

Förutsättningar för korsningsavel av mjölkkor i Finland

Madelene Lindqvist

Examensarbete för Agrolog (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för landsbygdsnäringsarna
Raseborg 2012



EXAMENSARBETE

Författare: Madelene Lindqvist

Utbildningsprogram och ort: Utbildningsprogrammet för landsbygdsnäringarna,
Raseborg

Inriktningalternativ/Fördjupning: Husdjur

Handledare: Dina Johansson

Titel: Förutsättningar för korsningsavel av mjölkkor i Finland

Datum: 7 maj 2012

Sidantal: 59

Bilagor: 1

Sammanfattning

Detta arbete är en litteraturstudie över förutsättningarna för korsningsavel av mjölkkor i Finland. Arbetet baseras på litteratur, artiklar och avhandlingar som berör ämnet.

Bakgrunden till arbetet är ett ökat intresse för korsningsavel med mjölkkor under de senaste åren, främst till följd av en högre inavelsgrad hos den dominerande mjölkrasen Holstein. Den höga inavelsgraden har lett till nedsatt fertilitet där det är svårare att få korna dräktiga. Korna får även större kalvar, vilket leder till svårare kalvningar och mera dödfödselar. Den produktiva livslängden hos korna har blivit allt kortare.

I arbetet framförs rotationskorsning som en lämplig lösning på problemen för mjölkkor. För att upprätthålla en hög andel heterosis skulle rotationskorsning med tre raser vara att föredra. Som komplement till Ayrshire och Holstein, föreslås Dansk Jersey. Dansk Jersey föds upp och avelsvärderas i nordiska förhållanden, och är längre ifrån Ayrshire och Holstein i släktskap än vad exempelvis den svenska SRB:n är. Montbeliarde skulle även teoretiskt sett kunna användas för att minska storleksskillnader mellan korsningarna.

Språk: svenska

Nyckelord: korsningsavel, heterosis, mjölkko

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Madelene Lindqvist

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma,
Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Kotieläintuotanto

Ohjaajat: Dina Johansson

Nimike: Risteytysjalostuksen mahdollisuudet lypsylehmillä Suomessa/ Förutsättningar för korsningsavel av mjölkkor i Finland

Päivämäärä: 7 toukokuuta 2012

Sivumäärä: 59

Liitteet: 1

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on kirjallisuuskatsaus, jonka aiheena on lypsylehmien risteytysjalostuksen mahdollisuudet Suomessa. Työ pohjautuu aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen, artikkeleihin sekä tutkimuksiin.

Työn taustalla on viime vuosina kasvanut kiinnostus lypsykarjan risteytysjalostusta kohtaan, mikä on lähinnä seurausta hallitsevan lypsykarjarodun Holsteinin kasvavasta sisäsiitoksesta. Korkea sukusiitoksen määrä on vähentänyt hedelmällisyyttä, joten on vaikeampi saada lehmät tiineiksi. Lehmät saavat myös suurempia vasikoita, minkä johdosta poikiminen vaikeutuu ja keskenmenot yleistyvät. Tuottavien lehmien elinikä on yhä lyhyempi

Työssä nostetaan esiin, että rotaatoristeytys olisi suositeltu ratkaisu lypsylehmille. Jotta saadaan pidettyä korkea osa heteroosis (risteytyselinvoima), olisi suositeltavaa käyttää kolme rotuja rotaatoristeyksessä. Jerseyä ehdotetaan täydentämään Ayrshireä ja Holsteina. Tanskan Jerseyä kasvatetaan ja sen jalostusarvo määritellään pohjoismaisissa olosuhteissa. Se on kauempana Ayrshiren ja Holsteinin sukulaisuudesta kuin esimerkiksi Ruotin SRB:t. Montbeliardea voitaisiin myös teoriassa käyttää vähentämään risteytyksien kokoeroja.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: risteytysjalostus, heteroosis, lypsylehmä

BACHELOR'S THESIS

Author: Madelene Lindqvist

Degree Programme: Agriculture

Specialization: Animal Husbandry

Supervisor: Dina Johansson

Title: Possibilities for Crossbreeding Dairy Cattle in Finland/ Förutsättningar för korsningsavel av mjölkkor i Finland

Date: May 7th 2012

Number of pages: 59

Appendices: 1

Summary

This thesis is a study of what the possibilities for crossbreeding dairy cattle would be in Finland. The thesis is based on literature, articles and theses that involve the subject.

Crossbreeding dairy cattle has gained a lot of ground during the past years, the main reason being the high level of inbreeding in the dominant Holstein breed. A high inbreeding level has led to reduced fertility, where intervals between pregnancies become longer and longer. The productive life of the cows has also shortened.

In the thesis rotational crossbreeding is considered a suitable solution to the dairy cows' problem. To maintain a high level of heterosis, rotational crossing of three different breeds would be the best option. As a complement to Finnish Ayrshire and Holstein, Danish Jersey is proposed. Danish Jersey is bred and evaluated in Nordic conditions, and is not very closely related to Ayrshire and Holstein, as e.g. the Swedish SRB. Monbeliarde could theoretically be used to reduce size differences between the crossings.

Language: Swedish

Key words: crossbreeding, heterosis, dairy cattle

Innehållsförteckning

Ordlista

Rasförkortningar

1	Inledning.....	1
2	Syfte och problemprecisering.....	2
2.1	Bakgrund.....	2
2.2	Syfte.....	3
2.3	Mål.....	3
2.4	Avgränsning.....	3
3	Avel.....	4
3.1	Aveln idag.....	5
3.2	Lantbrukaren och avel.....	6
4	Viktiga begrepp inom avel.....	7
4.1	Genotyp/fenotyp.....	7
4.2	Kvalitativa egenskaper.....	8
4.3	Kvantitativa egenskaper.....	8
4.4	Arvbarhet.....	8
4.5	Genetiska korrelationer.....	9
4.6	Selektion.....	10
4.6.1	Avelsvärdering i praktiken.....	11
4.6.2	Genomisk avelsvärdering.....	12
4.7	Avelsvärde.....	12
4.7.1	Avelsindex.....	12
5	Renrasavel.....	13
5.1	Inavel.....	13
5.1.1	Genetisk drift.....	14
5.1.2	Inavelsdepression.....	14
6	Korsningsavel.....	15
6.1	Heterosis.....	16
6.1.1	Olika typer av heterosis.....	18
6.1.2	Korsningssystem.....	19
6.2	Korsningsraser.....	22
7	Korsningsavel hos mjölkkor.....	24
7.1	Mjölkkastning.....	26
7.2	Mjölakens sammansättning, fett- och proteinhalt.....	27
7.3	Andel mastit hos korsningar.....	29

7.4	Fruktsamhet och dödfödslar hos korsningar	30
7.4.1	Fruktsamhet	30
7.4.2	Dödfödslar	32
7.5	Livslängd och hållbarhet	34
7.6	Heterosis ur ett ekonomiskt perspektiv	35
8	Korsningar ute i världen	38
8.1	Nya Zeeland	38
8.2	USA: Kalifornienprojektet.....	39
8.3	Danmark.....	40
9	Finlands mjölkpopulation	42
9.1	Historia.....	42
9.2	Ayrshire	43
9.3	Holstein.....	43
9.4	Finsk boskap.....	44
9.5	Jersey.....	44
10	Resultat.....	45
11	Diskussion	49
12	Erfarenheter på den egna hemgården.....	51
	Källförteckning	54
	BILAGA 1	

ORDLISTA

Additiv	Varje enskild gen ger ett bidrag till en viss egenskap
Allel	Variant av en gen
Allelfrekvens	Proportionen av alla alleler i en population
Anlag	Gen, d.v.s. en beskrivning av ett visst protein
Arvbarhet (h^2)	Ärftlighet, anger hur stor del av den fenotypiska variationen som beror på genetisk variation. Anges som ett värde mellan 0 och 1.
Autosom	Alla kromosomer utom könscellerna, se även <i>somatisk</i>
Artificiell insemination	Sädesöverföring på konstlad väg
Avelsvärde	Det additiva genetiska värdet hos en individ. Ett djurs "sanna" avelsvärde kan inte mätas direkt, men det kan uppskattas med hjälp av olika informationskällor såsom djurets egen fenotyp och dess släktingars
BLUP	"Best linear unbiased prediction". En statistisk modell för att förutsäga ett djurs avelsvärde
Diploid	Alla kromosomer i par (alla autosomer är diploida)
Dominans	En allel maskerar helt uttrycket av en annan allel, vid samma locus, t.ex. svart pälsfärg hos nötkreatur
Dystosi	Kalvningssvårigheter
Embryo	Anlag till foster
Embryoöverföring	Ett embryo överförs från livmodern hos ett givardjur till livmodern hos ett mottagardjur
Epistasi	En allel vid ett visst locus, påverkar uttrycket av en allel vid ett annat locus
Fenotyp	Fysisk individ, uttrycket påverkas av: genotyp + miljö
Fertilitet	Fruksamhet, förmåga att fortplanta sig
Fitness	Reproduktiv förmåga hos en individ. Fitness reduceras genom inavel
F ₁	Första avkomme-generation
F ₂	Andra avkomme-generation
Gamet	En könscell – spermie en hos hanen, ägg hos honan
Generationsintervall	Föräldrarnas ålder i medeltal när deras avkomma föds

Genetisk drift	Chansen för slumpmässiga ändringar i allelfrekvensen, medför att vissa gener slumpmässigt försvinner ur populationen
Genetiskt framsteg	Ackumulation av gynnsamma egenskaper över en tid, fås bara vid renrasavel
Genetisk variation	Förekomst av genetiskt olika individer i en population
Genotyp	Kombinationen av gener eller alleler som en individ ärver
Haploid	Kromosomerna förekommer enskilda (gametrarna är haploida)
Heterosis	Korsningsvitalitet, påverkar närmast fertilitet och livskraft
Heterozygot	Individ som bär på två olika kopior av en allel vid ett viss locus (t.ex. Rr)
Homozygot	Individ som bär på samma allel vid ett visst locus (t.ex. RR)
Inavel	Parning av nära besläktade djur
Inavelsdepression	Nedgången i fenotypen (speciellt i egenskaper som associeras med fitness, såsom reproduktionsförmåga och sjukdomsresistens) som en konsekvens av inavel
Inavelskoefficient	Ett sätt att mäta andelen inavel, definieras som sannolikheten att två alleler vid samma locus är identiska genom arv
Intermediär	”Mellanform”
Kromosom	Strukturer som finns i kärnan av alla celler. Består av DNA, och innehåller gener. Kromosomer finns i dubbel uppsättning i kroppscellerna, men bara i en enkel uppsättning i gametrarna. Nötkreatur har 30 par kromosomer.
Könssorterad sperma	Sperma som sorterats så att varje dos innehåller största delen gameter antingen med X- eller Y-kromosomer.
Laktation	Mjölktillagningsperiod, efter första kalvning inleds den första laktationen, efter andra kalvning den andra osv.
Letal	Dödlig
Locus (pl. loci)	Genens/allelens plats på kromosomen
Mastit	Juverinflammation
Maternell	Moderlig
Mortalitet	Dödlighet
Neonatal	Nyfödd
Ovulation	Ägglossning
Paternell	Faderlig

Pleiotropi	En allel vid ett visst locus påverkar flera egenskaper
Population	Alla individer av samma art som finns i ett visst område
Recessiv	Vikande allel
Selektion	Urval, det urval som utförs av människan kallas artificiell selektion
Somatisk cell	Alla celler utom könscellerna
Subletal	Varierande grad av livskraftsnedläggning, t.ex. vid födseln
Superovulation	Ökning av antalet ovulerade ägg genom hormonbehandling
Tonus	Muskelspänning
Utmönstringsnivåer	Andel djur som utmönstras
Vitalitet	Livskraft

Källor: Castle & Watkins 1979; Einarsson m.fl. 1987; Berglund & Philipsson, 1993; Simm, 1998; Svenska Akademiens ordlista, 1998; Kirkpatrick, 1999; Philipsson, 2012a.

RASFÖRKORTNINGAR

AY	Ayrshire
BW	Brown Swiss
FAY	Finsk Ayrshire
FBK	Finsk Boskap
HOL	Holstein
GU	Guernsey
JER	Jersey
NFB	Nord-finsk boskap
NLF	Nederländsk Holstein
SLB	Svensk Holstein
SRB	Svensk Röd Boskap
VFB	Väst-finsk boskap
ÖFB	Öst-finsk boskap ("kyyttö")

1 Inledning

Korsningsavel är på uppgång inom dagens mjölkproduktion. I tiotals år har man sett goda resultat av korsningar inom svinproduktionen, fjäderfäindustrin och dikoproduktionen. Inom mjölkproduktionen har korsningsaveln dock aldrig tillämpats i större skala, annat än att man har inseminerat med en köttras på de sämre korna som man inte ämnar avla vidare på. Att korsningsavel inte har slagit igenom hos mjölkkor har till stor del berott på den låga fertiliteten hos nötkreaturen, långa generationsintervall och att produktions- och avelsdjur ofta är desamma. (Ericson, 1987; Simm, 1998; FAO, 2007).

Studier gjorda under senare år pekar dock på att korsningsavel skulle kunna tillämpas med goda resultat även på mjölkkor. Dessutom har Holstein, den dominerande rasen inom mjölkproduktion, de senaste åren haft problem med inavel. I dagens produktionssystem som går mot större enheter med mindre tid för varje djur, krävs det en mjölkko som är robust och mer eller mindre ”sköter sig själv”. Det ställs således höga krav på djuren, både när det gäller avkastning, men också på hälsa och fertilitet. (Buckley, 2006).

I detta arbete ges en kort introduktion i avel och viktiga begrepp inom avel. Därefter går det noggrant igenom skillnaden mellan renrasavel och korsningsavel. Detta stöder genomgången av studierna av korsningseffekterna för mjölkavkastning, fett- och proteinhalt, mastit, fruktsamhet och dödfödslar. Efter detta ges exempel från korsningsavel i tre olika länder för att belysa hur det gjorts rent praktiskt. De viktigaste delarna för lantbrukarna är nog korsningsavelns betydelse för ekonomin, resultat- och diskussionsdelen, som visar vilka möjligheter men även begränsningar korsningsavel kan ha. Då mitt intresse för korsningsavel började på den egna hemgården avslutas arbetet med reflektioner och egna erfarenheter av detta.

2 Syfte och problemprecisering

2.1 Bakgrund

Intresset för korsningsavel för mjölkkor har ökat under de senaste åren. Flera studier har gjorts i ett flertal länder för att undersöka korsningseffekter och ifall korsningarna skulle vara bättre än de renrasiga mjölkdjuren.

Orsaken till att korsningsavel inte använts i större utsträckning hos mjölkkor är dels att branschen är ganska traditionell och dels på grund av att korsningar inte överträffat Holstein (tidigare kallad Holstein frisisk) i mjölkavkastning. Mjölkkor har låg reproduktionsförmåga (≤ 1 avkomma/år), ett långt generationsintervall och det individuella djuret har ett relativt högt värde (Swalve, 2007). Holsteinpopulationen har försämrats under åren med en kortare produktiv livstid, s.k. livstidsproduktion, och även en högre grad av inavel (Dechow et al. 2007). Korsningsavel med mjölkkor har försvårats av att avelsdjur och produktionsdjur är identiska, samt att nötkreatur har låg reproduktionsförmåga. (Ericson, 1987; Meredith, 1995).

Holstein dominerar idag mjölkproduktionen globalt. Man har länge fokuserat selektionen främst på avkastning och exteriör på grund av den relativt höga arvbarheten och bra tillgång till data angående dessa egenskaper. Honlig fertilitet, lätta kalvningar, avkommans mortalitet, hälsa och vitalitet har inte tagits i beaktande. Avkastningen är dock negativt korrelerad med fitnessegenskaper, såsom fertilitet och hälsa (Mao, 2002). Problem relaterade till funktionella egenskaper och en ökad inavelsgrad internationellt hos Holstein har ökat intresset för korsningsavel. (Hansen, 2006).

Fitness är ett ord som används allmänt inom avel. Ordet fitness innehåller alla egenskaper som påverkar att en individ hålls kvar i besättningen. Här inkluderas t.ex. hälsa, livskraft, temperament, överlevnad och sjukdomsförekomst. Det är ett ganska omfattande begrepp, med många nyanser, men kort sagt är det fråga om vilka som överlever och vem som tas bort ur besättningen. (López Villalobos, 1998. s. 37).

2.2 Syfte

Syftet med detta arbete har varit att göra en litteraturstudie om korsningsavel av mjölkkor. Arbetet är gjort i syfte att ta reda på om korsningsavel skulle löna sig både avelsmässigt och ekonomiskt. Vissa paralleller har dragits till korsningsavel med andra djur, såsom gris, fjäderfä och nötkreatur för köttproduktion.

2.3 Mål

Målet för studien har varit att kartlägga ifall det finns möjlighet att bedriva korsningsavel i större skala och i så fall vilken typ av korsningssystem som skulle vara lämplig för Finlands produktionsstruktur.

2.4 Avgränsning

Studien har avgränsats till att enbart studera mjölkavkastning, fett- och protein i mjölk, juverhälsa, kalvningssvårigheter och dödfödslar, hållbarhet och produktiv livslängd. I studien behandlas inte klövhälsa eller sjukdomsbehandlingar. Kroppsvikt och foderomvandlingsförmåga har även utelämnats. Dock så tas korsningsavelns möjliga ekonomiska fördelar upp.

Data har insamlats från litteratur och artiklar som berör ämnet. Största delen av källorna är utländska då det är ett tämligen outforskat område som det inte har skrivits mycket om.

3 Avel

Nötkreatur blev domesticerade för ca 10 000 år sedan. Distinkta raser av nötkreatur uppkom under den egyptiska civilisationen. Engelsmannen Robert Bakewell (1725-1795) anses vara den som revolutionerade aveln för våra produktionsdjur. Robert Bakewell började med att para nära släktingar, s.k. linjeavel, för att få fram bättre djur (främst får och nöt). Bakewell gjorde jämförelser mellan djur i fråga om tillväxt, foderintag och använde sig även i någon mån av avkommeprövning, där bara de bästa djuren användes till aveln. Utifrån detta började man upprätta stamtavlor och husdjursraser från Storbritannien spred sig över hela världen. (Simm, 1998, s. 2-5).

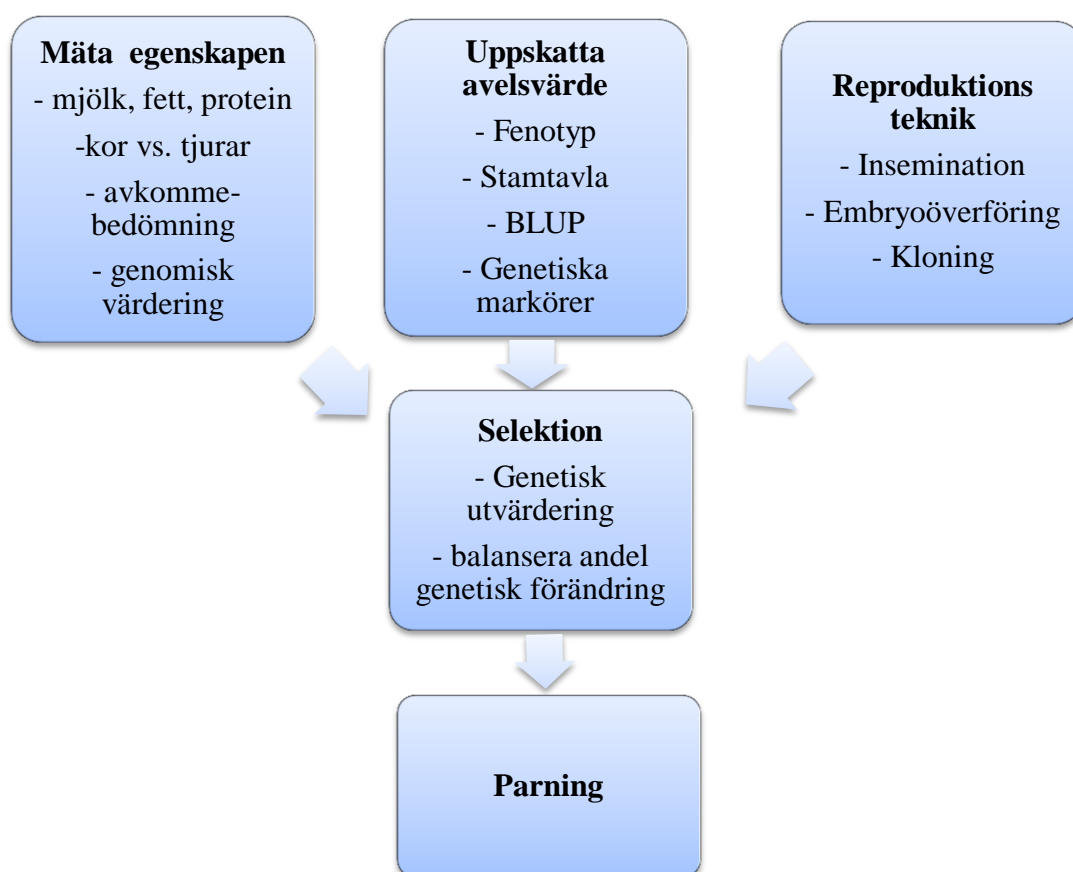
Avel för mjölkproduktion började i slutet av 1700-talet. Under 1800-talet började man samla in mjölkorna i ladugårdar och ha dem uppbundna. I slutet av 1800-talet hade man gått från kombinationsraser till raser som producerade antingen mjölk eller kött, t.ex. Hereford för köttproduktion och Ayrshire för mjölk. Under 1900-talet importerades stora mängder frisiska kor från den europeiska kontinenten till England och i mitten av 1900-talet var denna ras den dominerande mjölkrasen. Aveln på denna tid utfördes m h a avelstjurar. (Turner, 2010, s. 3-5).

Syftet med avel är att förbättra kvaliteten och kvantiteten hos den producerade produkten. Från att för några år sedan ha avlat mest på mjölmängd, har många länder idag mera övergått till att avla för innehållet i mjölken d.v.s. fett- och proteinhalt. (Meredith, 1995, s. 1).

Förutom en hög produktion är också exteriören viktig. Idag tänker man mera på att exteriören ska vara funktionell. Inom den svenska SLB gjorde man förr misstaget att selektera på kor med platta kors, detta ledde till ökade kalvningssvårigheter. Idealkon i dagens läge producerar bra, har en stark rygg, torra, fina ben, bra placerat juver och lagom stora välplacerade spenar. Det är också viktigt att kon är fruktsam, har lätt för att kalva och har motståndskraft mot sjukdomar. (Nilsson, 2009, s. 197).

3.1 Aveln idag

Idag är det några få globala avelsföretag som selekterar och distribuerar genetiskt material till konsumenten. Framsteg inom aveln nås snabbare då nya tekniker som artificiell insemination, superovulation, och embryoöverföring blivit vanligare. År 2000 överfördes över en halv miljon embryon från nötkreatur (Callesen, Vajta, Greve & Maddox-Hyttel, 2002). På senare år har man även börjat använda sig av könssorterad sperma (Marcussen & Krog Laursen, 2008). Genomisk selektion är en ny metod för avelsvärdering, i denna metod använder man sig av 60 000 DNA-markörer för urvalet. Genomiska avelsvärden ger högre säkerhet för egenskaper med låg arvbarhet. (Simm, 1998, s. 5; FAO, 2007; Nilsson, 2009, s. 211; Turner, 2010).



Figur 3. Schematisk bild över delarna i avelsarbetet. (Van der Werf, u.å.)

I figur tre redogörs det schematiskt för hur man går tillväga i avelsarbetet. För att alls kunna selektera djur krävs det att man kan mäta egenskapen ifråga och uppskatta hur stor del av den genetiska överlägsenheten hos avkomman som kan föras vidare till nästa generation. Man uppskattar även avelsvärdet för djuret. Därefter använder man sig ofta av någon typ av reproduktionsteknik inom mjölkproduktionen. Det är inte mera så vanligt att man har en avelstjur, även om det förekommer.

3.2 Lantbrukaren och avel

På gårdsnivå är det lantbrukaren som, ofta tillsammans med avelsrådgivaren, bestämmer vilka tjurar som ska användas på vilka kor (Bergsten m.fl. 1997). Största delen (77 %) av lantbrukarna i Finland hör idag till produktionsuppföljningen (Himanen 16.9.2011). De kor som är anslutna till kontrollen provmjölkas en gång i månaden. Resultaten från dessa provmjölkningar är grunden till avkastningsberäkningen. Produktionsuppföljningen har till uppgift att samla in information från produktionen genom:

1. Identifiering av djur
2. Seminerings- och betäckningsuppgifter, embryoöverföringar
3. Kalvningar och användning av kalvarna
4. Uppgifter om inköp och utmönstring av djur
5. Levande vikter
6. Sjukdomar under provmjölkningsdagen
7. Kornas produktionsresultat
8. Uppföljning av foderförbrukning
9. Uppgifter om gårdens produktionsförhållanden- och metod

(ProAgria, 2004).

4 Viktiga begrepp inom avel

Alla levande varelser består av celler. Dessa celler har (oftast) en kärna som innehåller kromosomer. Kromosomerna innehåller arvsmassan. De flesta celler är somatiska celler. Könsceller, gameter, är de celler som för vidare arvsmassan. Hos djur har könscellerna bara en enkel uppsättning av kromosomer, n , medan de somatiska har dubbel uppsättning, $2n$. Kromosomerna innehåller arvsmassa, DNA. DNA kodar för proteintillverkningen som är byggstenarna i den biologiska funktionen. (Van der Werf, u.å.; Juga m.fl. 1999).

Arvsmassan består av DNA, som ser ut som en stege som tvinnats ihop till en spiral. ”Stegpinnarna” består av baserna adenin, tymin, guanin och cytosin. Dessa baser förekommer i par och deras ordning på DNA-stegen varierar mellan olika individer, detta gör att individer är olika. Gener är delar av DNA, vars längd varierar, men i medeltal består en gen av några tusen baspar. Kromosomerna uppskattas ha 50 000 – 100 000 gener. Genens plats i kromosomen kallas *locus* (pl. *loci*). (Juga m.fl. 1999),

En individ bär på två varianter av en gen, en från vardera föräldern. Det finns gener som påverkar tillväxten, reproduktionen, färger osv. Varianter av en gen som förekommer vid samma locus hos en viss kromosom benämns alleler. I figur 1 är A^1 och A^2 alleler, precis som B^1 och B^2 och C^1 och C^2 . (Lindström, 1982; Van der Werf, u.å.).

Multipla alleler innebär att det vid ett locus finns flera än två alleler. Det kan t.ex. vara fråga om blodgrupper där det finns tre olika typer av alleler, A, B och O. (Lindström, 1982).

4.1 Genotyp/fenotyp

Genotypen är alla gener som en individ har. Fenotypen innebär individens ”yttre skepnad”. Fenotypen beror till viss del på genotypen, men påverkas även av miljöfaktorer. När man talar om fenotyp syftar man ofta på en egenskap hos djuret som kan mätas, t.ex. produktion. (Juga mm. 1999).

4.2 Kvalitativa egenskaper

Kvalitativa egenskaper är sådana som påverkas bara av en eller ett fåtal gener. Kvalitativa egenskaper är sådana som inte påverkas eller påverkas ytterst lite av yttre miljöfaktorer. Egenskaper såsom mjölkens proteintyp, dubbelmuskulatur och letaler är kvalitativa egenskaper. För kvalitativa egenskaper kan vi, om vi vet föräldrarnas genotyp, räkna ut sannolikheten att avkomman får en viss gen-/allelkombination. Detta kallas allel- och genotypfrekvenser. (Juga mm. 1999).

4.3 Kvantitativa egenskaper

De egenskaper som är av ekonomisk nytta, styrs ofta av flera gener samtidigt. De kallas polygener, eller kvantitativa egenskaper. De flesta kvantitativa egenskaper påverkas i större eller mindre skala av miljöeffekter. Dessa miljöeffekter kan vara utfordring, klimat osv. Detta betyder att t.ex. hur stor mjölkavkastning en ko har, inte bara beror på kons arvsanlag, utan även på utfordringen och hur väl hon tas om hand. (Castle & Watkins, 1979).

För att kunna välja ut de djur som man ska avla vidare på krävs det att man använder sig av statistisk analys. Vanliga metoder att använda sig av är t.ex. BLUP, en metod som tar flera egenskaper i beaktande samtidigt. Detta förbättrar säkerheten då korrelationer mellan egenskaper beaktas. (Simm, 1998; Van der Werf, u.å.).

4.4 Arvbarhet

Arvbarheten (h^2) är ett mått på graden av ärftlighet. Hur stor del av den fenotypiska överlägsenheten nedärvs till avkomman? När man räknar ut arvbarheten försöker man eliminera sådana effekter som beror på miljöförhållanden och nära släktskap. Att känna till arvbarheten är viktigt när man ska beräkna djurets avelsvärde. Arvbarheten används även när man ska förutsäga effekten av olika selektionsmetoder. (Lindhé, 2009, s. 47-48).

Arvbarheten för mjölkegenskaper är hög, ca 0,25 för avkastning och nästan 0,5 för fett- och proteinhalt. I fråga om fitnessegenskaper; hälsa, fertilitet och vitalitet, är arvbarheten låg från 0,0 – 0,1. I fråga om fertilitet varierar siffrorna mellan 0,02 – 0,04 med stor spridning mellan individer. Arvbarheten av sjukdomsresistens ligger mellan 0,01 – 0,02. (Juga mm. 1999; Bergsten, 2007, s. 220 - 228).

4.5 Genetiska korrelationer

En genetisk korrelation kan kort förklaras som samvariationen mellan två egenskaper. Selektarar man för en viss egenskap så påverkas automatiskt en annan, antingen negativt eller positivt. (Lindhé, 2009; s. 48-49, 111).

Korrelationskoefficienten (r) är ett värde mellan -1 och +1, som mäter riktningen och styrkan mellan två egenskaper. Om värdet mellan två egenskaper är +1 är sannolikheten stor att ifall den ena egenskapen ökar i värde, ökar även den andra (t.ex. levande vikt och fetthalt). Ifall värdet är -1 innebär det att då en egenskap ökar, minskar den andra (t.ex. mjölkavkastning och proteinprocent). (Simm, 1998).

I början av avelsarbetet använde man sig inte av genetiska korrelationer i någon större utsträckning. I slutet av 1900- och början av 2000-talet har det dock blivit allt mera aktuellt att även ta hänsyn till genetiska korrelationer i avelsarbetet. Detta beror på att man upptäckt de negativa korrelationer som hänger samman mellan avkastning och dotterfertilitet, hälsa och mastitresistens. Det innebär att om man ökar avkastningen så försämras fertiliteten och hälsan och andelen mastitfall ökar. De länder som dominerar aveln inom Holstein har tills helt nyligen inte beaktat dotterfertiliteten i sitt avelsarbete. Således har denna egenskap försämrats kraftigt under de senaste 20 åren. (Bergsten m.fl. 1997, s. 216; Lindhé 2009, s. 49).

4.6 Selektion

Urval kallas inom avel för selektion (Nilsson, 2009). I det dagliga arbetet på gården är det lantbrukaren som väljer vilka kor som det ska avlas vidare på. En avelsplan görs ofta upp med en avelsrådgivare om vilka tjurar som ska användas på vilka kor.

När man talar om selektion finns det två begrepp som man behöver hålla reda på. Det är naturlig selektion och artificiell selektion. Artificiell selektion är det urval som görs av människan för människans behov. Det är en helt onaturlig process. Hade inte människan domesticerat växter och djur för sina egna behov skulle vi inte vara så många på vår jord som vi är idag. Naturlig selektion, är det urval som naturen gör, där de individer som är bäst lämpade för en viss miljö lever vidare och för över de gynnsamma egenskaperna till nästa generation. (Driscoll, Macdonald & O'Brien, 2009).

Förutsättningar för att man ska kunna utföra ett avelsurval är att det finns ärftlighet och variation för egenskapen/egenskaperna i fråga. Så länge det finns variation för en egenskap, och den kan nedärvas, går det att välja ut de bästa djuren till att ge avkomma för nästa generation. Ifall det inte funnits olika alleler och allelfrekvenser, hade inga nya kombinationer kunnat uppstå genom selektion. Variationen mellan individer tillåter att en ras har förmågan att reagera på selektion t.ex. för att öka produktionen. Variationen gör också att djuren kan anpassa sig till förändringar i sin miljö (t.ex. klimat, men även marknader, skötsel och sjukdom). (Roth & Berglund, 1997; Kastelic, 2010).

I det praktiska avelsarbetet krävs det att man har definierat sina *avelsmål*. Det innebär att man klargör värdet av olika egenskaper som man önskar förbättra. De egenskaper som man önskar avla på, måste registreras på något sätt. Inom mjölkproduktionen sker detta genom produktionsuppföljningen. Analyser av data som insamlats, kan ge uppskattningar om egenskapers variation och nedärvning. Idag används sofistikerade statistiska modeller för att förutse ett djur avelsvärde, t.ex. BLUP som tar i beaktande flera egenskaper samtidigt. Dessa modeller kan utnyttja uppgifter från produktionskontrollen, semineringen, avelsrådgivningen samt hälsokontrollen. (Van der Werf, u.å.; ProAgria, 2004).

Selektion leder till bestående förändringar av djuren. Om vi för en generation väljer ut de kor som har anlag för hög mjölkavkastning, kommer deras avkommor att sprida vidare dessa anlag till kommande generationer. Ökningen av mjölkavkastningen är bestående, såvida vi inte börjar arbeta i motsatt riktning. (Philipsson, 2012a)

4.6.1 Avelsvärdering i praktiken

Vid konventionell avel selekteras det främst på den *additiva* genetiska effekten. Additiv betyder att varje enskild gen ger ett bidrag till en viss egenskap (Berglund & Philipsson, 1993). Additiva egenskaper är sådana som inte beror på dominans, epistasi eller pleiotropi. Vid selektion ackumuleras de additiva effekterna och det genetiska framsteget blir större. Dominans ackumuleras inte på samma sätt. Epistasi kan bestå av ett stort antal alleler som påverkar ett stort antal loci, detta gör det i princip omöjligt att förutspå epistasi-effekter. (Cunningham & Syrstad, 1987).

I det traditionella avelssystemet väljer man ut kor i fältet, från besättningar som ägs av lantbrukarna. De här korna (som ska bli tjurmödrar) insemineras med sperma från de bästa av elittjurarna, de som utsetts till att bli tjurfäder. Ungtjurarna föds upp till ungefär ett års ålder, då samlas det in spermadoser från dem (ca 400 – 1 000 doser), för avkommeprövning. Från ungtjurarnas döttrar samlar man in information via produktionsuppföljningen. Baserad på de resultat man får från döttrarna, runt fyra – fem år efter att den unga tjuren föds, kan man räkna ut avelsvärden för denna tjur. De flesta tjurarna slaktas (ca 90 %) och de som är kvar används som ”elittjurar”. Inom denna skara av elittjurar är det bara de allra bästa som blir utsedda till tjurfäder. Modifieringar till detta ”basschema” kan inkludera embryoöverföringar från tjurmödrarna för att öka sannolikheten att tjurar/kvigor föds. (Swalve, 2007).

Nötkreatur har ett relativt långt generationsintervall, jämfört med våra andra produktionsdjur, t.ex. gris och höns. Generationsintervall är föräldrarnas genomsnittliga ålder när den avkomma som ska bli förälder i nästa generation föds. Hos mjölkkor är generationsintervallet runt fem år. Då generationsintervallet är långt innebär det att det tar längre att få fram avelsframsteg hos nötkreatur. (Bergsten m.fl. 1997, s. 228).

4.6.2 Genomisk avelsvärdering

Vid genomisk avelsvärdering använder man sig av genetiska markörer så kallades ”SNP:s” eller ”snippar”. Dessa fungerar lite som en karta i genomet, man har idag hittat ca 60 000 snippar hos nötkreatur (Turner, 2010). De genetiska markörerna ger information om vilken del av genomet som har ärvts från modern respektive fadern. Detta gör att man kan använda dem både till att förutspå släktskap mellan djur, men även till att förutspå avelsvärden. (Berg et.al. 2002).

4.7 Avelsvärde

Avelsvärdet berättar vilka arvsanlag djuret har i genomsnitt och i vilken mån avkomman kommer att ärva dessa. (ProAgria, 2004).

Då man ska uppskatta avelsvärdet för en avkomma räknar man medeltalet av föräldradsjuren avelsvärde, detta för att avkomman får hälften av sina gener från fadern och hälften från modern. Man kan även förutsäga avelsvärden ifall man har tillgång till släktingars värden. När man räknar ut avelsvärden är det viktigt att korrigera för systematiska miljöeffekter (t.ex. djurets ålder, kalvningsintervall, årstid) och slumpvisa miljöeffekter (t.ex. ändringar i foderkvalitet man inte räknat med). Eftersom de systematiska miljöeffekterna är sådana som hela tiden påverkar djuret går det att ta i beaktande vid avelsberäkningen. De slumpvisa miljöeffekterna går det inte att förutspå, de ger alltid upphov till en viss felfaktor. (Juga mm. 1999; ProAgria, 2004).

4.7.1 Avelsindex

För att mäta avelsvärden använder man sig av index. I indexet väger man olika egenskaper. De flesta större avelsorganisationer använder ungefär 50 % till produktionsegenskaper och 50 % för funktionella egenskaper. (ProAgria, 2004; Swalve, 2007).

5 Renrasavel

Renrasavel är avel inom samma ras. Man använder sig av renrasavel för att det som är karaktäristiskt för en ras ska kunna behållas. Renrasavel kan klassas som inavel eller utavel. Inavel syftar till att para individer som är mera närbesläktade med varandra än medeltalet i gruppen. Utavel är motsatsen till inavel, man försöker i detta fall para individer som är så långt ifrån besläktade som möjligt. (Meredith, 1995, s. 29).

Poängteras bör att det bara är genom renrasavel som man når genetiska framsteg. Dessa ackumuleras under åren och är kumulativa och permanenta. (Mäki-Tanila, 2007).

5.1 Inavel

Inavel definieras som processen när två alleler hos en individ är identiska genom arv, till skillnad från identiska genom funktionen (Jorjani, 2009). Inavel gör att den genetiska variationen minskar och att andelen homozygota loci ökar. Risken för att recessiva genetiska defekter kommer till uttryck ökar med inavelsgraden. Detta beror på att nära besläktade individer bär på en större andel likadana alleler. Inavelskoefficienten, F , anger sannolikheten att två alleler vid ett loci härstammar från samma anfader. Om $F = 2$ är denna individ 100 % inavlad (Van der Werf, u.å.). Vid avel på mjölkkor rekommenderas det att inavelsgraden inte ska stiga över 6,25 %, för att undvika inavelsdepression (Heins, Hansen & Seykora, 2007; Meredith, 1995, s. 29-33).

Effektiv populationsstorlek, (N_e), använder man för att beskriva förändringen i inavelsgraden från en generation till nästa. ”Om ΔF anger inavelsökningen per generation blir:” (Lindhé, 2009, s. 107)

$$N_e = 1/(2\Delta F)$$

Om $\Delta F = 1$ % per generation, blir den effektiva populationsstorleken 50

Om $\Delta F = 0,5$ % per generation, blir den effektiva populationsstorleken 100

Effektiv populationsstorlek tar i beaktande hur många föräldradjur som används av de båda könen. Även en relativt stor population kan ha en mycket liten effektiv populationsstorlek om bara ett litet antal tjurar används till avelsdjur. Inom husdjursavel rekommenderas en effektiv populationsstorlek på åtminstone 50 till 100 (FAO, 2010). En effektiv populationsstorlek på åtminstone 500 krävs för att den genetiska variationen inte ska minska i det långa loppet (Franklin & Frankham, 1998; Van der Werf, u.å.).

För Holstein var den effektiva populationsstorleken i USA år 2004 bara 60. Påpekas bör att hela Holsteinpopulationen i USA har över 3,7 miljoner kor. För Jersey och Brown Swiss var den effektiva populationsstorleken 31 respektive 32 i USA. Inavel leder till ekonomiska förluster för lantbrukaren i form av mera dödfödselar (Sørensen et al. 2006), längre kalvningsintervall, sämre fertilitet hos korna, sämre motståndskraft mot sjukdomar och förkortat liv i besättningen (Heins et al. 2007; Hansen, 2006).

5.1.1 Genetisk drift

Genetisk drift visar sannolikheten att en allel försvinner från en generation till nästa. Ökar inavelskoefficienten blir den genetiska driften snabbare. Slumpen har en stor inverkan när det gäller den genetiska driften och om en allel försvinner ur populationen eller ej. Genetisk drift gör att den genetiska variationen minskar (Berg et.al. 2002; Lindhé, 2009, s. 107).

5.1.2 Inavelsdepression

Till följd av inavel så blir ofta kvantitativa egenskaper, dvs. egenskaper som påverkas av flera olika gener, som fertilitet och överlevnad hos avkomman sämre. Detta beror på inavelsdepression. Inavelsdepression är oftast störst för egenskaper med låg arvbarhet, t.ex. hälsa, fertilitet och överlevnad. (Meredith, 1995, s. 29-32).

6 Korsningsavel

Korsningsavel innebär att man korsar djur från olika raser eller olika linjer. Orsaker kan enligt Simm (1998) vara att:

- Dra nytta av additiva genetiska skillnader
 - kombinera egenskaper från två raser (t.ex. hög fertilitet och goda köttegenskaper)
 - få en avkomma med intermediär produktion (t.ex. mjölkkras x köttras)
 - uppgradera en redan existerande ras med en ny (korsa lokala svartvita populationer med Holstein)
 - skapa en syntetisk ras
- Introducera genetisk variation i en numerärt liten population
- Introgression, introducera en enda gen, t.ex. hornlöshet
- Bryta inavel/inavelsdepression (Goddard & Wiggans, 1999).
- Heterosis

De främsta orsakerna till korsningsavel brukar vara att exploatera additiva genetiska skillnader och att bryta inavel. För att ett korsningsprogram ska lyckas krävs det att det finns renrasiga djur med högt avelsvärde att tillgå. Det konventionella avelsarbetet, och det genetiska framsteg det medför, ska därför inte påverkas av korsningsaveln. Nämnas bör att för att man ens skall överväga ett korsningsprogram, ska det ge en ekonomisk vinning för producenten. (Ericson, 1987; Simm, 1998).

Inom mjölkproduktionen korsar man ofta in köttraser med de kor som man inte tänkt avla vidare på. Fördelen med köttraskorsningar är att de växer snabbare, utnyttjar fodret mer effektivt och ge bättre köttvärde (Wolfová et al. 2007). Val av ras beror en del på vilken typ av uppfödning man bedriver. I ett mindre intensivt system kan det löna sig att korsa in Hereford, i ett mera intensivt att korsa in Charolais (ej med kvigor). Andra möjliga köttraser är Limousin, Black Angus och Blonde d'aquitaine. (Bergsten, 1997, s. 217).

6.1 Heterosis

Heterosis är motsatsen till inavelsdepression (VikingGenetics, 2011a). Den är resultatet av icke-additiva genetiska effekter, såsom dominans och/eller epistasi. Ofta fås heterosis som en bonus när man korsar t.ex. för att kombinera egenskaper hos olika raser. Hos nötkreatur har det länge tillämpats att man hos de mjölkkor som man inte tänkt fortsätta avla på korsar in en köttras, t.ex. Hereford eller Simmental. Korsningen som sedan föds har, p.g.a. heterosis, högre neonatal överlevnadsprocent, växer snabbare som kalv och har bättre köttegenskaper än en renrasig mjölktras. Heterosis är oftast störst för de egenskaper som är känsliga för inavelsdepression. (Simm, 1998, s 82-87; Meredith, 1995, s. 32-36).

Det är svårt att förutspå omfattningen av heterosis, eftersom det är fråga om icke-additiva effekter. Heterosis är i regel större för raser som skiljer sig mycket genetiskt sett. Detta beror troligen på att två raser som är långt ifrån besläktade, har en större andel loci med olika alleler än nära besläktade raser. Detta gör att en större andel loci blir heterozygota vid en korsning. Detta urskiljs enkelt genom att då man får större heterosiseffekt då man korsar *Bos indicus* med *Bos taurus* än om man korsar två *Bos taurus* med varandra. (Simm, 1998, s. 83-87).

Heterosis kan vara både positiv och negativ. Är heterosis positiv innebär det att korsningen är bättre än den bättre föräldern i en viss egenskap. Man mäter positiv heterosis i en skala från 0 – 100 %. (Meredith, 1995, s. 32-35).

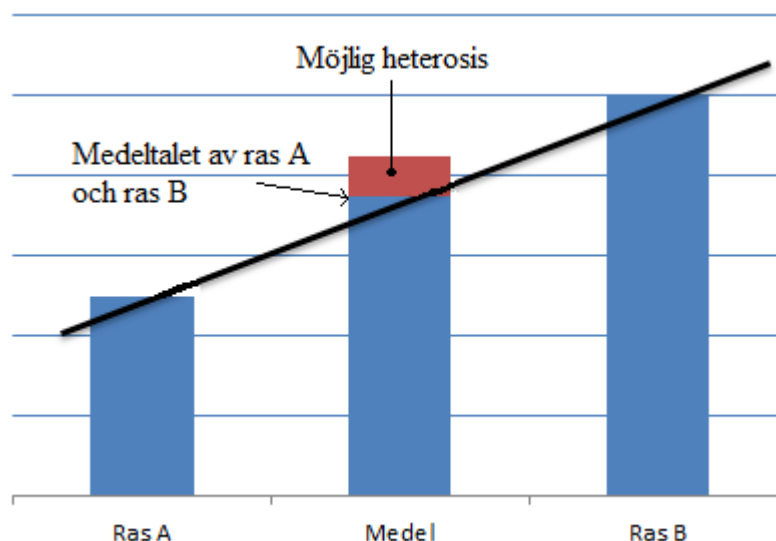
Heterosis är oftast störst för egenskaper som vitalitet, fertilitet, hälsa och överlevnad. Produktionsegenskaper som mjölkavkastning och tillväxt påverkas inte i lika hög grad. Detta redogörs i tabell 1, där ”riktlinjer” för förväntad heterosis hos F₁-korsningar redogörs för. Heterosis är störst för fertilitet, kalvningslätthet och hållbarhet. (Simm, 1998, s 87-95; Sørensen et al. 2008).

Tabell 1. Riktlinjer för danska mjölkproducenter för förväntad heterosis hos F₁-korsningar

Egenskap	Förväntad heterosis %
Produktionsegenskaper	~3
Fertilitet	~10
Kalvningslätthet (direkt)	-10 till 15
Dödfödsel (direkt)	-5 till 10
Kalvningslätthet (maternell)	10 till 15
Dödfödsel (maternell)	5 till 10
Hållbarhet	10 till 15
Totalt	≥10

(Sørensen et al. 2008)

Fördelarna med heterosis är störst för individer som har så olika allelfrekvenser som möjligt. Detta gör att fler loci blir heterozygota vid en korsning (Mäki-Tanila, 2007). Heterosis är dock inte allt, den additiva effekten spelar också in. Den additiva effekten är viktigt både i korsnings- och renrasavel. Heterosis kommer som en extra ”bonus” ovanpå medeltalet av föräldrarna (Figur 4). Det är därför viktigt att använda sig av de bästa tjurarna från raser som passar till en viss besättning. Om man ska syssla med korsningsavel är det viktigt att det är välplanerat och ger fördelar som renrasavel inte skulle göra. Raserna man väljer ska vara så obesläktade som möjligt och konkurrenskraftiga. (Willham & Pollak, 1985).



Figur 4. Illustration över heterosis

6.1.1 Olika typer av heterosis

Individuell heterosis

Påverkar prestationen hos ett djur p.g.a. att det är en korsning. Heterosis är inte en effekt som nedärvs till nästa avkomma. Det beror på att det är fråga om heterozygota allelkombinationer som inte återskapas i nästa generation. (Simm, 1998, s. 90).

Maternell heterosis

Beror på att modern var en korsning. Maternell heterosis mäts ofta hos avkomman. Man kan t.ex. mäta vikten hos avkomman som fötts av en korsning jämfört med en renrasig. Maternell heterosis påverkar egenskaper som reproduktivitet. (Simm, 1998, s. 90).

Paternell heterosis

Beror på att fadern var en korsning. Paternell heterosis påverkar reproduktiviteten. (Simm, 1998, s. 91).



Bild 1. Jersey x Finsk Ayrshire

6.1.2 Korsningssystem

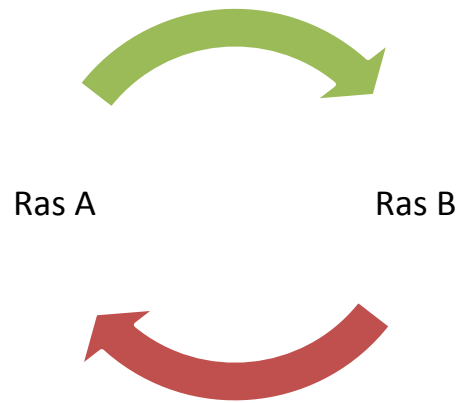
Tvåraskorsning är det enklaste systemet. Där korsar man två djur från olika raser. Avkomman betecknas som F_1 . Korsningar med mjölkkras x köttkras är ett exempel på detta. Använder man sig av denna F_1 -korsning kan andelen korsningskor i population bli högst 15 % p.g.a. nötkreaturens låga reproduktionsförmåga. (Ericson, 1987; Simm, 1998, s. 93-95).

Om F_1 -korsningen sedan korsas tillbaka till någon av föräldraserna är det fråga om *tillbakakorsning*. Detta används när man t.ex. bara vill utnyttja en enda gen från någondera föräldrasen, t.ex. hornlöshet. Den tillbakakorsade individen (F_1 x föräldrasen) har bara kvar 50 % av heterosis. Individuell heterosis är störst för F_1 -korsningen. (Simm, 1998, s. 93-95).

Ifall man korsar in en tredje ras med tvåaskorsningen är de fråga om *trerasorsning*. Detta är ett sätt att behålla heterosis längre. F_1 och F_2 har 100 % heterosis, först vid generation tre (när man tillbakakorsar till en av de tre raserna) avtar heterosis till 50 %. Korsar man in en tredje ras kan andelen korsningsdjur i besättningen höjas till 30 % med bibehållen heterosis. (Ericson, 1987; Simm, 1998, s. 93-95).

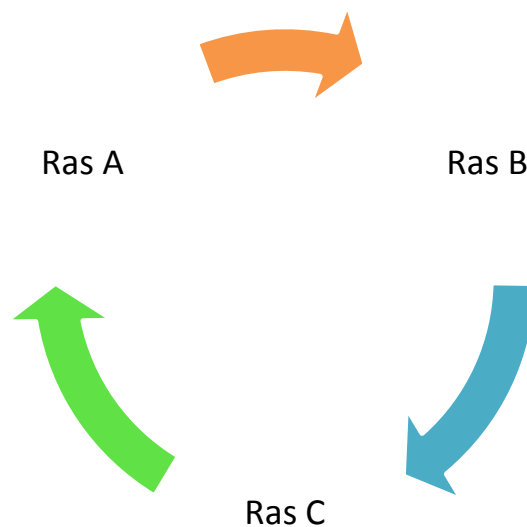
Rotationskorsning innebär att man hela tiden korsar med en renrasig tjurs sperma (se figur 5). Första generationen är alltid F_1 , med 50 % vardera av sina alleler från föräldraserna. Rotationskorsning kan användas med två, tre eller fyra raser. (Simm, 1998, s. 93-95).

Vid rotationskorsning med två raser har F_1 100 % heterosis, andra generationen 50 %, tredje generationen 75 % för att efter några generationer stabiliseras till 67 %. Vid detta läge har avkomman $2/3$ av sina gener från den ena föräldrasen och $1/3$ av den andra föräldrasen. Andelen av de två föräldraserna fluktuerar mellan 33 % och 67 %. Det här systemet går det bra att använda sig av om de raser man korsar med är ganska lika varandra; detta för att det i det korsningssystemet finns djur med olika genetisk uppsättning (33 % A 67 % B och 67 % A 33 % B). (Ericson, 1987; Cunningham & Syrstad, 1987).



Figur 5. Rotationskorsning med två raser

För att kunna utnyttja heterosis till fullo kan man använda sig av ett trerasrotationskorsningssystem (se figur 6). När man använder sig av tre raser är principen densamma som för två raser, om vartannat korsar man in av en renrasig tjur. Efter ett par generationer stabiliseras heterosis på 87 %. Börjar man använda sig av fler raser än två, krävs det av dessa raser att har liknande additiva värden, detta för att korsningarna inte ska bli för olika i storlek. Andel heterosis som hålls kvar i olika korsningssystem åskådliggörs i tabell 2. (Cunningham & Syrstad, 1987).



Figur 6. Trerasrotationskorsning

Tabell 2. Andel heterosis som hålls kvar i olika korsningssystem

Korsningssystem (hanens ras angiven först)	Andel heterosis i förhållande till F ₁		
	Individuell heterosis (t.ex. F ₁ :s överlevnad)	Maternell heterosis (t.ex. fertilitet)	Paternell heterosis (t.ex. hanlig fertilitet)
Renras	0	0	0
Tvåraskorsning	1	0	0
<u>Tillbakakorsning</u>			
<u>A eller B med AB</u>	½	1	0
AB med B eller A	½	0	1
<u>Treraskorsning</u>			
C x AB	1	1	0
AB x C	1	0	1
<u>Fyrraskorsning</u>			
AB x CD	1	1	1
<u>Rotationskorsning</u>			
Tvåras	0,67	0,67	0
Treras	0,87	0,87	0

(Simm G. 1998, s. 93)

6.2 Korsningsraser

Korsningsraser kallas även syntetiska raser, hybrider eller kompositraser. I litteraturen finns det exempel på korsningsraser som upprättats för att ta tillvara t.ex. en god köttegenskap hos den ena rasen och bra mjölkproduktion hos den andra. Det finns även exempel på raser som uppkommit genom att använda sig av ett flertal raser som är fallet med den öst-tyska SMR. (Freyer, König, Fisher, Bergfeld & Cassell, 2008).

Korsningsavel har använts i t.ex. Indien och Sri Lanka för att korsa lokala Sahiwal- och Sinhala-raser med högavkastande raser från mera temperade klimat (Meredith, 1995, s. 34). Då får man F₁-korsningar som tål det lokala klimatet och samtidigt avkastar mera än vad de traditionella raserna gör. Korsningsavel har dock inte tillämpats i mera temperade klimat. Detta beror till stor del på att mjölkavkastningen hos korsningar sällan överstiger den hos Holstein. Nya Zeeland är ett undantag där man har ägnat sig åt systematiska korsningar mellan Holstein och Jersey i många år. (Simm, 1998, s 87-95).

I det forna Öst-Tyskland skapades en syntetisk ras, som kallades Schwarzbuntes Milchrind der DDR (SMR). Denna ras kom från tre raser, den inhemska rasen öst-tysk svart och vit, dansk jersey och kanadensisk Holstein-frisisk. SMR användes inom den kommersiella mjölkproduktionen i Öst-Tyskland under 1970- och 1980-talet. SMR-korna hade bättre fertilitet inklusive lättare kalvningar, högre andel fett och protein och ca 7 % lägre mjölkavkastning. I dagens läge finns inte mera SMR eftersom den slagits ihop med Tysklands Holstein population genom tillbakakorsning. (Freyer et al. 2008).

Exempel på syntetiska raser som skapats av kötraser inom nötkreatur är t.ex. Brangus. Det är en syntetisk ras som är en kombination av Brahman och Angus. Användning av syntetiska raser är till nytta då rotationskorsning är opraktiskt eller då flera raser har viktiga egenskaper att tillföra en syntetisk ras. I tabell 3 finns generella riktlinjer för hur man väljer korsningssystem. (Kinghorn & Simm, 1999).

Tabell 3. Generella riktlinjer för korsningsavel

Renras	När ingen korsning är bättre
2-raskorsning	När direkt heterosis är viktigt
3-raskorsning	När både direkt och maternell heterosis är viktigt
4-raskorsning	När paternell heterosis även är viktigt
Tillbakakorsning	När bara två bra föräldraraser finns tillgängliga
Rotationskorsning	Korsningsfördelar (heterosis hålls kvar längre)
Öppen eller sluten syntetisk ras	Korsningsfördelar (heterosis, utnyttja styrkor hos flera raserna)

Inom gris- och fjäderfäindustrin är det mycket vanligt med korsningar.

7 Korsningsavel hos mjölkkor

I de flesta länder använder man sig idag av renrasavel för mjölkkor. Detta beror på att korsningar sällan är bättre än de renrasiga korna (oftast Holstein), när det gäller mjölk- och fettproduktion. En annan orsak är att industrin vill ha stora mängder mjölk med så högt fett- och proteininnehåll som möjligt. (López Villalobos, 1998; Walsh et al. 2007).

Holstein är idag den ras som dominerar mjölkproduktionen i världen. Dock så har den effektiva populationsstorleken minskat från 200 under 1960 – 1980, till 40 under perioden 1980 – 2000. (Berg et.al. 2002) Ett annat problem med Holstein är att livslängden har minskat med 7,6 % från 1980 till 2003 i takt med att avkastningen ökat (Dechow et al. 2007). Holstein har även haft problem med fertiliteten hos korna, de kräver flera insemineringar innan de blir dräktiga, får större kalvar, vilket leder till svårare kalvningar och mera dödfödslar. I takt med att problemen för Holstein har ökat, har intresset för korsningsavel blivit större. (McAllister, 2002).

Enligt Bluhm (u.å.) kan man särskilja dessa orsaker till att intresset för korsningsavel ökat:

- Holsteins globala dominering och frågor gällande relevansen i alla system och miljöer
- Ökad inavel och farhågor om effekten (hos renrasiga djur)
- Bredare avelsmål som även beaktar funktionella egenskaper
- Sämre reproduktionsförmåga hos renrasiga mjölkkor
- Producenterna är oroliga för minskad livsduglighet och hårdighet i sina besättningar

Inom mjölkindustrin har man traditionellt inte använt sig av korsningar. Största orsaken är att nötkreaturs reproduktionsförmåga är rätt så låg och för att de renrasiga Holstein har haft mera produktion än vad korsningarna haft. Sambandet mellan reproduktionsförmåga och användning av korsningsavel redogörs i tabell 4.

Tabell 4. Sambandet mellan reproduktionsförmåga och industrins användning av korsningsavel

Industri	Reproduktionsförmåga	Typiskt korsningssystem
Gris	Högre	Treraskorsningar, tillbakakorsning
Köttfår	Hög	Treraskorsningar
Ullfår	Medium	Renras*
Mjölk	Låg	Renras*
Köttproduktion i tempererat klimat	Lägre	Rotationskorsning, syntetraser
Köttproduktion i tropiska klimat	Lägst	syntetraser

(Van der Werf, u.å.)

*Ullfår och mjölkindustrin är undantag p.g.a. att korsningar inte överträffar de renrasiga djuren

Korsningsavel är till nytta i ett sådant system som kräver att kons funktionella egenskaper håller en hög nivå. I dagens intensiva produktionsstruktur krävs det att kon är mera robust, då man lägger mindre och mindre tid på varje enskild ko. Kon måste mer eller mindre ”ta hand om sig själv”. Eftersom hälsa och hållbarhet är egenskaper med känt låg arvbarhet kan heterosiseffekter väntas från korsningar (Swalve, 2007; Sørensen et al. 2008).

Forskningen inom korsningsavel hos mjölkkor är spridd genom åren. Touchberry (1992) poängterar att det finns ett antal försök med korsningsavel som utförts under första halvan av 1900-talet. Touchberry nämner en mjölk korsningsstudie av Cole och Johansson (1948) i Wisconsin som började 1912. Touchberry och Bereskin (1966) redogör för ett försök som startades upp i Illinois under 1949 och hölls igång till 1969. I Illinois-studien undersökte man korsningar mellan Holstein och Guernsey. Där mättes överlevnaden hos korsningskalvar, tillväxten, ålder vid första kalvning och kalvningsintervall för korsningar (Touchberry, 1992).

Freyer et al (2007) redogör för korsningsförsök i Tyskland. För tillfället finns det fältstudier i Kalifornien på gång (Heins et al. 2007) och även ett pågående projekt på Moorepark, Irland (Buckley, 2006).

Heterosis kan ge extra ekonomiska fördelar för lantbrukaren, men hur stor heterosis är för olika raskombinationer är inte alltid väl undersökt. Påpekas bör att heterosis inte är en effekt som är nedärvbar. (Freyer et al. 2008).

7.1 Mjölkkavkastning

Mjölkkavkastningen har en stor direkt ekonomisk betydelse inom mjölkproduktionen. Den stiger för varje laktation, ända fram till den fjärde eller femte. Avkastningen varierar under året, höstkalvande kor producerar ca 10 % mera. Det beror främst på att det är en jämnare foderkvalitet under vinterhalvåret. (Philipsson, 2012a).

I en studie utförd på Irland av Prendiville, Pierce och Buckley (2010) jämförde man mjölkkavkastningen mellan Holstein- och Jersey-kor och deras korsningar. I denna studie var heterosis för mjölkkavkastning 5,8 %. Denna siffra är väldigt nära den heterosiseffekt på 6,1 % som framkom i en studie av Ahlborn-Breier och Hohenbroken (1991), även denna en studie mellan Jersey, Holstein och deras korsningar. VanRaden och Sanders (2003) fann att korsningar generellt hade 3,4 % heterosis för mjölkproduktion. Detta gav att korsningar hade 4,7 – 7,5 kg mindre i mjölkkavkastning än Holstein.

I en studie mellan F_1 -korsningar av Brown Swiss och Holstein var heterosis för mjölkkavkastning 5,01 % (med $P < 0,001$) (Dechow et al. 2007). Det sammanfaller med resultatet på heterosis omkring fem till åtta procent för produktionsegenskaper enligt Touchberry (1992).

I resultat från Italien skiljer renrasiga Holstein inte nämnvärt i mjölkproduktion med SRB x Holstein. Korsningarna producerade i medeltal bara 72 kg mindre mjölk. Dessutom hade korsningarna 8 kg mera proteinproduktion och 7 kg mera fettproduktion. (VikingGenetics, 2011b).

Heins et al. (2008) undersökte skillnaden mellan Jersey – Holstein – korsningar mot renrasiga Holstein. Korsningarna hade lägre mjölkproduktion (7 147 kg) än vad Holstein hade (7 705 kg).

I takt med att inavelskoefficienten stiger till 2 – 3 % inom de flesta raser, så ökar även heterosiseffekten för mjölkavkastning. (VanRaden & Sanders, 2003).

7.2 Mjölakens sammansättning, fett- och proteinhalt

I Finland är mjölkornas förmåga att producera fett, den egenskap som har störst individuell ekonomisk betydelse av alla produktionsegenskaper i avelsmålet. För Holstein var det ekonomiska värdet för mjölkavkastning på samma nivå som fettproduktion. (MTT, 2006).

I en studie gjord mellan Jersey- och Holstein-kor och deras korsningar var medelheterosis för korsningarna 7,2 % för fettproduktion. En F₁-korsning producerade således i medeltal 10,3 kg mera fett än medeltalet av de båda renrasiga korna. Proteinhalten undersöktes inte i denna studie. (Ahlborn-Breier & Hohenboken, 1991).

I tabell 5 finns en sammanställning av studier som undersökt heterosis för fett- och proteinprocenten hos korsningar. Siffrorna varierar mellan 1,7 till 8,4 för fett och 1,5 till 8,2 för protein. Störst heterosis fick man när raserna var ganska obesläktade, vilket är fallet med Dansk Röd x Brown Swiss, Holstein x Brown Swiss eller Holstein x Guernsey. (Sørensen, Norberg, Pedersen & Christensen, 2008).

Tabell 5. Heterosis (i procent) för fett och protein baserad på källor

Heterosis					
Fett	Protein	Ras*	Antal djur	Land**	Källa
4,4	4,1	"Över raser"	150.000	US	VanRaden och Sanders (2003)
8,4	8,2	DR x BS	1.827.117	DK	****Sørensen (1992)
3,2	2,7	DKF x DR			
1,9	1,5	DKF x HOL			****Van der Werf och de Boer (1989)
2,3	2,4	NLF x HOL	399.383	NL	(1989)
8,0	7,5	HOL x GU	-	US	Touchberry (1992)
1,7	-	SLB x SRB	-	SV	Ericson (1987)
7,3***	5,6***	BS x HOL	174.025	US	Dechow et al. (2007) ****López Villalobos et al. (2000)
3,8	3,9	HOL x JER	3.473	NZ	(2000)
2,0	2,0	HOL x AY	-		
4,5	4,6	JER x AY			

*DR = Dansk Röd, BS = Brown Swiss, DKF = Dansk Holstein, NLF = Nederländsk Holstein, GU = Guernsey, SLB = Svensk Holstein, AY = Ayrshire, HOL = Holstein, JER = Jersey

**US = USA, DK = Danmark, NL = Nederländerna, SV = Sverige, NZ = Nya Zeeland

***Uppskattningar från en rekombinationsmodell

****Sekundär källa via Sørensen et al. 2008 (Sørensen et al. 2008)

På Nya Zeeland undersökte man produktion av fett- och protein hos korsningar. De korsningar som var mellan Holstein (både amerikansk och nyzeeländsk) – Jersey och Amerikansk Holstein – Nyzeeländsk Holstein hade alla bättre fettproduktion än de renrasiga djuren. (Bryant et al. 2007).

Heins et al. (2008) jämförde korsningar mellan Jersey – Holstein och renrasiga Holstein. Korsningarna hade i princip samma fettproduktion (JER-HOL 274 kg, HOL 277 kg), men sämre proteinproduktion (JER-HOL 223 kg, HOL 238 kg). I studien mättes protein- plus fettproduktion för att mäta den allmänna produktiviteten. Korsningarna hade lägre 3,5 % protein+fett (497 kg) än vad Holstein hade (515 kg).

I korsningar mellan Skandinavisk Röd och Holstein skiljer inte protein- plus fettproduktionen inte mycket. Korsningarna hade bara 2,2 % lägre protein- plus fetthalt än vad de renrasiga Holstein hade. (Heins et al. 2008).

7.3 Andel mastit hos korsningar

Den egenskap som har störst ekonomisk betydelse av alla hälsoegenskaper är juverhälsa. Mastit, eller juverinflammation är en av de vanligaste sjukdomarna en ko kan få. Det medför både extra arbets-, samt veterinärkostnader. Mastit kan även ge minskad mjölkavkastning och sämre mjölk kvalitet. I vissa fall måste man avliva kon som fått mastit ifall det inte går att få bukt med inflammationen (Walsh et al. 2007). Mastit är en av de vanligaste orsakerna i Finland till att en ko utmönstras ur besättningen. (MTT, 2006).

Mastit mäter man genom celltal och/eller antal sjukdomsfall. Celltal kan man mäta eftersom andelen vita blodkroppar ökar när det finns en infektion hos kon. Det finns även en mindre vanlig metod att mäta mastit genom att under mjölkningen mäta ändringar i ledningsförmågan hos mjölk som kommer från infekterade delar av juvret. (Mao, 2002; Marcussen. & Krog Laursen, 2008).

Selektion för mjölkproduktion är korrelerad med celltal. Detta gör att när man ökar mjölkproduktionen ökar man även celltal och som en konsekvens av detta ökar mastitfallen i besättningen. (Prendiville, Pierce & Buckley, 2010).

Idag selekterar man ofta för mjölkbarhet, dvs. hur snabbt det tar för en ko att mjölkas eller hur snabbt mjölken rinner igenom. Egenskapen mjölkbarhet är även den korrelerad med celltal. Detta innebär att de kor som är mera snabbmjölkade skulle vara mottagligare för mastit. I en studie av Prendiville, Pierce och Buckley (2010) framkom det att F₁-korsningar av Holstein och Jersey hade ett snabbare mjölkflöde. Det kunde dock inte konstateras i denna studie, att mastitfallen hos korsningarna skulle ha ökat. (Zwald et al. 2005).

En studie föreslår att Holstein skulle vara mera mottagliga för mastit p.g.a. att de har ett snabbare mjölkflöde än t.ex. Jersey. Deras spenkanal är större, troligen beror detta på att ”tonus” har minskat i muskeln som ska återsluta kanalen och gör det lättare för patogener att ta sig in via spenkanalen till juvret. Även äldre kor är mera mottagliga, då de tenderar att ha en högre avkastning, med längre, mera utvidgade spenkanaler och ett snabbare mjölkflöde. (Prendiville, Pierce & Buckley, 2010).

I en undersökning av Heins et al (2007) framkom inga skillnader i celltal mellan renrasiga Holstein, Montbeliarde – Holstein och Skandinavisk Röd – Holstein. Alla medelcelltal låg på 2,9. Men Normande – Holstein korsningar hade ett celltal på 3,1, vilket var högre än för de renrasiga Holstein.

Swalve (2007) redogör för korsningar mellan Brown Swiss x Holstein. Där hade korsningarna lägre celltal än de renrasiga Holstein. I korsningar mellan SRB x Holstein var celltalet något högre än Holstein, men inte mera än 0,4.

Heins et al. (2008) fann att korsningar mellan Jersey x Holstein hade högre celltal (3,22) än för de renrasiga Holstein (2,95). Detta beror dock troligen på att Jersey i USA har ett högre medel för celltal än var Holstein har, vilket leder till att korsningar hade lite högre celltal än renrasiga Holstein.

7.4 Fruktksamhet och dödfödslar hos korsningar

7.4.1 Fruktksamhet

Fruktksamhet är, tillsammans med mastit, den vanligaste orsaken till att en ko slaktas. Det är därför ekonomiskt viktigt att ha en ko som klarar av att få avkommor. I de nordiska länderna har man sedan 1970-talet använt sig av mera balanserade totalindex. I dessa finns det medräknat, förutom mjölkproduktion, även kalvningsegenskaper, hälsa, livskraft, temperament och mastitresistens. (López Villalobos, 1998; MTT, 2006).

Fruksamhet är en egenskap som är svår att mäta. Man använder sig av två olika mått: förmåga att bli dräktig, och intervall mellan kalvning och/eller insemination och dräktighet. Arvbarheten är låg (0,02 – 0,04), men det finns en stor genetisk variation vilket gör att man kan selektera för egenskapen. Fruksamhet är ogynnsamt korrelerad med mjölkproduktion, vilket medför att kor med hög avkastning ofta är svårare att få dräktiga. Korrelationen medför att man måste ta hänsyn till både avkastning och fruktsamhet vid selektion. (Roth & Berglund, 1997).

I Norden mäter man fruktsamhet hos mjölkkor genom att avelsbedöma tjurar på basis av deras döttrars fruktsamhet. Orsaken till att fruktsamhet inkluderats i avelsmålet är att det är en ekonomiskt viktig egenskap, den är negativt korrelerad med mjölkavkastning och att den har en stor genetisk variation. (Roth & Berglund, 1997).

Fruksamheten påverkas inte bara av genetiska faktorer. Även miljön styr fruktsamheten. Det kan vara miljön kon vistas i, utfodringen hon får och skötarens förmåga att upptäcka brunst. Även årstid och ålder påverkar. Stress på grund av hög mjölkproduktion, negativ energibalans och förändringar i hormonbalansen kan vara förklaringar till sämre fruktsamhet. Storleken på miljöfaktorer kan uppskattas och korrigeras vid avelsvärderingen. (Roth & Berglund, 1993).

Bluhm (u.å.) skriver att reproduktionsförmågan har minskat de senaste 20 åren för mjölkkor. Kalvningsintervallen är längre, det är svårare att upptäcka brunst och det krävs flera inseminationer/dräktighet. Påpekas bör att det faktum att kalvningsintervallen blir längre inte alltid är kombinerat med problem med fruktsamheten. De högst mjölkande korna tillåts ha ett längre intervall, ända upp till 1,5 – 2 år, för att de ska kunna producera så mycket mjölk som de har kapacitet till. Undersökningarna som har utförts har baserat sig på att man strävar efter att ha ett intervall på ett år. (Dobson, Smith, Royal, Knight & Sheldon, 2007).

Resultat från Italien visar att vid användning av SRB och Holstein till korsningar behöver man inseminera färre gånger/dräktighet. Korsningarna hade 51 dagar kortare intervall från kalvning till ny dräktighet och krävde bara 1,8 inseminationer/dräktighet jämfört med de renrasiga Holstein som kräver 2,5 inseminationer/dräktighet. Data samlades in från åtta besättningar som alla levererar mjölk till Parmesanostproduktion. Resultaten är från första, andra och tredje laktation. Se tabell 6. (VikingGenetics, 2011b).

Tabell 6. Intervall till dräktighet och insemineringar/dräktighet

Ras	Antal kor	Intervall till dräktighet	Ins/dräktighet
Holstein	841	155	2,5
SRB x HOL	265	104	1,8
Jämfört med HOL		-51 dagar	-0,70 Ins

(VikingGenetics, 2011b)

Heins et al. (2008) fann att korsningar hade ett kortare intervall från kalvning till dräktighet. Jersey – Holstein korsningar hade 127 dagars intervall mot Holsteins 150 dagar. Detta innebär att korsningar hade drygt tre veckor kortare kalvningsintervall. Dessutom var en större del korsningar dräktiga vid 150 respektive 180 dagar efter kalvning (JER-HOL 75 % resp. 77 %, HOL 59 % resp. 61 %). Att korsningarna hade lättare att bli dräktiga kan bero på att deras kropp efter kalvning (trots att de vägde ca 60 kg mindre än Holstein) var i bättre kondition än Holstein. Korsningarna hade således mera reserver att ta till än vad Holstein hade. Jersey – Holstein korsningar blev korsade med Montbeliarde. Touchberry (1992) fann heterosis för insemineringar/dräktighet vara 12,8 %.

7.4.2 Dödfödslar

I en rapport av Berglund och Philipsson (1993) framkommer det att dödfödslarna inom SLB (svensk Holstein), har ökat till 8 % på 1990-talet jämfört med 1970-talets 5 %. Dödfödsla innebär att kalven föds död eller dör inom 24 timmar efter förlossningen. Orsaken till att dödfödslarna ökat är en större import av amerikansk Holstein (p.g.a. bättre avkastning och juverform), där man inte registrerar dödfödslar lika noggrant som i Norden.

En dödfödd kalv medför ekonomisk förlust för lantbrukaren och har också ett etiskt värde. Orsaker till dödfödelse kan bero på både genetiska och miljöfaktorer. Kalvningarna bedöms ofta genom att lantbrukarna bedömer kalvningar på en treskalig skala: lätt, normal och svår. I undersökningen framkom att frekvensen för att en kviga skulle vara dödfödd (7,4 %) var lite högre än för en dödfödd tjurkalv (6,1 %), men av de svåra kalvningarna var det dubbelt så många tjurkalvar som kvigkalvar som var dödfödda.

I den svenska studien framkom även att andelen dödfödslar varierar stort mellan olika tjurar. Den bästa tjuren hade 1,3 % dödfödslar medan den sämsta hade hela 18,7 % dödfödslar. Merparten av tjurarna med högre andel dödfödslar hade amerikanska fäder. En orsak till att dödfödslarna varierar så mycket mellan olika tjurar kan vara att de amerikanska Holstein har en större frekvens av subletala anlag. Detta skulle göra att kalvarnas livskraft sänks hos deras avkomma. (Berglund & Philipsson, 1993).

Även i Finland har kalvningssvårigheter och dödfödslar ökat under de senaste åren. Enligt Niskanen och Juga (u.å.) har kalvningssvårigheterna ökat hos finska kor, både finsk Ayshire och Holstein. Kalvningssvårigheter var tydligt korrelerad med kalvdödlighet (0,86 FAY och 0,90 för HOL). Det fanns mera kalvningssvårigheter hos Holstein, p.g.a. att de har en högre födelsevikt.

I en studie i Italien mellan renrasiga Holstein och korsningar mellan Holstein och SRB framkommer att korsningar har mindre dödfödslar och mindre andel kalvningssvårigheter (dystosi). Siffrorna redogörs i tabell 7. (VikingGenetics, 2011b)

Tabell 7. Dystosi och dödfödslar, första kalvningar

Tjur	Ko	Antal kvigor	Dystosi	Dödfödslar
SRB	HOL	389	3,0 %	1,2 %
SRB	SRB x HOL	127	1,5 %	0,8 %

(VikingGenetics. 2011b)

7.5 Livslängd och hållbarhet

Hållbarheten innebär hur länge en ko överlever i besättning. Hållbarheten är den egenskap som kombinerar alla egenskaper som är viktiga för en lång produktiv livslängd hos kon. Som en följd av en längre livslängd, kommer besättningen ha en större andel av korna i andra eller senare laktationer. Detta medför att avkastningen ökar, då kor i senare laktationer producerar mera. En ökad hållbarhet ger en minskad rekryteringsnivå eller ökad utgallring av kor med låg produktion. Den produktiva livslängden är i Finland idag runt 2,5 år (MTT, 2006; Lindhé, 1997).

Hållbarheten kan räknas ut med tre olika hållbarhetsindex, ett s.k. överlevandetal. De baseras på antalet överlevande döttrar vid: första laktationens slut, 150 dagar efter andra kalvningen och vid andra laktationens slut. I de nordiska länderna har man länge tagit hållbarheten i beaktande, om än på lite olika beräkningsgrunder från land till land. (Lindhé, 1997).

I USA använder man sig av ett annat system där man mäter den produktiva livslängden, som uttrycks som antalet dagar i laktation upp till 84 månaders ålder. De kor som utmönstras ur besättningen före 84 månader räknas inte med (vilket ger upphov till felkällor). (Tsuruta, Misztal & Lawlor, 2005).

Enligt en produktiv livslängds studie av Tsuruta m.fl. (2005) har åldersstrukturen inom de amerikanska Holstein-besättningarna ändrat till att andelen yngre kor har ökat. I slutet av 1980-talet hade en US-Holsteinko kalvat 3,4 gånger under sin livstid, samma siffra 2005 var 2,8 kalvningar per livstid. 2,8 är dessutom i underkant då kor som är under 84 månader gamla, inte räknas in i det amerikanska sättet att räkna ut hållbarhet. Detta gör att det nu finns färre potentiella ersättare per ko. Enligt denna studie är det ytterst sällan en ko överlever över fem laktationer. Dock så är laktationerna idag längre än vad de var för 20 år sedan, utmönstringsnivåer har ökat och åldersstrukturen ändrat, vilket ger besättningar med en större andel yngre kor.

I en publikation av McAllister et al. (1994) framkom det att Holstein x Ayrshire heterosis för livstidsproduktion av mjölk, fett, protein och laktos vara 17, 20, 17, respektive 16 %. Studien indikerade att en korsning skulle vara bättre än en renrasig Holstein om man ser till livstidsproduktionen. Dock så måste den linje som ”inte är Holstein” ha åtminstone 90 % av Holstein additiva genetiska värde för att detta ska lyckas. (McAllister et al. 1994).

Swalve (2007) visar att av SRB – Holstein korsningar överlever 91,8 % 365 dagar efter första kalvning. Samma siffra för Holstein var 83,2 % överlevande 365 dagar efter första kalvning. Brown – Swiss korsningar var dock sämre än de renrasiga Holstein med en överlevnadsprocent på 81,9. Heterosis för produktiv livslängd var 1,2 %, enligt en studie av VanRaden och Sanders (2003). Detta är ganska mycket lägre än för t.ex. McAllister et al (1994) i exemplet ovan.

7.6 Heterosis ur ett ekonomiskt perspektiv

Enligt Lindhé (1997) ger en ko med normal mjölkavkastning ingen vinst förrän en bit in i den tredje laktationen. Det är således viktigt att ha kor som håller längre än till bara första eller andra laktationen. En ökad hållbarhet är viktig för ekonomin då det medför att kon kan hållas kvar längre i besättningen. Optimalt för besättningen skulle vara om en ko hölls kvar i besättningen ungefär fem laktationer, vilket är ca två laktationer mer än vad vi har i dagens läge. I Finland utgör kostnader för nyrekrytering nästan en fjärdedel av mjölkproduktionens totala rörliga kostnader. (MTT, 2006).

Ur ett ekonomiskt perspektiv är livstidsavkastningen av mjölk, protein och fett mycket viktig. Livstidsproduktion består av medelavkastning per laktation och antal laktationer under livstiden. (López Villalobos, 1998).

Ur en kritisk och praktisk synvinkel är det viktigt att ta reda på om korsningsavel kommer att ge mera ekonomisk nytta än renrasavel. Ett sätt att uppskatta avelsprogrammet är genom inkomst per ko och år. Freyer et al. (2008) indikerar att heterosiseffekter kan vara stora ifall man räknar med den ekonomiska nyttan under kons hela livstid.

Heterosis för överlevnad påverkar lönsamheten i korsningsbesättningar på två sätt. För det första, det behövs mindre nyrekrytering i korsningsbesättningar jämfört med renrasiga besättningar. På grund av detta finns det flera djur som man kan sälja och man behöver föda upp färre djur till nyrekrytering. För det andra så blir proportionen äldre djur något högre i korsningsbesättningen, vilket leder till högre avkastning för mjölk, fett och protein, p.g.a. ålderseffekten. Med ålderseffekt menas att djur i en senare laktation producerar mera än de som är i första, andra eller tredje laktation. Undantag från dessa slutsatser var de besättningar som bestod av korsningar mellan Holstein och Ayrshire. Resultaten visade således att korsningskor är mera produktiva och kan vara mera lönsamma än renrasiga kor. På Nya Zeeland överlever mera än 20 % av de korsade korna till femte laktation jämfört med Holstein (Buckley, 2006; López Villalobos, 1998).

Touchberry (1992) uppskattade nivåer av heterosis till 9,4 %, 39,6 % och 12,6 % för mjölk, värde av fett- och protein respektive totalt värde per ko/laktation. Samma värden per ko/år var 6,1, 35,4 och 11,4 %. Heterosis för inkomst per ko/laktation subtraherat med foderkostnader och döda djur var 21,7 %.

McDowell och McDaniel (1968) jämförde två- och treraskorsningar med Holstein, Ayrshire och Brown Swiss med renrasiga kor för inkomst under första laktationen över foderkostnader, under olika mjölkpris och foderkostnadskombinationer. Genom att räkna ett medeltal för alla kombinationer av olika priser fick man värden på heterosis som var 11,8, 14,2 och -0,5 % för Holstein x Ayrshire, Holstein x Brown Swiss respektive Ayrshire x Brown Swiss. När man även räknat in kostnader för veterinärbehandlingar, arbete och mortalitet och heterosis kunde man få fram ett ekonomiskt värde per laktation som var 13,3, 28,9 och -6,9 %.

McAllister et al. (1994) räknade ut att heterosis för hela livstiden var 16,6 %. För livstids mjölkavkastning var heterosis 20,6 % (minus kostnader). Detta berodde på att en del korsningar var bättre än den renrasiga vad gällde produktionen, men den största fördelen berodde på bättre fertilitet och överlevnad.

Heins et al. (2008) indikerar att korsningar mellan t.ex. Jersey och Holstein blir mindre i storlek och således kunde ha fördelar i mindre kostnader för underhåll (uppfödning, etc.) än de renrasiga Holstein. Författarna påpekar att det totala ekonomiska värdet av alla egenskaper från födsel till utmönstring från besättningen måste uppskattas för att räkna ut ifall korsningar skulle ha en ekonomisk fördel.

I en studie i USA med ett flertal olika F₁-korsningar fann man att korsningar i två av tre olika beräkningsmodeller skulle ha en smärre ekonomisk fördel över Holstein. Raser med mindre vikt som fullvuxen individ utmärkte sig med att vara mera effektiva. I denna studie inkluderades inte alla egenskaper; fertilitet, kalvningssvårighet, hälsa och kalvens mortalitet räknades inte med. (VanRaden & Sanders, 2003).

Sørensen et al. (2008) däremot fann att heterosis för det totala ekonomiska värdet skulle vara minst 10 % för F₁-korsningar. Här räknades med hållbarhet och överlevnad. Dessutom var korsningar överlag mera ”robusta” än vad de renrasiga korna var. Genom att använda sig av en rekombinationsmodell, kunde man uppskatta att heterosis för en treras rotationskorsning skulle kunna vara så hög som 19,4 % för totalt ekonomiskt värde.

Generellt så framför alla studier ovan att värdet på korsningsavel måste bedömas enligt nettovinsten och inkludera flera egenskaper såsom vitalitet, fertilitet, mjölkavkastning, fett- och proteinavkastning och produktionskostnader.

8 Korsningar ute i världen

8.1 Nya Zeeland

I största delen av Europa är kostnaderna för arbete och byggnader åt mjölkkor höga, därför är det viktigt att man kan maximera produktionen/ko. I Nya Zeeland däremot har man ett extensivt system där korna går ute året om och det medför ett litet eller inget behov av byggnader åt djuren. Detta gör att man på Nya Zeeland vill maximera mjölken och mjölkens sammansättning per hektar. (Swalve, 2007).

I Nya Zeeland har man använt sig av korsningar i många år. Under 1960-talet började man med att korsa in Holstein-frisiska kor med Jersey, främst som ett steg i att uppgradera Jersey till den mera högavkastande Holstein. På 1980-talet fortsatte man dock med att strategiskt korsa kor, för att utnyttja heterosiseffekter. Främst mellan Jersey och Holstein, men även mellan Ayrshire och Holstein. Andelen heterosis hos olika korsningar visas i tabell 8 nedanför. Heterosis är gynnsam för alla egenskaper förutom celltal. (Simm, 1998, s. 89; Montgomerie, 2005).

I Nya Zeeland är de kor (som hör till produktionsuppföljningen), 40 % Holstein, 12 % Jersey, 1 % Ayrshire och 39 % är korsningar mellan Holstein och Jersey. (LIC, 2011).

Tabell 8. Heterosis effekter (F_1) i genetiska standardavvikelser på Nya Zeeland.

	HOL x JER	HOL x AY	JER x HOL
Mjölkfett	0,70	0,33	0,73
Protein	0,67	0,37	0,69
Volym	0,46	0,29	0,49
Levande vikt	0,33	0,00	0,48
Kons fertilitet	0,60	0,59	0,38
Celltal	-0,14	-0,37	-0,11
Livslängd	0,96	0,58	0,55

(Montgomerie, 2005)

En doktorsavhandling av López Villalobos (1998) redogjorde för Nya Zeelands system med korsningsavel. Denna avhandling visade att rotationskorsning kan öka lönsamheten för kommersiella besättningar, men en vida spridd användning av korsningsavel minskar mjölkindustrins antal kor som kan bli tjurmodrar. Detta medför att det genetiska framsteget inte går framåt lika fort för hela populationen.

8.2 USA: Kalifornienprojektet

Heins et al (2006) startade under början av 2000-talet upp ett korsningsprojekt i USA. Man använde sig av renrasiga Holstein, som sedan korsades med SRB, norsk röd, Montebeliarde eller Normande. SRB och den norska röda betraktades i studien som en ras, ”Skandinavisk röd”, för att de har ett gemensamt förflutet och byter tjurar och genetiskt material med varandra. Studien utfördes på sju gårdar i Kalifornien genom att kvigor inseminerades med sperma från någon av ovan nämnda raser. Från juni 2002 till januari 2005 föddes kalvarna som är grunden för studien. I tabell 9 redogörs för hur många kor och tjurar som var med i undersökningen.

Tabell 9. Antal kor och tjurar analyserade för produktion

Ras	Kor	Tjurar
Holstein	380	69
Normande x Holstein	245	24
Montebeliarde x Holstein	494	23
Skandinavisk Röd x Holstein	328	13

Orsaken till projektet är att Holstein i USA lider av sämre fertilitet och en högre inavelsgrad (år 2003 var medeltalet 5,3 %). P.g.a. att inavelsgraden har ökat är det dessutom större risk för att recessiva sjukdomar kommer till uttryck. När man använder sig av korsningsavel eliminerar man problemen med inavel. Dessutom räknar man med att det ska vara störst heterosis för egenskaper som hör ihop med fertilitet, hälsa och överlevnad.

I bilaga 1 redogörs för resultat från de fyra första laktationerna från denna studie. Det framkom att korsningarna inte översteg Holstein vad gällde mjölk- och proteinproduktion. Dock var inte Holstein signifikant bättre än SR-Holsteinkorsningar för fettproduktion (Heins et al. 2006).

Korsningarna hade mindre antal dödfödda och mindre kalvningssvårigheter. Speciellt Skandinavisk Röd utmärkte sig med låga procenttal gällande dödfödslar och kalvningssvårigheter. Korsningarna hade även kortare kalvningsintervall, mindre insemineringar/dräktighet och bättre överlevnad. (Heins et al. 2007).

8.3 Danmark

Inavelsgraden hos danska Holstein-kalvar år 2003 var 3,9 %. (Sørensen, Sørensen & Berg, 2005). Samma siffra för Dansk Jersey var 3,9 % och 1,4 % för Dansk Röd. Den effektiva populationsstorleken var 49 för Holstein, 53 för Jersey och 47 för Dansk Röd.

I Danmark utfördes ett korsningsexperiment med 1680 kor av tre olika raser och deras korsningar. Generellt fann man 10 % heterosis för total fördel främst p.g.a. bättre hållbarhet och förbättring av funktionella egenskaper. En mindre del av heterosis berodde på heterosis för produktionsegenskaper.

I en studie av Sørensen, Madsen, Sørensen & Berg (2006) undersöktes juverhälsan hos dansk Holstein. Ett minimi på 140,000 kor/egenskap inkluderades. Inavelsgraden var 3,3 % i medeltal. Inavelsdepression påverkade alla undersökta egenskaper negativt (mastitfall i första, andra och tredje laktation och celltal). Studien utfördes för att kunna bedöma kostnaden för inavel, och ett steg på vägen är att dela upp egenskaperna var för sig. Den minskade inkomsten över tre laktationer var i 11,00 US \$, under danska produktionsförhållanden. Inavel påverkade i hög grad resistensen mot mastit, vilket visas i studien. I takt med att inavelsgraden ökar stiger fallen av mastit i de tre första laktationerna och celltal ökar i den första laktationen. Det är en kostsam sjukdom, som påverkar vinsten.

Förutsättningen för att kunna använda sig av korsningsavel är att det finns renrasiga djur att tillgå. Sørensen et al (2008) skriver att så länge som korsningsdjuren utgör mindre än 50 % av besättningen så kan man ännu idka selektion på de renrasiga djuren. I Danmark kan 24 % av jordbrukarna tänka sig att börja med korsningsavel.

9 Finlands mjölkpopulation

9.1 Historia

I Finland dominerade länge lantraserna, dvs. nord-finsk, öst-finsk och väst-finsk boskap. Innan andra raser började importeras var det viktigt att djuren var starka dragdjur och hade ett gott lynne. Till stor del var det fråga om naturligt urval, de som var bäst lämpade för miljön klarade sig. Korna levde ofta i mera krävande miljöer, än vad dagens nötkreatur behöver göra. Detta gjorde att lantraserna blev hållbara, motståndskraftiga och fick en förmåga att klara sig på mindre mat. (Lilja, 2007, s 51 – 68).

I början av 1800-talet började Finland importera utländska mera högproducerande raser. Populationen av lantraser minskade kraftigt. 1845 och 40 år framåt importerades en stor del Ayrshire, eftersom de ansågs passa det finländska klimatet bra, var likadana i utseendet och producerade bra. Andra raser importeras också, men bara Ayrshire fick ett starkt fotfäste. Under denna tid var det mycket vanligt att korsa Ayrshiretjuren (ofta bestod en gårds djur av två kor och en tjur) med lantraskorna i trakten runtomkring för att snabbt sprida Ayrshires goda egenskaper. Ayrshire hade snabbt gått om lantraserna i både mjölk- och köttproduktion. (Lilja, 2007, s 51 – 68).

Under slutet av 1800- och början av 1900-talet grundades de första avelsföreningarna och man började stambokföra djuren. Avelsföreningar grundades för de tre lantraserna och Ayrshire. Under 1960-talet importerades de första frisiska korna från Sverige och Danmark. (Lindström, 1982; Holma, 1982; Lilja, 2007, s 51 – 68).

1971 grundades SKJY (Suomen kotieläinjalostusyhdistys, Finlands husdjursavelsförening), aveln fokuserades då till största delen på frisiska kor och Ayrshire kor. Lantraserna minskade snabbt i antal, år 1955 var 52 % lantraser och 44 % Ayrshire. 1970 var andelen 21 % lantraser, 77 % Ayrshire och 1 % frisiska. 2004 var lantraserna bara en liten del av Finlands mjölkpopulation med lantraser 1 %, Ayrshire 71 % och Frisisk Holstein 28 %. (Lilja, 2007, s 51 – 68).

9.2 Ayrshire

Ayrshire är den vanligaste mjölkrasen i Finland, 62 % av mjölkkorna i Finland är Ayrshire. De bästa korna har överstigit 19 000 mjölkkilon i sin årsproduktion. Medelproduktion, levande vikt och mjölk- och proteinhalt för 2008 redogörs i tabell 10 och 11. I Finland fanns år 2011 194 300 kor i populationen, av dessa var 147 000 anslutna till kokontrollen (Himanen 16.9.2011). Se tabell 12. (Faba, 2009).

Tabell 10. Medeltal, mjölk och levande vikt för alla mjölkraser i Finland, 2008.

	Levande vikt (kg)	Mjölk (kg)
Ayrshire	573	8561
Holstein	618	9248
Finsk boskap	526	6223
Jersey	488	7922

(Faba, 2009)

9.3 Holstein

Holstein är världens vanligaste mjölkras. I Finland är 32 % av korna Holstein. Rekordet för Holstein har varit över 21 000 mjölkkilon i Finland. Holstein har högst avkastning vad gäller mjölmängd, men låg för fett- och proteinhalt, se tabell 10 och 11. I Finland fanns år 2011 92 800 Holsteinkor i populationen, av dessa var 75 000 anslutna till kokontrollen (Himanen 16.9.2011). Se tabell 12. (Faba, 2009).

Tabell 11. Medeltal, fett- och proteinhalt för alla mjölkraser i Finland, 2008.

	Fetthalt (%)	Proteinhalt (%)
Ayrshire	4,33	3,48
Holstein	3,99	3,40
Finsk boskap	4,38	3,50
Jersey	5,16	3,90

(Faba, 2009)

9.4 Finsk boskap

Finska boskapen är indelad i tre typer, den bruna väst-finska boskapen (VFB), den vitryggade öst-finska boskapen eller ”kyyttö” (ÖFB) och den vita lappkon/nord-finsk boskap (NFB). Alla tre typer är i allmänhet hornlösa. Finsk boskap kallas även för lantraser. Två av tre lantraser (ÖFV & NFB) är enligt Kantanen och Vilkki (2005) utrotningshotade. Enligt en databas som sammanställts av FAO är en ras utrotningshotad när det bara finns 1 000, eller färre, hondjur kvar att avla på, eller bara 20 avelshannar eller färre. Lantraserna producerar, beroende på ras, ca 2000 – 3000 liter mindre än Ayrshire och Holstein (Lilja, 2007; s 51 – 68; Faba, 2009).

Av finsk boskap fanns det år 2011 totalt 2 900 lantraser i populationen, 2 700 av dessa var med i produktionsuppföljningen (Himananen 16.9.2011), se tabell 12. Största delen av dessa är av typen väst-finsk boskap. Den högsta årsproduktionen av mjölk som uppnåtts är 17 000 kg för finsk boskap. (Faba, 2009).

Tabell 12. Antal kor i Finland.

	Hela populationen	Prod.uppföljn.	% i prod.uppföljn.
Holstein	92800	75000	80,82 %
Ayrshire	194300	147000	75,66 %
FBK	2900	2700	93,10 %
Totalt	290000	224700	77,48 %

9.5 Jersey

Jersey är världens näst vanligaste mjölkkras. År 2008 fanns det 22 jerseykor med i produktionsuppföljningen, den finns därför inte med i tabell 12 då det finns så få kor av denna ras. Jersey är känd för höga fett- och proteinhalter i mjölken, se tabell 11. Medeltal för mjölkproduktion hos Jersey i Finland finns i tabell 10. Det är en ganska liten ko med ett gott lynne. Det finns både Jersey med horn och utan horn. (Faba, 2009).

10 Resultat

I dagens intensiva mjölksystem, med mindre tid för varje ko, är det viktigt att ha en ko som är robust. Allt mer fokus sätts på att minska kostnaderna. Konsumenten ställer även högre krav än förr på t.ex. hållbar utveckling och djurens välmående. En ko som inte kräver extra omvårdnad, utan mer eller mindre sköter sig själv är då idealisk. (Buckley, 2006).

Korsningsavel hos mjölkkor har inte slagit igenom då korsningar sällan har bättre avkastning än Holstein. Men, ifall andra viktiga faktorer tas i beaktande (såsom produktiv livslängd, fertilitet och överlevnad) så kan det mycket väl hända att korsningar eller andra raser skulle ha en fördel över Holstein. Speciellt om man har information så att man kan räkna ut hur mycket större ekonomisk fördel man skulle få ut ett livstidsperspektiv. (McAllister et al. 1994)

López Villalobos (1998) skriver att för att kunna få den heterosis-effekt som behövs för lönsamhet krävs det att man använder sig av rotationskorsning. Detta för att lantbrukaren själv kan producera korsningshonor för rekrytering till sin egen besättning. Fördelen med rotationskorsning är att det behövs bara renrasiga tjurar eftersom de korsade korna ersätter sig själva. För att kunna utföra rotationskorsning krävs det att man har kontrollerade betäckningar och kan identifiera sina djur. Detta går bra med dagens system med artificiell insemination och produktionsuppföljningen inom mjölkproduktionen.

Flera källor anser att treras-rotationskorsning är att föredra hos mjölkkor för att optimera heterosiseffekten över generationer hos korsningsdjuren. (Ericson, 1987; Ahlborn-Breier & Hohenboken, 1991; Hansen, 2006; Swalve, 2007). Då kan man utnyttja en högre korsningseffekt, och ha en hög andel korsningskor i sin population/besättning. Sørensen et al. (2008) påpekar att dessa tre raser bör ha så liknande genetisk nivå (additivt värde) som möjligt, endast en av de tre raserna kan avvika lite från detta.

Ahlborn-Breier och Hohenboken (1991) föreslog istället ett korsningssystem med tvårasrotationskorsning för att behålla andelen heterosis (för Nya Zeeland). Raserna som föreslogs var Holstein och Jersey eftersom de ligger relativt långt ifrån varandra släktskapsmässigt. Det påpekades dock att det är viktigt att hålla kvar en tillräckligt stor renrasig population för att kunna öka det additiva genetiska värdet inom gruppen, och få ett genetiskt framsteg inom den renrasiga populationen. Tvårasrotationskorsning skulle vara lätt att upprätthålla. (McAllister, 2002).

I en studie av Prendiville et al. (2010) framkom det att korsningar mellan Jersey och Holstein inte skiljde sig nämnvärt när det gäller mjölkbarheten. Detta tyder på att likformigheten i mjölkningsprocessen skulle hållas kvar även i en blandad besättning.

VikingGenetics (ProCross, 2011) har just startat upp ett program med korsningsavel. Där förespråkas en treras-rotationskorsning för att kunna utnyttja den fulla effekten av heterosis. Heterosis hos en tvåraskorsning minskar redan i den andra generationen. Och med en fyrraskorsning skulle det vara för svårt att hitta fyra konkurrenskraftiga raser. Då är en trerasrotation ett optimum då heterosis behålls på 86 %. För att göra det lättare att följa med systemet använder man sig av tre olika färger vid märkningen av kalvarna. T.ex. en kalv som har Holstein som far får en blå märkning, en av Ayrshire får en röd osv. När du ser vilken färg djuret har på lappen i örat kan du lätt avgöra vilken ras som det ska insemineras med.

Korsningsavel är ett attraktivt alternativ för lantbrukare i Europa och Norra Amerika. F₁-djur visar fördelar med hänsyn till fertilitet och överlevnad, medan deras produktionsförmåga delvis når upp till den som Holstein har. Flera källor poängterar användningen av högt rankade inseminationstjurar, oberoende av vilken ras man använder sig av. (Heins et al. 2008; Sørensen et al. 2008).

Korsningar har en fördel för funktionella egenskaper såsom överlevnad och fertilitet. Dock så är det flesta resultat från studier som utförts från F₁-korsningar. För en lantbrukare som ska börja med korsningsavel krävs det att man har en strategi för att gå vidare från F₁-korsningarna. Tillbakakorsning till t.ex. Holstein minskar på heterosiseffekten och är kanske inte den bästa lösningen. Ifall könssorterad sperma skulle komma i mera allmän användning skulle möjligheten att producera korsningsdjur kanske öka markant. Man ska dock inte använda sig av korsningsavel som en kortsiktig lösning för att lösa andra problem i besättningen. Systematisk korsningsavel skulle kräva långsiktiga avelsplaner för att avkommepröva både renrasiga och korsade djur. (Swavle, 2007).

Vilka raser man använder sig av beror lite på vad man vill få ut av korsningarna. Helst så ska de vara så långt ifrån varandra släktmässigt som möjligt. Vill man minska kalvningssvårigheter och dödfödslarna ska man använda sig av Jersey eller de nordiska röda raserna (FAY, SRB, RDM). (Heins et al. 2010).

Sørensen et al. (2008) säger att för Holsteinbesättningar (ifall man tänkt börja med trerasrotationskorsning), borde den första tjuren man sätter på sina kor vara någon av de nordiska röda raserna. De är testade under nordiska produktionsförhållanden. För att undvika minskad heterosis ska man inte använda sådana tjurar som bär på en del Holsteingener, ifall det går att undvika. För danska förhållanden ges Jersey som den tredje rasen, eftersom Danmark testat ca 60 st Jerseytjurar varje år. Montbeliarde föredras av vissa, för att korna då blir mera lika i storlek. Mjölk-Simmental, Normande och Brown Swiss rekommenderas inte då dessa raser inte har samma typ av produktionsuppföljning som i Norden. I de nordiska länderna har man i över 25 år fokuserat avelsmålen på både produktions- och funktionella egenskaper.

En källa föreslår dock att korsningsavel inte skulle vara till nytta i de intensiva system som finns inom mjölkproduktionen i Europa. Korsningar kan inte producera mera än Holstein i dessa system. Detta beror dels på fördelen av det additiva genetiska värdet för mjölk och fett- och proteinhalt i denna ras, men även för att heterosisnivån oftast är låg för produktion. Det kan ändå vara till nytta i ett system som är mera extensivt och baserar sig på beten. Dock så påminner författarna oss om att det finns ett ökat intresse för hälsa och fertilitet och det faktum att det är större heterosis för dessa egenskaper kan göra att korsningsavel eller syntetiska raser även inom mjölkproduktionen skulle öka. Ökad användning av embryoöverföring och könssorterad sperma kan innebära att de blir enklare att utföra korsningsavel och att det således blir mera attraktivt för lantbrukarna att utföra det. (Simm, Oldham & Coffey, 2001).

11 Diskussion

I Finland finns idag två dominerande raser, Ayrshire och Holstein. Det skulle således vara teoretiskt möjligt att använda sig av en tvårasrotationskorsning. Ser man dessutom till hur strukturen inom aveln blivit allt mera global skulle det kanske inte vara helt omöjligt att importera en tredje ras, med frysta doser till korsning. Denna ras skulle dock behöva vara nära Holstein och Ayrshire i storlek och avelsvärde för att kunna komplettera dessa två.

För lantbrukarna är det viktigt att alla kor i en besättning är så likadana varandra som möjligt. Ju mer högteknologiska system vi får, desto viktigare är det att tekniken och korna fungerar så perfekt som möjligt. Detta är ytterst viktigt t.ex. i en robotladugård. Eftersom det bara mjölkas en till två kor åt gången måste kon ha en bra mjölkbarhet, juvret vara bra placerat och spenarna lätta för robotarmen att hitta. Då är det viktigt att få så likadana djur som möjligt om man funderar på korsningsavel och vilka raser man ska korsa.

Korsningsavel kan med fördel användas inom mjölkproduktionen. Några studier indikerar att det skulle ge en bättre ekonomisk nytta med korsningsavel, men dessa är bara ett fåtal. Forskningen talar för att systematisk korsningsavel kan användas av lantbrukare för att öka inkomsten, men flera studier behövs.

Efter genomgången av litteratur och de studier som finns gällande korsningsavel av mjölkkor kan man konstatera att det ännu har forskats för litet inom detta område. Ingen av de nämnda studierna baserade sig på finska förhållanden, även om det fanns de som använde sig av de nordiska röda raserna i sina undersökningar. Långtgående slutsatser om detta skulle löna sig i finska förhållanden kan därför inte dras.

Dock så finns det potential för att tillämpa sig av ett dylikt system även i Finland. Den finska populationen av Ayrshire och Holstein har, precis som andra populationer världen över, drabbats av allt högre inavelsgrad och problem vad gäller fitness. Eftersom det idag finns ett bra nätverk för import och export av frysta spermadoser, är det praktiskt möjligt att föra in en tredje ras i ett rotationskorsningssystem. Idag finns det kanske för lite information om hur man ska göra, och vilka fördelar och nackdelar korsningar har. En grundlig undersökning skulle troligen behöva genomföras, för att få lantbrukare mera intresserade av korsningsavel. Detta kräver dock att det skulle finnas långtgående planer och riktlinjer för hur man ska gå tillväga i samband med uppgörelsen av avelsplan.

Ifall man bestämmer sig för att börja med korsningsavel är rotationskorsning med så långt ifrån besläktade raser som möjligt att föredra. För att maximera heterosis skulle man behöva använda sig av tre raser. I Finland finns redan Holstein och Ayrshire. Jag föreslår Dansk Jersey, eftersom de registreras i en produktionsuppföljning som liknar den vi har i Finland. Dansk Jersey har även fötts upp i nordiska produktionsförhållanden. Danmark har, precis som Finland, långt utarbetade avelsmål som inkluderar fertilitet, hälsa, sjukdomsfall osv. Ifall man vill undvika storleksskillnader mellan korsningarna skulle det teoretiskt sett gå att använda sig av franska Montbeliarde, som är i samma storleksklass som Holstein. Andelen korsningsdjur i besättningen ska inte överstiga 30 %, för att man ännu ska kunna få fram ett genetiskt framsteg hos de renrasiga djuren.

Svensk SRB anses inte vara lämplig att använda sig av då de delar en stor del av samma gener som den finska Ayrshire har. På grund av det nära släktskapet skulle det inte vara möjligt att få ut en tillräckligt stor heterosiseffekt.

12 Erfarenheter på den egna hemgården

Hemma på vår gård i Österbotten har vi ca 65 kor och robotmjölkning. Korna föds upp i varm lösdrift, med spaltgolv. Vi utfodrar våra kor med fullfoder (bestående av ensilage, hö, halm, malet spannmål + kraftfoder). Kalvarna föds de första dagarna upp med råmjölk, sedan på vanlig mjölk i ett par veckor. Vid förflyttning till de större boxarna övergår de till pulvermjölk och vatten. Alla kalvar går på djupströbädd till ca ett halvårs ålder. Därefter förflyttas de till spaltgolv.

Största delen av korna är Ayrshire och ett tiotal är Holstein. Vi har inte aktivt använt oss av korsningsavel med mjölkkraser, annat än att vi korsat in köttraser med de kor som vi inte vill avla vidare/de som inte blir dräktiga. Idag har vi en korsningsko, Svea, hemma. Hon köptes in till gården som kviga och är i nuläget den äldsta kon i besättningen. Hon är en korsning mellan Holstein och Ayrshire.



Bild 2. Svea (HOL x FAY)

Svea föddes den fjärde september 2003 på en gård i Forsby, Pedersöre. Fadern var Välimaan Päämies EtTv (HOL) och modern hette Orvokki (FAY), morfader var Peltosaaren Melli (FAY). Som dräktig kviga köptes hon till vår besättning. Hon är i nuläget inne i sin sjätte laktation och har totalt producerat 76 898 kg mjölk (75 524 kg EKM, energikorrigerad mjölk). Medelproduktionen per laktation har varit 12 370 kg mjölk, 3,84 % fett och 3,46 kg protein.

Medelproduktionen i besättningen var år 2011 8 905 kg mjölk, 4,33 % fett och 3,48 % protein. Svea ligger således högt över medeltalet i besättningen. Medelproduktionen i Finland ligger på 8 886 kg/ko/år år 2010 (Faktaaffeln, 2011).

Svea har varit en frisk ko, och fött sex stycken kvigor. Alla kvigor har varit återkorsningar till Holstein. Av dessa sex avkommor är två i produktion idag, två är ännu kvigor, en har sålts och en dog tyvärr i januari efter komplikationer från ett kejsarsnitt vid sin första kalvning. Hon som dog efter kejsarsnittet hade ett lovande avelsvärde enligt beräkningar. De avkommor som är i produktion idag, har inte varit lika bra som Svea när det gäller produktionen. Detta kan bero på att heterosiseffekten hos F_2 -återkorsningar bara är 50 % till skillnad från F_1 -generationen där heterosis är 100 %. Kanske skulle det ha varit möjligt att få bättre kalvar under Svea genom att korsa in en tredje ras?

Trots att vi bara har vår enda korsningsko som referens så blev undertecknad intresserad av detta. Jag läste på lite mera och vi bestämde oss hemma att prova på lite korsningar i mindre skala. I samma veva fick jag förslag till min rubrik till detta arbete och jag hoppas att detta kan kasta lite mera ljus över hur vi ska gå tillväga i avelsarbetet på hemgården.

År 2011 seminerade vi tre stycken Ayrshirekvigor med könsbestämd (90 % chans → kviga) Jerseysperma. Vi valde att inseminera kvigor för att Jersey är en litet mindre ras och kalvarna då torde bli mindre, vilket skulle leda till mindre kalvningssvårigheter. Vid valet av kvigor valde vi de som låg i mitten för medeltalet i vår besättning. Då råkade det sig så att det var Ayrshirekvigor som valet föll på. (Gammelgård. 2.4.2012)

Av de tre kvigor som inseminerades under 2011 blev två dräktiga och den ena Jersey-Ayrshire korsningen föddes i slutet av januari 2012. Det blev en kviga som döptes till ”Jaffa”, men kallas ”Smulan” av alla på gården. Den andra kalven väntas bli född i månadsskiftet mars – april. Eftersom korsningarna ännu inte är födda/inne i produktionen finns det inte några uppgifter om hur de klarat sig i förhållande till de andra korna i besättningen, men vi hoppas förstås på det bästa. Dock så kan konstateras att ”Smulan” är en pigg och väldigt lugn kalv, inte alls lika sprallig som de andra Ayrshire. Hon är även mindre till växten, helt brun och har lite annorlunda päls än vad våra renrasiga Ayrshire har.



Bild 3. Smulan (JER x FAY)

Källförteckning

Litteratur:

Berg, P., Sørensen, M.K., Christensen, L.G., Sørensen A.C. & Nielsen H-M. (2002). Chapter 7: Optimisation of breeding schemes and control of inbreeding. In: Jensen, J., Sørensen, P., Vigh-Larsen, F., Bendixen, C., Callesen, H. & Sørensen, D (ed.), *Animal breeding and genetics in the 21st century – Status and visions for future research*. DIAS Report Animal Production no 38. Tjele, DK: Danish Institute of Agricultural Sciences.

Bergsten, C., Bratt, G., Everitt, B., Gustafsson, A.H., Gustafsson, H., Hallén-Sandgren, C., Olsson, A.C., Olsson, S-O., Forshell, K.P. & Widebeck, L. (1997). *Mjölkkor*. Helsingborg: LT.

Callesen, H., Vajta, G., Greve, T. & Maddox-Hyttel, P. (2002) Chapter 6: Reproductive Technologies in Farm Animal Breeding and Production. In: Jensen, J., Sørensen, P., Vigh-Larsen, F., Bendixen, C., Callesen, H. & Sørensen, D (ed.), *Animal breeding and genetics in the 21st century – Status and visions for future research*. DIAS Report Animal Production no 38. Tjele, DK: Danish Institute of Agricultural Sciences.

Castle, M. & Watkins, P. (1979). *Modern milk production*. London: Faber and Faber Limited

Cunningham, E.P. & Syrstad, O. (1987). *Crossbreeding bos indicus and bos taurus for milk production in the tropics*. Rome: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Einarsson, S., Gustafsson, H., Larsson, K., Swensson, T. & Söderqvist, L. (1987). *Artificiell insemination och reproduktion (Nötkretur, svin, får, get, häst, räv, fjäderfä, fisk, bi)*. Hållsta, Eskilstina: Svensk Husdjursskötsel.

Ericson, K. (1987). *Crossbreeding effects between two Swedish dairy breeds for production and reproductive traits*. Licentiatavhandling. Rapport 76. Uppsala: Institutionen för husdjursförädling och sjukdomsgenetik/Swedish University of Agricultural Sciences Department of Animal Breeding and Genetics.

Faktaaffeln. (2011). *Faktaaffeln – Statistik om livsmedelsbranschen*. Föreningen Matinformation rf.

Goddard, M.E. & Wiggans, G.R. (1999). Genetic improvement of dairy cattle. In: Fries, R. & Ruvinsky (ed.). *The genetics of cattle*. Wallingford, UK: CABI Publishing

Holma, K. 1982. Suomen ayrshirejalostuksen historia 1951 – 1981. Mikkeli

Juga, J. & Maijala, K. & Mäki-Tanila, A. & Mäntysaari, E. & Ojala, M. & Syväjärvi, J. (1999). *Kotieläinjalostus*. Jyväskylä: SKJY.

Kantanen, J. & Vilkki, J. 2005. Chapter 4.2. Molecular characterisation of genetic resources in cattle and sheep for preserving breeding options. In: Jalkanen, A. & Nygren,

- P. (ed.). *Sustainable use of natural resources – from principles to practices*. Helsinki: University of Helsinki Department of Forest Ecology Publications. 34.
- Kirkpatrick, B.W. (1999). Chapter 13. Genetics and biology of reproduction in cattle. In: Freis, R. & Ruvinsky, A (ed.). *The genetics of cattle*. Wallingford, UK: CABI Publishing
- Kinghorn, B.P. & Simm, G. (1999). Chapter 20. Genetic improvement of beef cattle. In: Freis, R. & Ruvinsky, A (ed.). *The genetics of cattle*. Wallingford, UK: CABI Publishing
- Lilja T. (2007). 4: Suomalaisten maataislehmien vaiheet omavaraisesta ataloudesta 2000-luvulle. Karja, M. & Lilja, T. (toim). 2007. *Alkuperäisrotujen säilyttämisen taloudelliset, sosiaaliset ja kulttuuriset lähtökohdat*. Jokioinen: MTT.
- Lindhé, B. (2009). *Avel med mjölkboskap under 200 år – En redovisning av genetiska och miljöbetingade faktorer som påverkat utvecklingen av mjölkarna i Sverige under de senaste 200 åren*. Skara
- Lindström, U.B. (1982). *Jalostusoppi*. Helsinki: Helsingin Yliopisto.
- Marcussen, D. & Krog Laursen, A. (2008). *The Basics of Dairy Cattle Production*. Denmark: Landbrugsforlaget.
- Mao, I.L. (2002). Chapter 11: Genetic methods to improve production efficiency and reduce production stress in dairy cattle. In: Jensen, J., Sørensen, P., Vigh-Larsen, F., Bendixen, C., Callesen, H. & Sørensen, D (ed.), *Animal breeding and genetics in the 21st century – Status and visions for future research*. DIAS Report Animal Production no 38. Tjele, DK: Danish Institute of Agricultural Sciences.
- Meredith, M. (1995). *Animal breeding and infertility*. Oxford: Blackwell Sciences.
- Nilsson, M. (2009). *Mjölkkor*. Stockholm: Natur & Kultur.
- ProAgria. (2004). Lönsam mjölkproduktion. *ProAgria Svenska lantbrukssällskapens förbunds publikationer*, serie B 91.
- Simm, G. (1998). *Genetic improvement of cattle and sheep*. Tonbridge, UK: Farming Press, Miller Freeman UK Limited.
- Simm, G., Oldham, J.D. & Coffey, M.P. (2001). Dairy cows in the future. In: Diskin, M.G. (ed.), *Fertility in the high producing dairy cow*. Ireland: British Society of Animal Science Occasional Publication No. 26, vol 1.
- Svenska Akademiens ordlista. (1998). *Svenska Akademiens ordlista över svenska språket*. Norge: Svenska Akademien. Tolfte Upplagan, Tredje Tryckningen.
- Turner, J. (2010). *Animal breeding, welfare and society*. London: Earthscan.
- Van der Werf. (u.å.). An overview of animal breeding and the role of new technologies. In: Kinghorn, B. & van der Werf, J. & Ryan, M. *Animal Breeding – Use of New Technologies*. Sydney: The Post Graduate Foundation and Veterinarian Science of the University of Sydney.

Avhandlingar

López Villalobos, N. (1998). *Effects of crossbreeding and selection on the productivity and profitability of the New Zealand dairy industry*. PhD Thesis. Massey University: Palmerston North. New Zealand

Vetenskapliga publikationer

Berglund, B. & Philipsson, J. (1993). Dödfödslarna ökar inom låglandsrasen. Uppsala: *Fakta Husdjur*, 8.

Buckley, F. (2006). Crossbreeding Studies – Update från Moorepark. NODPA News, Ireland: Moorepark Livestock Research Center.

Driscoll, C.A., Macdonald, D.W. & O'Brien, S.J. 2009. From wild animals to domestic pets, an evolutionary view of domestication. *PNAS*, vol 106, suppl. 1, 9971-9978.

Dobson, H., Smith, R.F., Royal, M.D., Knight, C.H. & Sheldon, I.M. (2007). The high producing dairy cow and its reproductive performance. *Reprod. Domest. Anim.*, 42 (suppl 2): 17 – 23.

FAO. (2007). *The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture; Section D, Part 4: Genetic improvement methods to support sustainable utilization*. Rome. s. 396-400.

Franklin, I.R. & Frankham, R. (1998). How large must populations be to retain evolutionary potential. *Animal Conservation*, Vol 1, Issue 1: 69 – 70.

Hansen, L.B. (2006). *Monitoring the worldwide genetic supply for cattle with emphasis on managing crossbreeding and inbreeding*. In proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18. Belo Horizonte, MG, Brazil.

Heins, B., Hansen, L. & Seykora, T. (2007). The California experience of mating Holstein cows to A.I. sires from the Swedish Red, Norwegian Red, Montbeliarde and Normande breeds. University of Minnesota.

Jorjani, H. (2009). *Population genetics basis of quantitative genetics*. Uppsala; Department of Animal Breeding och Genetics Swedish University of Agricultural Sciences.

Lindhé, B. (1997). Avel för hållbara kor. Uppsala: *Fakta Husdjur Nr 8*, 1997.

MTT. (2006). Kestävä lehmä – Lypsylehmien poiston syyt ja kestävyiden taloudellinen merkitys. Anna-Maija Heikkilä (toim.). Helsinki: MTT Taloustutkimus

Mäki-Tanila, A. (2007). An overview on quantitative and genomic tools for utilizing dominance genetic variation in improving animal production. *Agricultural and Food Science*, Vol 16, 188 – 198.

Roth, A. & Berglund, B. (1997). Avel för fruktsamma kor. Uppsala: *Fakta Husdjur*, 9.

Swalve, H.H. (2007). Crossbreeding in dairy cattle: International trends and results from crossbreeding in Germany. *Lohmann Information*, 42, 38 – 46.

Journaler

Ahlborn-Breier, G. & Hohenboken, W.D. (1991) Additive and nonadditive genetic effects on milk production in dairy cattle: Evidence for major individual heterosis. *Journal of Dairy Science*, 74 (2), 592 – 602.

Bryant, J.R., Lópes-Villalobos, N., Pryce, J.E., Holmes, C.W., Johnson, D.L. & Garrick, D.J. (2007). Short Communication: Effect of environment the expression of breed and heterosis effects for production traits. *Journal of Dairy Science*, 90, 1548 – 1553.

Dechow, C.D., Rogers, G.W., Cooper, J.B., Phelps, M.I. & Mosholder, A.L. Milk, fat, protein, somatic cell score and days open among Holstein, Brown Swiss, and their crosses. *Journal of Dairy Science*, 90, 3542 – 3549.

Freyer, G., König, S., Fischer, B., Bergfeld, U. & Cassell, B.G. Invited review: Crossbreeding in dairy cattle from a german perspective of the past and today. *Journal of Dairy Science*, 91, 3725 – 3743.

Heins, B.J., Hansen, L.B., Seykora, A.J., Johnson D.J., Linn, J.G., Romano, J.E. & Hazel, A.R. (2008). Crossbreds of Jersey x Holstein with pure Holsteins for production, fertility, and body and udder measurements during first lactation. *Journal of dairy science*, 91: 1270 – 1278.

Heins, B.J., Hansen, L.B., Hazel, A.R., Seykora, A.J., Johnson, D.J. & Linn, J.G. (2010) Birth traits of pure Holstein calves Montbeliarde-sired crossbred calves. *Journal of Dairy Science*, 93, 2293 – 2299.

McAllister, A.J., Lee, A.J., Batra, T.R., Lin, C.Y.m Roy G.L., Vesely, J.A., Wauthy, J.M. & Winter, K.A. (1994). The influence of additive and nonadditive gene action on lifetime yields and profitability of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 77 (8), 2400 – 2414.

McAllister, A.J. (2002). Is crossbreeding the Answer to Questions of Dairy Breed Utilization? *Journal of Dairy Science*, 85, 2352 – 2357.

McDowell, R.E. & McDaniel, B.T. (1968). Interbreed matings in dairy cattle. III. Economic aspects. *Journal of Dairy Science*, 51 (10), 1649 – 1658.

Prendiville, R., Pierce, K.M. & Buckley, F. (2010). A comparison between Holstein-Friesian dairy cows and their F1 cross with regard to milk yield, somatic cell score, mastitis, and milking characteristics under grazing conditions. *Journal of Dairy Science*, 93, 2741 – 2750.

Sørensen, A.C., Sørensen, M.K. & Berg, P. (2005). Inbreeding in Danish dairy cattle breeds. *Journal of Dairy Science*, 88: 1865 – 1872.

Sørensen, A.C., Madsen, P., Sørensen, M.K. & Berg, P. (2006). Udder health shows inbreeding depression in Danish Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 89, 4077 – 4082.

Sørensen, M.K., Norberg, E., Pedersen, J. & Christensen, L.G. (2008). Invited review: Crossbreeding in dairy cattle: a Danish perspective. *Journal of dairy science*, 91, 4116 – 4128.

Tsuruta, S., Misztal, I. & Lawlor, T.J. (2005). Changing definition of productive life in US Holsteins: Effect on genetic correlations. *Journal of Dairy Science*, 88, 1156 – 1165.

VanRaden, P.M. & Sanders, A.H. (2003). Economic merit of crossbred and purebred US dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86, 1036 – 1044.

Walsh, S., Buckley, F., Perry, D.P., Rath, M., Pierce, K., Byrne, N. & Dillon, P. (2007) Effects of breed, feeding system, and parity on udder health and milking characteristics. *Journal of Dairy Science*, 90, 5767 – 5779.

Willham R.L. & Pollak E. (1985). Symposium: Heterosis and crossbreeding. *Journal of Dairy Science*, 68 (9), 2411 – 2417.

Wolfová, M., Wolf, J., Kvaplík, J. & Kica, J. (2007). Selection for profit in cattle: II. Economic weights for dairy and beef sires in crossbreeding systems. *Journal of Dairy science*, 90, 2456 – 2467.

Touchberry, R.W. & Bereskin, B. (1966). Crossbreeding dairy cattle. II. Weights and body measurements of purebred Holsteins and Guernsey females and their reciprocal crossbreds. *Journal of Dairy Science*, 49 (6), 647 – 658.

Touchberry, R.W. (1992). Crossbreeding effects in dairy cattle: The Illinois Experiment, 1949 to 1969. *Journal of Dairy Science*, 75 (2), 640 – 667.

Zwald, N.R., Weigel, K.A., Chang, Y.M., Welper, R.D. & Clay, J.S. (2005). Genetic evaluation of dairy sires for milking duration using electronically recorded milking times of their daughters. *Journal of Dairy Science*, 88, 1192 – 1198

Tidningar

ProCross No 1. (2011). *News ProCross Montbeliarde/Holstein/Swedish Red, Swedish Red/Holstein/Montbeliarde – The best proven crossbreeding program*. Denmark: VikingGenetics & Coopex Monebeliarde.

Personlig kommunikation

Gammelgård, T. Personlig kommunikation 2.4.2012. Avelsrådgivare Faba

Föreläsning

Himanen, A. Föreläsning 16.9.2011. ”VikingGeneticsin jalostusohjelmat”. Rotukoordinaattori VikingRed. Pieksämäki: VikingGenetics.

Elektroniska källor

Bluhm, W. (u.å.). *The role of crossbreeding in UK dairy breeding*. Independent report written by Wes Bluhm livestock specialist from International Agri-Technology Centre. [http://www.afmp.co.uk/C12571CA003C020A/AllGraphics/LKEH7YHKWX/\\$FILE/CrossbreedingReportFINAL.pdf](http://www.afmp.co.uk/C12571CA003C020A/AllGraphics/LKEH7YHKWX/$FILE/CrossbreedingReportFINAL.pdf) (Hämtad 30.3.2012 kl. 11:05)

Faba. (2009). *Mjölkraserna i Finland*. <http://www.faba.fi/sv/avel/mjolkboskap/raserna> (Hämtad 7.3.2012 kl. 10:48)

Kastelic, J. (2010). *Are we conserving or condemning genetic diversity*. Agriculture and Agri-food Canada. http://www.usask.ca/wcvm/research/genetic_workshop/Dr.John.Kastelic.pdf (Hämtad 7.3.2012)

LIC. (2011). *Dairy Statistics 2010 – 2011*. <http://www.lic.co.nz/pdf/DAIRY%20STATISTICS%2010-11-WEB.pdf> (Hämtad 6.3.2012 kl. 13:50) www.lic.co.nz

Montgomerie, W.A. (2005). *Ten years of multi-breed evaluations and crossbreeding in New Zealand*. Interbull. <http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin33/Montgomerie.pdf> (Hämtad 23.01.2011)

Philipsson, J. (2012a). Nationalencyklopedin – husdjursavel. <http://www.ne.se/lang/husdjursavel> (Hämtad 4.4.2012 kl. 15:41)

Philipsson, J. (2012b). Nationalencyklopedin – mjölkavkastning. <http://www.ne.se/mj%C3%B6lkavkastning> (Hämtad 4.4.2012 kl. 14:02)

Niskanen, S. & Juga, J. (u.å.). *Calving difficulties and calf mortality in Finnish dairy cattle population*. Finnish Animal Breeding Association, Vantaa <http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin18/paper13.pdf> (Hämtad 30.3.2012 kl. 12:31)

VikingGenetics. (2011a). *Crossbreeding theory*. <http://www.vikinggenetics.com/en/cross/> (Hämtad 7.3.2012 kl. 11:19)

VikingGenetics. (2011b). *Results from Italy*. <http://www.vikinggenetics.com/en/cross/res%20ita.asp> (Hämtad 7.3.2012. kl 11:42)

BILAGA 1

Resultat från korsningsförsök i Kalifornien (Skandinavisk röd = SRB och NRB) (Heins. B., Hansen, L. & Seykora T. 2007)

Tabell 1. Första laktation, produktion (305 dagar, med mjölkning 2 ggr/dag)

	Holstein	Normande – Holstein	Montbeliarde – Holstein	Skandinavisk Röd – Holstein
Antal kor	380	245	494	328
Mjök (kg)	9 891	8 595	9 202	9 309
Fett (kg)	352	323	337	343
Protein (kg)	307	278	292	298
Fett+protein (kg)	659	601	629	641
		-9 %	-5 %	-3 %

Tabell 2. Andra laktation, produktion (305 dagar, med mjölkning 2 ggr/dag)

	Holstein	Normande – Holstein	Montbeliarde – Holstein	Skandinavisk Röd – Holstein
Antal kor	310	217	432	274
Mjök (kg)	11 965	9 990	10 683	10 782
Fett (kg)	427	375	400	404
Protein (kg)	373	326	342	347
Fett+protein (kg)	800	701	742	751
		-12 %	-7 %	-6 %

Tabell 3. Tredje laktation, produktion (305 dagar, med mjölkning 2 ggr/dag)

	Holstein	Normande – Holstein	Montbeliarde – Holstein	Skandinavisk Röd – Holstein
Antal kor	213	156	307	192
Mjök (kg)	12 311	10 625	11 359	11 400
Fett (kg)	447	398	423	425
Protein (kg)	379	342	360	363
Fett+protein (kg)	826	740	783	788
		-10 %	-5 %	-5 %

Tabell 4. Fjärde laktation, produktion (305 dagar, med mjölkning 2 ggr/dag)

	Holstein	Normande – Holstein	Montbeliarde – Holstein	Skandinavisk Röd – Holstein
Antal kor	213	156	307	192
Mjök (kg)	12 372	10 602	11 456	11 517
Fett (kg)	443	392	426	429
Protein (kg)	379	341	364	363
Fett+protein (kg)	822	740	790	792
		-11 %	-4 %	-4 %

Tabell 5. Intervall till dräktighet*

	Holstein	Normande – Holstein	Montbeliarde – Holstein	Skandinavisk Röd – Holstein
Antal kor	360	235	478	315
1:a laktation	147	122	124	131

*→Korsningar har två till tre veckor kortare kalvningsintervall

Tabell 6. Överlevnadsprocent första laktationen

Ras	Antal kor	30 dagar	150 dagar	305 dagar
		(%)		
Holstein	380	96	96	83
Normande – Holstein	245	99	98	90
Montbeliarde – Holstein	494	99	98	93
Skandinavisk Röd –Holstein	328	99	97	90

Tabell 7. Kalvningssvårigheter och dödfödslar för Holstein kor vid första kalvning

Faderns ras	Antal kalvar	Kalvningssvårighet	Dödfödslar
		%	
Holstein	371	16,4	15,1
Montbeliarde	158	11,6	12,7
Brown Swiss	209	12,5	11,6
Skandinavisk Röd	855	5,5*	7,7*

*Signifikant skillnad från Holsteintjurar ($p < 0,01$)

Tabell 8. Kalvningssvårigheter och dödfödslar för tjurras, vid 2:a till 5:e kalvning

Tjurras	Antal födslar	Kalvningssvårigheter	Dödfödslar
		%	
Holstein	303	8,4	12,7
Normande	326	8,7	7,3**
Montbeliarde	2 373	5,4	5,0**
Brown Swiss	524	4,9	5,6**
Skandinavisk Röd	515	2,1*	4,7**

Tabell 9. Kalvningssvårigheter och dödfödselar för kons ras vid första kalvning

Moderns ras	Antal kalvar	Kalvningssvårighet	Dödfödselar
		%	
Holstein	676	17,7	14,0
Normande – Holstein	262	11,6*	9,9
Montbeliarde – Holstein	370	7,2**	6,2**
Skandinavisk Röd – Holstein	264	3,7**	5,1**

Tabell 10. 305-dags produktion under första laktation för tre- och tvåraskorsning

Typ av korsning	Antal kor	Antal tjurar	Mjök	Fett	Protein	Fett + Protein
----- kg -----						
2-raskorsning	607	66	9 314	349	300	649
3-raskorsning	173	27	9 189	345	300	645

Tabell 11. 305-dagars produktion under första laktation, med specifika raskombinationer

Raskombination*	Antal kor	Antal tjurar	Mjök	Fett	Protein	Fett + Protein
----- kg -----						
<u>Tvåaskorsning</u>						
BS * HOL	42	10	9 508	349	305	654
NO * HOL	37	9	8 865	345	288	633
MO * HOL	366	32	9 432	351	302	653
SR * HOL	162	15	9 450	350	305	655
<u>Treraskorsning</u>						
BS * (MO*HOL)	44	8	9 297	349	302	651
MO * (SR*HOL)	43	9	9 461	356	308	664
SR * (NO*HOL)	86	10	8 809	331	289	620

*Förkortningar: BS = Brown Swiss, HOL = Holstein, NO = Normande, MO = Montbeliarde, SR = Skandinavisk Röd