserat på vägningar skiljde sig linjerna genomsnittligt med 90 kg. Skillnaderna mellan linjerna i bröstomfång motsvarar en med hjälp av regressionskoefficienterna beräknad levande vikt på ca 40 kg. Detta resultat tyder på att höglinjen verkligen mobiliserade mer från sina kroppsreserver.

Vid samma bröstomfång är korna i föreliggande studie generellt tyngre jämfört med de angivna vikterna i Svensk Mjölks tabell. Inom bröstomfångsintervallet från 190-200 cm varierar differensen mellan 3 och 48 kg. Skillnaden är något större vid de lägre bröstomfångsmåtten. Vid de högsta bröstomfångsmåtten är dock den beräknade vikten något lägre i vår studie jämfört med Svensk Mjölks tabell. Fler studier skulle behöva genomföras för att verifiera sambanden i vår studie då resultaten är behäftade med viss osäkerhet genom att vägningar och mätningar inte gjordes exakt samtidigt och genom att materialet blev relativt begränsat.

## SUMMARY

### **Live-weight at different ages for Swedish Holsteins (SLB) and for the Swedish Red and White Breed (SRB), and the correlation to heart girth and height at withers.**

The aim of this investigation was to study the live-weight changes and mature weight for the Swedish Red and White Breed (SRB) and for Swedish Holsteins (SLB), and to estimate the correlations between body weight and body measurements such as heart girth and height at withers, respectively. The material used was from one of the experimental dairy herds (Jälla) of the Swedish University of Agricultural Science. It included recordings on 293 dairy cows with information from 7142 weight occasions and recordings on 275 dairy cows with information of 557 heart girth measurements and 560 measurements of height at withers. The registrations were done during 1993-2002.

There was a large variation in live weight between cows in different ages and lactation stages. SLB cows were on average over all lactations 45 kg heavier than SRB. The difference between the highest and lowest body weight within each breed was 450 kg, respectively. Calving interval (12- or 15 months interval), weighing occasion, selection line (high- or low milk fat content) and year and season had a significant influence on body weight.

The live-weight increased with increasing lactation number. This was especially clear for the first 3 lactations. The difference between lactation 3 and 4 was small. For lactations 5 and 6 any general conclusion was more difficult to make due to the low number of cows (2 to 16 cows depending on weight occasion). Possibly a tendency for a lower weight in lactation 6 could be seen. In general, the live weight was highest before calving. After calving it decreased a few weeks (8-12 weeks) and then increased again until next calving.

The heart girth increased with age of cow and SLB cows were on average bigger than SRB cows. The corrected means for heart girth from the lactations 1-8 were for the SRB breed 190-203 cm and for the SLB breed 200-209 cm. Lactation number and selection line significantly influenced heart girths. Height at withers was relatively constant during the different lactations for both breeds. A corrected average for height at withers during the lactations 1-8 were for SRB 131-134 cm and for SLB 141-143 cm. Significant effects of year and season, selection line and the interaction between calving interval and selection line was obtained. A regression analysis of body weight on heart girth showed that for each cm increase of the hearth girth the body weight of SRB increased with 6.0 kg and for SLB with 6.1 kg. The regression analysis of body weight on height at withers showed that for each cm increase of height at withers the body weight increased with 8.3 kg for SRB and 7.2 kg for SLB.

The high milk fat selection line was slightly smaller in heart girth (6.6 – 6.8.cm in the first three lactations) compared with the low fat line and weighed on average 90 kg less than the low fat line. This weight difference is larger than can be calculated from the regression analysis of body weight on heart girth which would correspond to a weight of about 40 kg. This might strengthen the hypothesis that the high line, mobilize more from their fat deposits to produce their milk.

The correlations between body weight and the two conformation traits over the 6 lactations were calculated by breeds separately as well as jointly. The highest correlations were obtained for body weight and heart girth (0.83-0.84). The correlations between body weight and height at withers were lower (0.53-0.64). The correlation increased only marginally when using both heart girth and height at withers. The correlation between heart girth and height at withers varied between 0.58 and 0.60.

## LITTERATURFÖRTECKNING

- Agenäs, S. 2002. Regulation of milk production in cows selected for different milk fat content with special reference to transition periods. PhD thesis. *Agraria 33B*. SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård, 75 007 Uppsala.
- Ahlborn, G. & Dempfle, L. 1992. Genetic parameters for milk production and body size in New Zealand Holstein-Friesian and Jersey. *Livest. Prod. Sci.*, 31, 205-219.
- Badh, M. 1981. *Samband mellan bröstomfång och mjölkavkastning under första laktationen*. Examensarbete nr 89. Institutionen för husdjursförädling och sjukdomsgenetik. Sveriges Lantbruksuniversitet, 75 007 Uppsala.
- Bereskin, B. & Touchberry, R.W. 1967. Some effects of pregnancy on body weight and paunch girth. *J. Dairy Sci.* 50, 220-224.
- Berge, S. 1977. On the estimation of weight and increase of weight by means of the chest girth in Norwegian Red cattle at the Agricultural University at Ås, Norway in the years 1972 and 1974. *Acta Agric. Scand.* 27, 65-67.
- Berglund, B. & Danell, B. 1987. Live weight changes, feed consumption, milk yield and energy balance in dairy cattle during the first period of lactation. *Acta Agric. Scand.* 37, 495-509.
- Bines, J.A. 1976. Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production. *Livest. Prod. Sci.* 3, 115-128.
- Butler, W.R. & Smith, R.D. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72, 767-783.
- Fischer, A.V. 1975. The accuracy of some body measurements on live beef steers. *Livest. Prod. Sci.* 2, 357-366.
- Gallo, L., Carnier, P., Cassandro, M., Dal Zotto, R. & Bittante, G. 2001. Test-day genetic analysis of condition score and heart girth in Holstein Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2321-2326.
- Gravir, K. 1967. Studies on different body measurements as estimators of live and carcass weight in young NRF bulls. *Acta Agric. Scand.* 17, 217-227.

- Hagger, C. & Hofer, A. 1991. Phenotypic and genetic relationships between wither height, heart girth and milk yield in the Swiss Braunvieh and Simmental breeds. *Livest. Prod. Sci.* 28, 265-271.
- Heinrichs, A.J. & Hargrove, G.L. 1987. Standards of weight and height for Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 70, 653-660.
- Heinrichs, A.J., Rogers, G.W. & Cooper, J.B. 1992. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. *J. Dairy Sci.* 75, 3576-3581.
- Hietanen, H. & Ojala, M. 1995. Factors affecting body weight and its association with milk production traits in Finnish Ayrshire and Friesian cows. *J. Anim. Sci.* 45, 17-25.
- Koenen, E.P.C. & Groen, A.F. 1998. Genetic evaluation of body weight of lactating Holstein heifers using body measurements and conformation traits. *J. Dairy Sci.* 81, 1709-1713.
- Koenen, E.P.C., Groen, A.F. & Gengler, N. 1999. Phenotypic variation in live weight and live-weight changes of lactating Holstein-Friesian cows. *J. Animal Sci.* 68, 109-114.
- Koenen, E.P.C. 2001. *Selection for body weight in dairy cattle*. PhD thesis, Animal Breeding and Genetics Group, Wageningen University, The Netherlands.
- Lin, C.Y., Lee, A.J., McAllister, A.J., Batra, T.R., Roy, G.L., Vesely, J.A., Wauthy, J.M. & Winter, K.A. 1987. Intercorrelations among milk production traits and body and udder measurements in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 70, 2385-2393.
- McDaniel, B.T. & Legates, J.E. 1965. Association between body weight predicted from heart girth and production. *J. Dairy Sci.* 48, 947-956.
- Nylund, K. 1989. *Svensk och Amerikansk Lågländ – en rasgruppjämförelse på Kungsängen och Alnarp med avseende på mjölkavkastning, reproduktion, kroppsmaått, hälsotillstånd och slaktdata*. Examensarbete nr 143. Institutionen för husdjursförädling och sjukdomsgenetik. Sveriges Lantbruksuniversitet, 75 007 Uppsala.
- Philipsson, J. 1998. Hotet mot svenska husdjursraser – SRB och SLB i ett internationellt avelsperspektiv. *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift, årgång 137, nr 17*, 19-27. Stockholm.
- Pönniäinen, P. 1989. *Metoder att skatta levande vikten på SRB-kvigor*. Examensarbete nr 16. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges Lantbruksuniversitet, 75 007 Uppsala.
- SAS Institute Inc., 2000. SAS version 8.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.



- Sieber, M., Freeman, A.E. & Kelley, D.H. 1988. Relationships between body measurements, body weight, and productivity in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71, 3437-3445.
- Silvey, M.W. & Haydock, K.P. 1978. A note on the live-weight adjustment for pregnancy in cows. *Animal Prod.* 27, 113-116.
- Sørensen, J.T. & Foldager, J. 1991. Effect of breed and plane of nutrition on the estimation of live weight by heart girth in dual purpose heifers. *Acta Agric. Scand.* 41, 161-169.
- Spörndly, R. 1993. *Fodertabeller för idisslare 1993*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Speciella skrifter 52. Uppsala.
- Svensk Mjölk, 2004. Husdjursstatistik T-nr 2603. Svensk Mjölk, 631 84 Eskilstuna.
- Syrstad, O. 1966. Studies on dairy herd records, IV. Estimates of phenotypic and genetic parameters. *Acta Agric. Scand.* 16, 79-96.
- Touchberry, R.W. & Batra, T.R. 1976. Body weight changes in lactating purebred and crossbred dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59, 733-743.
- Veerkamp, R.F. 1998. Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: A review. *J. Dairy Sci.* 81, 1109-1119.
- Villa-Godoy, A., Hughes, T.L., Emery, R.S., Chapin, L.T. & Fogwell, R.L. 1988. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71, 1063-1072.
- Åkerlind, M. 1999. Milk composition and metabolism of cows selected for high or low milk-fat concentration. PhD thesis. *Agraria 171*. SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård, 75 007 Uppsala.

**Personliga meddelanden från:**

Product Manager A. Wickberg, 021028. Delaval International AB

Affärsområdeschef M. Emanuelson 050207. Svensk Mjölk.