

A V L S L Æ R E

C. AVL OG UTVALG

Hefte 4.

VII. Mjölkeavdråttens genetik

Forelesninger

ved

Norges Landbrukshøgskole

1952-53

av

S. Berge

Handwritten notes:
p. 28. 4. 12. 1952
p. 28. 4. 12. 1952
p. 28. 4. 12. 1952
p. 28. 4. 12. 1952
p. 28. 4. 12. 1952

C. Avl og utvalg.

Hefte 4.

VII. MJØLKEAVDRÅTTENS GENETIKK.

I n n h o l d:

	Side
A. Elementære forutsetninger ved arbeider over mjølkeavdråttens genetik	1
1. Uttrykk for produksjonseymen	1
2. <i>Produksjonseymen</i> Faktorer som virker på avdrått	5
3. Variasjonens storleik, absolutt og relativt	12
4. Spredningens sammensetning	20
5. Korrelasjonen mellom flere år hos samme dyr	23
6. Eksempler på intraklassekorrelasjon	25
7. Korrelasjoner mellom slektninger <i>Se også mbl. 37-40</i>	28
8. Sammendrag	34
B. Forskingsmetoder og resultater	36
1. Statistiske undersøkelser	36
a. Arvbarhet	36
b. <i>Arvbarheten med. stor variasjon</i> Reproduserbarheten (repeatability)	41
c. Arvbarheten hos et middel av flere kyr	45
2. Innavlsforsøk	48
3. Kryssingsforsøk	49
a. Kryssingsforsøk med faktoranalyse	49
b. Kryssingsforsøk for å bestemme heterosis	55
4. Monozygotiske tvillinger	58
5. Hypoteser og resultater	60
6. Seleksjon for avdrått	62
7. Forutnytting og ytre forhold	68
a. Diverse ytre forhold	68
b. Forutnytting	69
Litteratur	73

VII. MJØLKEAVDRÅTTENS GENETIKK.

A. Elementære forutsetninger ved arbeider over mjølkeavdråttens genetik.

1. Uttrykk for produksjonsevnen.

Mjølkeavdråtten er en kjønnsbegrenset karakter. Den viser seg hos hundyret, mens arveanleggene føres av begge kjønn. Ytre forhold har stor verknad på avdråttmengden, som viser seg for oss. Det har vært vanskelig å klarlegge genetikken.

I det følgende blir mjølkemengden hos storfe behandlet. Det er god grunn til å tro at genetikken ved mjølkemengde og fettprosent er den samme også for de andre huspattedyra, sjøl om visse fysiologiske forhold, f.eks. hos svin, er årsak til avvikende manifestering.

Det er ofte spørsmål om hvilket mål en skal legge på kyrnes produksjonsevne. Noe entydig svar kan ikke gis. Det riktige mål for produksjonsevnen avhenger av forholdene. (Se *Beleg 1923, Rel. vedr. av kjøtt, smør, fett og gjøtt.*)
2. Mjølkeavdråttens mengde av mjølk.
Mjølkeavdråttens mengde kan være det riktige mål, dersom vedkommende produsent selger mjølk til konsum og der ikke blir stilt krav til fettprosenten.

1. Mjølkefettmengden er et brukbart mål, dersom fettproduksjonen er viktigst og eggehviteinnholdet er uten betydning. Hos oss er mjølkefettmengden pr. år det viktigste mål for avdråtten ved utstillinger og stambokføring. Dette henger igjen fra de dager da smør var en mangelvare både her i landet og mange steder i utlandet. Mjølkefettmengden blir til dels framleis kalt smørfettmengden. Dette er en feilaktig betegnelse, da smørfett egentlig er fett i smør.

2. Smørmengden var tidligere brukt som mål for produksjonen og blir framleis brukt av de fleste i Danmark. Det har sin grunn i at smørmengden var og er det viktigste produkt av mjølkeproduksjonen i Danmark, og smør er en viktig eksportvare. Smørutbyttet har vekslet sterkt gjennom åra. Dette går fram av beregningsformelen, den såkalte smørformel:

$$\text{Kg smør} = \frac{\text{Kg mjølk (fett\% - renskum\%)}}{100 - \text{vannprosent i smøret}}$$

Renskummingsprosenten har blitt mindre og mindre og er nå ca. 0,15 %. I gamle dager med håndskumming var den ca. 1 %. Vannprosenten i smøret har vekslet sterkt. Før krigen var 16 % maksimum for kløvermerket

smør, og meieriene holdt seg på ca. 15,5 %. Under og etter krigen har det maksimale varminnhold vært 18 %. Smørmengden er ikke noe godt uttrykk for produksjonen, da ytre forhold får sterk verknad.

d. Fettprosenten er i seg sjøl et mål for produktets kvalitet og kan brukes som egen karakteristikk uavhengig av mjølkemengden.

e. Energiinnholdet i mjølka er et ganske godt mål for produksjons-
evnen hos et dyr. Forbehovet er proporsjonalt med mjølkas energiinnhold
beregnet i kalorier. Som fysiologisk prestasjon er det likegyldig om ei
ku produserer en viss kalorimengde i en fet eller i en mager mjølk. Der
er sjølsagt sterk korrelasjon mellom fettprosent og kaloriinnhold. Ameri-
kaneren GAINES (1923) har stilt opp en beregningsformel, der all mjølk
kan omregnes til normalmjølk av 4 % fett og samme kaloriinnhold pr. vekt-
enhet, vanlig kalt 4 % målemjølk. I formelen som gjengis er p den obser-
verte fettprosent og M er den observerte mjølkemengde.

$$\text{Kg 4 \% målemjølk} = M(0,4 + 0,15p)$$

*1 kg målemjølk = 950 ml.
20/*

Professor FREDERIKSEN, Danmark, fant at denne formel passer
også for skandinaviske forhold, og den er vanlig brukt ved forberegninger.
En må merke seg at den bare gjelder under et gitt forhold mellom fett,
eggehvite og mjølkesukker. Undersøkelser fra Wiad har vist at om forskjel-
len i fettprosent er større enn 0,5 - 1 % kan en ikke være sikker på at
en omberegning etter nevnte formel gir sammenliknbare resultater. Formelen
er utledet etter prøve på samlemjølk, og den passer ikke like godt på mjølk
fra de enkelte kyr.

Der er nødvendigvis korrelasjoner mellom disse karakteristikkene.
Fettmengde er produkt av mjølkemengde og fettprosent, og der er en svak
negativ korrelasjon mellom mjølkemengde og fettprosent. En kan likevel
betrakte dem som sjølstendige karakterer og kan behandle dem som slike.
De foran nevnte karakteristikker gjelder kvalitet og mengde av
aydråtten. Der er også store vekslinger i tidsintervallet for produksjonen.

Regnskapsårets mjølkemengde, fra 1. oktober til 30. september,
er brukt over hele Skandinavia. Perioden er praktisk for regnskapsføreren
og gir et godt uttrykk for kyrnes evne til å produsere regelmessig fra år
til år. Ulempen ved metoden er at første laktasjon ofte blir delt, og
første regnskapsåret gir i så fall bare en del av en laktasjon. Etter
LAUPRECHT og DØRING (1950) var variasjonskoeffisienten for mjølkemengde
ca. 27 % i regnskapsåret 1937 hos ca. 9500 kyr av svartbotet låglandsfe
i Tyskland og omlag det samme for fettmengde. Den store variasjon omfatter
både genetisk variasjon og miljøvariasjon.

Handwritten notes on the right margin, including a vertical list of names and dates, possibly related to a collection or study.

la Laktasjonsårets mjølkemengde er brukt mange steder i utlandet. Med en kalving pr. år gir denne like godt uttrykk som regnskapsåret, men for kyr med uregelmessig avstand mellom kalvingene gir laktasjonsåret misvisende resultater. Det er i hvert fall nødvendig å sette en tidsbegrensning for laktasjonsårets lengde. Denne tidsbegrensning har vært av forskjellig lengde. Skal en helt kunne eliminere verknaden av den nye drektigheten, må en bruke meget korte perioder. Det nye foster begynner å redusere mjølkemengden ved en alder av 150 dager. Om vi setter 30 dager som minimumsavstand mellom fødsel og ny befruktning, må laktasjonsperioden avkortes til 180 dager, dersom en skal være sikker på å ha eliminert verknaden av den nye drektighet. Dette er påvist av TUFF (1932) i en undersøkelse av dølefe og er senere bekreftet bl.a. fra Tyskland, der en så sterkt avkortet periode blir anbefalt i visse tilfelle.

Det er ofte diskutert hva som er "best" av regnskapsår og laktasjon. Om vi bruker spredningen som mål, har det uavkortete laktasjonsår størst spredning og er avgjort det dårligste. Ved avkortet laktasjonsår synker spredningen jo sterkere laktasjonen blir avkortet. Etter en undersøkelse av SKJERVOLD (1949) i rødt trønderfe viste en laktasjonsperiode avkortet til 300 dager en mindre spredning i mjølkefett enn regnskapsår, men forskjellen var ikke stor og tar en omsyn til at regnskapsåret også måler uregelmessigheter i fruktbarhet, må en likevel foretrekke regnskapsåret. *Om en får avdrått i depot eller på fôr, så er det ikke det samme som laktasjon. (se note bl. s. 10, Felles 1952)*

Flere andre mål kan komme på tale. Høgste daglige mjølkemengde har vært foreslått og kan være et bra mål for den maksimale produksjon. Prøven avsluttes på kort tid så nesten alle kontrollerte kyr kan være med i avkomsundersøkelse, men den krever relativt hyppig kontroll ved ugilde kontrollører. Den er ikke et mål for utholdenhet og vil lett føre til misvisende resultater om en skulle bruke det i seleksjonen i lengre tid. Fettinnholdet måtte bestemmes på en annen måte, da fettprosenten ved de høge dagsmjølkemengder er relativt låg.

Avdrått i forhold til förmengden, som mjølk pr. 100 f.e. eller fettmengde pr. 100 f.e., kunne komme på tale og burde egentlig ha vært et av de viktigste karakteristikkene. Men på grunn av usikkerhet i foransettelsen (bl.a. på grunn av beitet) er det ikke brukbart. Om förmengden er definert som nettokalorier i avdrått og vedlikehold, har en beregning av relativ avdrått liten interesse. Den kan ikke fortelle oss noe annet enn det vi vet fra før. Skal forutnyttelsen være grunnlag for seleksjon; må förmengden defineres ved hjelp av vekt eller mål av formidler enten som råvare eller som kjemisk innhold.

IV Utholdenhet (eng. persistency) blir brukt om kyrnes evne til å holde jevn produksjon gjennom laktasjonsperioden. Sett fra husdyravlerens synspunkt blir det et spørsmål om den mest hensiktsmessige form på laktasjonskurven. Her vil meningene være delte. Sto vi helt fritt med omsyn til valg av for, ville det uten tvil være mest økonomisk med omsyn til arbeidsforbruk at kua ga hele sin mjølkemengde i løpet av kortest mulig tid og sto tørr resten av året. En slik produksjonsform ville kreve for av høg konsentrasjon, og da vi mangler slikt fôr, må vi heller prøve å få kyr som holder en jevn mjølkemengde så lenge som mulig.

Vi ønsker at kyrne skal ha en gjeldperiode mellom laktasjonene for at de kan samle opplag av næring til neste laktasjon, og vi regner med at uten en gjeldperiode, får vi mindre mjølk i neste laktasjon. Den ideelle mjølkemengde pr. dag, framstilt grafisk, etter våre krav i dag er derfor en låg rektangel. Denne form står i strid med den biologiske. Det naturlige for kua er at mjølkemengden øker i de første 40-50 dager etter kalvingen, holder seg konstant i en kort tid og synker senere mer eller mindre jevnt til kua er gjeld. Ved seleksjonen må vi sjølsagt ta mest omsyn til det som er tjenligt for oss, sjøl om det medfører en sterk forandring av det naturgivne, men en må være merksam på at kravet om gjeldperiode blir ikke lett å forene med kravet om at mjølkemengde pr. dag skal være den samme gjennom hele laktasjonsperioden.

Det har flere ganger vært hevdet at laktasjonskurvens form og derved utholdenheten har et arvelig grunnlag. Av de som har arbeidet med saken skal nevnes SANDERS (1923 og 1930), TERHO (1928), BRUUN (1928), BONNIER (1935), JOHANSSON og HANSSON (1940), LUDWICK og PETERSEN (1943) og i de senere åra Wenzel ESKEDAL, Danmark.

Forskjellige beregningsmåter er brukt til å betegne utholdenheten. JOHANSSON og HANSSON (1940) har en enkel metode som er blitt brukt en del. De deler laktasjonens første 300 dager i 3 deler på 100 dager i hver og summerer avdråtten innen hver periode. Utholdenheten blir målt ved forholdet mellom avdråtten i 2. og 1. periode og mellom 3. og 1. periode. Særlig det første forhold har betydning da mjølkemengden i 2. periode er langt større enn i 3. periode.

LUDWICK og PETERSEN (1943) har prøvd å forbedre metoden ved å dele laktasjonen opp i enda kortere avsnitt og beregne forholdet mellom avdråtten i en gitt periode og den foregående. De første 48 dager, da mjølkemengden stiger, ble utelatt. De beregnet et gjennomsnitt av forholdstallene med vekt noenlunde etter avdråttsmengden i perioden. Ved perioder på 80 dager var vektstallene 4:3:2. Egentlig burde vektstallene

vært satt etter den avdråttmengde vi ønsket i hver periode. Forandringen har ingen fordeler framfor metoden som er foreslått av JOHANSSON og HANSSON og har de samme svakheter.

Den første laktasjon har flatere kurve enn de senere og jo yngre kyrne er ved første kalving, jo flatere er kurven. For alle kyr gjelder det at fallet i kurven er sterkere jo kortere tidsavstanden er mellom kalvingene. JOHANSSON og HANSSON's metode med å beregne forholdet mellom avdråtten i andre og første 100 dagers avsnitt er fri for denne feil, da den nye drektighet har liten innverknad på avdråtten i de første 200 dager. Beregnet på denne måte for kyr av omlag samme alder, kan koeffisienten brukes som et mål for utholdenhet. Formelen skal gjengis:

$$P_{2.1} = \frac{\text{avdrått i andre 100-dagers periode}}{\text{avdrått i første 100-dagers periode}}$$

Trøffmann og Trøffmann (1958) f. T. 2. Ad 7/3 deler perioden i 102-102-101 dager og beregner hvor part som prosent av total mengde (305 dager) utgjør avdråtten.

Holdbarhet er betegnelse for livslengden. Egentlig ønsker man *produksjon* en lang brukstid, dvs. lang tid mellom 1. kalving og slaktning og mest mulig mjølk. En kombinerer de to kravene ved å stille opp f.eks. avdrått i hele levetiden som en karakter, målt på denne måte har den en viss interesse. *Jørgen Berg 1945: Norsk Landbruk "Kyrne, brukstid og alder ved første kalving" gir tidlig kalving, lang brukstid, og ikke produksjon*

2. Faktorer som virker på avdråtten.

De ytre forhold virker sterkt på mengden av mjølk. Bare en del av variasjonen som viser seg, er bestemt av gener. De viktigste av de ytre forhold skal nevnes:

Førmengde, førets kvalitet og sammensetning har størst verknad av alle. Sjøl om en gjennomfører det vi kaller normalføring, er der rikelig av årsaker til variasjon. Et av de beste beviser for dette er de rekordforsøk, som er blitt gjort i Danmark i de siste åra. De fikk en stigning på minst 50 % i mjølkemengde, fra 6000-7000 kg ved vanlig god føring til over 10 000 kg ved ekstra førsammensetning og godt stell av dyra.

Antall mjølkinger pr. dag har en viss verknad.

I U.S.A. blir ofte mjølkemengden korrigert for antall mjølkinger. Saken er ennå ikke klarlagt, og de korreksjonstall som brukes er noe tvilsomme. En må merke seg at antall mjølkinger har bare betydning for dyr med stor mjølkemengde pr. dag.

En undersøkelse av HANSSON og BONNIER (1946), Acta Agricultura Suecana, II:311-318, utført på eneggede tvillinger med 3 mjølkinger sammen-

Skalk-anpaling har liten
betydning for mengden

liknet med 2, viste en øking på 6,4 % i mjølk, men bare 4,0 % øking i energimengde. Tørrstoffprosenten og særlig fettprosenten falt. De konkluderer med at det lønner seg ikke å mjølke oftere enn 2 ganger. Et forsøk fra Norge av LALIM og GRANDE (1912), 8. beretn. fra Foringsforsøkene, viste at 3 mjølkinger ga 7-8 % mer mjølk enn 2. Noe liknende er funnet av andre skandinaver.

Det må nevnes at det ikke alltid lønner seg å mjølke flere enn 2 ganger, sjøl om mjølkemengden blir større enn de nevnte tall. Merarbeidet krever tid, og det reduserer hviletiden for arbeiderne. Det har vært diskutert hos oss å mjølke bare en gang, dersom mjølkemengden går under 5 kg i døgnet.

Etter den herskende oppfatning i de senere år, referert av SPANN (1952), foregår mjølksekresjonen kontinuerlig hele døgnet. Av dette følger at er tiden mellom mjølkingene for lang, vil juret bli helt fylt og mottrykket fra det fylte jur vil hemme sekresjonen og redusere mjølkemengden. Som en konsekvens av dette, vil jurets innhold av hulrom bestemme antall av mjølkinger og jurets storleik og kvalitet vil få stor vekt ved bedømmelse av mjølkeevnen. (Se Jansen 1943, Skjerve, Skjerve & Skjerve 1950)

Hus, temperatur, og renholdning har også ganske stor betydning uten at det er mulig å stille opp korreksjonstall.

Alderen hos kyrne har en anerkjent sterk verknad. Mjølkemengden stiger de første åra til kyrne er 7-8 år og holder seg noenlunde konstant med et svakt fall til kyrne er 12-13 år og faller senere noe sterkere. Det er store individuelle variasjoner fra denne regel. Er kyrne relativt unge ved 1. kalv, stiger mjølkemengden sterkt senere. Er kyrne gamle ved 1. kalv, ca. 4 år og eldre, viser de bare en ubetydelig stigning senere. Det er derfor riktig å korrigere etter kyrnes alder og ikke etter regnskapsårets eller laktasjonens nummer.

Fettprosenten er lite påvirket av alderen. Følgelig er mjølkemengden avhengig av alderen på samme måte som mjølkemengden.

Det kan bli spørsmål om en skal korrigere til voksen alder eller til besetningens midlere alder. Prinsipielt er det mest riktig å korrigere til midlere alder, da det bare er en del av kyrne som når voksen alder. Omlag 50 % av den samlede produserte mjølkemengde blir levert av kyr som er yngre enn ca. 6 år.

Korrigerings for alder er nærmere omtalt under storfeavl. Her skal bare gjengis en tabell som gjelder for et par norske raser.

Skalk-anpaling har liten betydning for mengden

Tabell VII 1. Omregningsfaktorer ved alderskorrigering av mjølkemengde og fettmengde for to norske raser. Korreksjonsfaktor er gitt både til voksen alder og til besetningens midlere alder. (Etter BERGE 1949).

Alder i mdr. ved regnskapsårets		N R F		Sør- og Vestlandsfe	
begynnelse	slutt	Voksen alder	Midlere alder	Voksen alder	Midlere alder
18	30	-	-	1,45	1,33
21	33	1,53	1,42	1,42	1,30
24	36	1,41	1,31	1,38	1,26
27	39	1,31	1,21	1,31	1,20
30	42	1,24	1,15	1,23	1,13
33	45	1,20	1,11	1,16	1,06
36	48	1,18	1,09	1,14	1,04
39	51	1,16	1,07	1,13	1,03
42	54	1,15	1,06	1,11	1,02
45	57	1,12	1,04	1,08	0,99
48	60	1,09	1,01	1,05	0,96
51	63	1,06	0,98	1,02	0,94
54	66	1,05	0,97	1,01	0,93
57	69	1,03	0,95	1,01	0,93
60	72	1,01	0,94	1,00	0,92
63	75	1,00	0,94	1,00	0,92
66 og eldre	78 og eldre	1,00	0,93	1,00	0,92

Til de gjengivne korreksjonstall skal anføres at kyr som har relativt høg mjølkemengde i ung alder stiger ikke så høgt senere som korreksjonsfaktoren viser. En korrekt korrigerering burde være både et fast tillegg og korrigerering ved faktor. Men for å finne de nødvendige data til en slik korreksjon, kreves det kjennskap til "normal" avdrått for vedkommende ved en gitt alder, og denne kunnskap mangler i de fleste tilfelle.

Alder ved 1. kalving har en egen verknad uavhengig av dyrets egentlige alder. Ei ku som er 4 år ved sin 1. kalving, vil som regel levere mindre mjølkemengde enn ei ku av samme alder, men som har kalvet en eller to ganger før den ble 4 år. Denne spesielle verknad er så variabel at det er vanskelig å korrigere for den.

111

Tabell VII 1b. Alderens verknad etter nr. av regnskapsår og etter virkelig alder. Mjølkefettmengde i kg for Rødt trønderfe 1928-40 ved stigende alder beregnet etter alder ved regnskapsårets begynnelse. (Materiale fra SKJERVOLD 1949. Omberegnet).

Alder ved regnskapsårets beg. mdr.	Regnskapsårets nr.					Middel kg
	1.	2.	3.	4.	5.	
<u>18</u>	77	--	--	-	-	77
21	82	-	-	-	-	82
24	86	-	-	-	-	86
27	89	-	-	-	-	89
<u>30</u>	<u>91</u>	84	-	-	-	91
33	92	89	-	-	-	92
36	92	93	-	-	-	93
39	92	96	-	-	-	96
<u>42</u>	92	<u>93</u>	103	-	-	99
45	92	102	106	-	-	102
48	-	104	109	-	-	106
51	-	104	112	-	-	110
<u>54</u>	-	104	<u>114</u>	112	-	113
57	-	104	116	115	-	115
60	-	104	117	117	-	117
63	-	-	117	119	-	118
<u>66</u>	-	-	117	<u>121</u>	(122)	120
69	-	-	117	123	123	122
72	-	-	117	124	124	124
75	-	-	-	124	125	125
<u>78</u>	-	-	-	124	<u>126</u>	125
81	-	-	-	124	126	126
84	-	-	-	124	127	126
87	-	-	-	-	127	127
<u>90</u>	-	-	-	-	127	<u>127</u>
Middel	91,6	103,2	113,4	119,0	121,0	
Korr. for seleksjon	92,8	103,2	112,8	116,1	118,8	

Da det er 12 mdr. i hvert regnskapsår, kan en av tabellen finne avdråttmengden for de 5 første regnskapsår hos kyr som var 18 mdr. ved 1. kalving og oppover til de var 42 mdr. ved 1. kalving. De som var 45 mdr. ved 1. kalving, får bare 4 år i tabellen.

En vil merke seg at mens NRF og Sør- og Vestlandsfe oppnådde maksimal ytelse ved 60-66 måneder, viser Rødt Trønderfe maksimum ved et til to år senere. Utviklingen avhenger både av arv og miljø. Sammenlikning av raser kan derfor bare gjøres når de er holdt under samme ytre forhold.

Alderen ved 1. kalving har for øvrig også en verknåd på dyrets fenotype. I mjølkeraser prøver en å få 1. kalving tidlig, da dette gir bedre utvikling av mjølkeorganene. Venter en for lenge med 1. kalving går mjølkeevnen tilbake.

Holdbarheten av kyrne blir ikke noe bedre om en venter lenge med 1. kalving. Brukstiden av kyrne blir ifølge BERGE (1945) kortere jo eldre de er ved 1. kalving.

^{1 II 2}
Tabell VII-2. Brukstiden (tidsavstand fra 1. kalving til slakting) hos østlandsk rødkoll, i forhold til alderen ved 1. kalving. N.L.H. gårdsbruk, kyr født 1911-1937. Etter BERGE (1945). Produksjonen gjelder både mjølkemengde og mjølkefettmengde der det årlige middel av besetningen er satt til 100.

Alder, mdr. ved 1. kalving	Antall dyr	Brukstid år	Prod. i alt (et normal-år = 100)	Alder ved slakting år	Prod. pr. år fra fødsel
18 og yngre	3	2,79	227	4,21	0,54
21	14	5,40	512	7,15	0,72
24	44	5,64	550	7,64	0,72
27	170	4,79	469	7,04	0,67
30	201	4,93	492	7,43	0,66
33	107	4,75	480	7,50	0,64
36	36	4,62	471	7,62	0,62
39 og eldre	12	3,05	306	6,47	0,47

Om en ønsker å få fram kjøtt-type hos et dyr er det vanlig å vente forholdsvis lenge med 1. paring. Dette blir ofte brukt hos kjøttfe. Ved tidlig kalving blir gjerne eksteriøret ikke så godt og kyrne blir mindre, men en vinner nokså meget i samlet mjølkeproduksjon fra besetningen. Ifølge tabellen gir 1. kalv, ved en alder av 21 og 24 måneder

det beste mjølkeutbyttet pr. år for hele besetningen, når en regner alderen fra fødselen. En får i dette tilfelle 0,72 av et normalt besetningsmiddel pr. år og ku.

Avstanden mellom kalvingene. Er avstanden mellom kalvingene kortere enn et år blir gjerne mjølkemengden noe mindre også når en bruker regnskapsår. Kyrne får for liten tid til å komme i orden etter kalvingene. Størst mjølkemengde pr. regnskapsår får en ifølge prof. JOHANSSON når tidsavstanden mellom kalvingene er 12-14 mdr. Ved større tidsavstand går mjølkemengden nedover.

Lengden av foregående gjeldperiode har en viss verknad. Den normale er ca. 2 mdr. med store individuelle variasjoner. Er gjeldperioden kortere enn 2 mdr. blir gjerne mjølkemengden i den etterfølgende laktasjon noe mindre.

Årstiden for kalvingen kan ha en stor verknad. Der beitetiden er kort og beitene er mindre gode, vil vårkalving gi mindre avdrått enn høstkalving. Dette er tilfelle over store deler av Østlandet. På Vestlandet er forskjellen betydelig mindre. Til dels er vårkalving bedre enn høstkalving. Denne faktor er bestemt av driftsforholdene og bør ikke korrigeres uten at et nøye kjennskap til driften gjør korreksjon berettiget.

Storleiken av dyret. Innen en besetning av en ren rase er der som regel liten korrelasjon mellom storleik og avdrått, men om vi sammenlikner store og små raser er der stor forskjell. De største rasene har størst avdråttmengde. I gamle dager ble ofte avdråtten beregnet pr. kg lev.vekt, men dette forutsetter at lev.vekt og avdrått er proporsjonale. (S. BERGE, Norsk Landmandsblad 1934).

Sannsynligvis er arveanleggene for mjølkemengde og fettprosent uavhengig av storleiken, men dyrets storleik setter nødvendigvis grense for produktmengden dyret kan gi. Et lite dyr kan ikke oppta og omsette så store førmengder som et stort dyr og kan følgelig ikke vise større avdråttmengde enn storleiken tilsier, sjøl om arveanleggene kunne ha gitt mer avdrått. *Bergel 1937*

Et nyere arbeid av LAUPRECHT og DØRING (1950) har behandlet spørsmålet innen svartbotet låglandsfe i Tyskland. Arbeidet bygger på materiale samlet inn i 1937 over 9440 dyr. Når det innsamlede materiale omfatter både unge og eldre dyr, vil en del av korrelasjonen mellom lev.vekt og avdrått skyldes korrelasjon mellom alder og avdrått. Etter eliminering av aldersverknaden viste korrelasjonen mellom lev.vekt og mjølk seg

å være fra + 0,15 til + 0,26 innen de forskjellige områder og med omlag samme tall for lev.vekt og mjølkefettmengde. Regressjonen var tilnærmet linear.

Om en regner middel av de 4 landsdeler som undersøkelsen omfatter, viser det seg at mjølkemengden steg med 343 kg og fettmengden med 13,3 kg for hver 100 kg stigning i lev.vekt, når alderen ble eliminert, men med store variasjoner fra landsdel til landsdel. Om en for disse store dyr regner med en vektforandring av 8 kg lev.vekt for hver cm forandring av brystomfanget, ville en cm stigning i brystomfang tilsvare 27,4 kg mjølk og 1,07 kg mjølkefett.

Kyrne var store. Den midlere lev.vekt var 611,2 kg med standard-avv. 56,7 kg. Den midlere avdrått var 3904 kg mjølk og 131,9 kg fett med beregnet midlere fettinnhold på 3,38 %.

Ifølge MIDPLID og BERGE (1950) i et arbeid over Østlandske raukoller viste en cm øking i brystomfang en øking på 23,5 kg mjølk og 1,32 kg mjølkefett. *ifølge Bering 1955, side 8RB med 3960 mjølk pr 300 kg lev.vekt.*

Denne beregning som er referert, sier lite om hvem som er mest lønnsomme av store eller små dyr. En undersøkelse over dette måtte trekke også andre momenter inn i beregningen. Det er spørsmål om store kyr gir like mye avdrått i forhold til føret som små kyr. Dette vet vi lite om. De beregninger som er blitt gjort over beregnet vedlikehold og beregnet produksjon for kyr av varierende storleik har liten verdi. Et korrekt svar på dette kan bare gis ved å sammenlikne den observerte avdrått og førmengde hos store dyr og hos små dyr både innen rasene og mellom rasene. Det som hittil er kjent av dette tyder ikke på at der er noen vesentlig forskjell i relativt forforbruk. (Det som er avgjørende i spørsmålet om store eller små kyr, er kravet til hus, arbeidsbehovet og tilgang på fôr, særlig beite. Ei stor ku på 600 kg krever mindre golvflate enn to små på 300 kg hver. Den krever mindre timetall til røkt og stell en to små. Om en ikke behøver å ta omsyn til fôrspørsmålet er store kyr mest lønnsomme. Skal en ta omsyn til beitets kvalitet, vil ofte små kyr være de eneste brukbare. Mange av våre fjellbeiter og skogsbeiter gir mindre enn 5 f.e. pr. da. og år. Under slike forhold kan ei stor ku ikke makte å beite over dobbelt så stort areal som to små, og følgelig vil de store kyr få relativt for lite for, når beitet er magert. Er beitet ulendt og kupert, har de små kyr en annen stor fordel. De tar seg lettere fram i ulendt terreng enn store dyr.

Alt i alt vil en finne at på magre og dårlige beiter er det som regel holdt små dyr. Er beitene gode og rikelige, er kyrne langt større. Kvaliteten av beitene er en viktig faktor i rasevalget.

Ved sammenlikninger mellom kyr kan det ofte være ønskelig å eliminere de ytre forhold ved korreksjoner. Slike korreksjoner er farlig å bruke. Til dels kan de føre til at en fjerner det en egentlig vil undersøke. Korreksjon for levendevekt kan føre til eliminering av arvelig forskjell og bør bare brukes i spesielle tilfelle. Den eneste korreksjon som er almenyldig er korreksjonen for alder, og sjøl denne bør brukes med varsomhet. Det beste er å kunne sammenlikne forskjellige dyr uten korreksjoner, dvs. ved å innrette seg slik at korreksjoner er unødvendig.

3. Variasjonens storleik, absolutt og relativt.

De fleste moderne arbeider over mjølkeavdråttens genetikk bygger på variasjonen målt ved standardavvikelsens kvadrat. Dette uttrykk blir oftest med et engelsk låneord kalt varians og er en av de viktigste karakteristikkene. Det fins mange arbeider over verknaden av de forskjellige ytre forhold på avdråttens storleik. Det fins også mange arbeider over den teoretiske side av variansen, men det er færre arbeider over variansen i praksis og hvor sterkt de enkelte faktorer virker på storleiken av variansen.

De offentliggjorte tall er sterkt bundet av forholdene de er samlet under og kan vanskelig brukes til å generalisere.

Den totale varians for en gitt rase finnes ved å la hvert år ha vekten én og beregne spredningen over samtlige dyr tilhørende rasen. Begrepet er teoretisk, da det vel aldri vil forekomme at der er avdråttkontroll over samtlige dyr. En må nøye seg med å finne variansen blant de kontrollerte dyr. Som forholdene er her i landet, vil de kontrollerte dyr være bedre enn de andre. Følgelig er den beregnede varians mindre enn den totale. Jo større prosent de kontrollerte dyr utgjør av rasen, jo mer nærmer den beregnede varians seg til den virkelige. Utgjør de kontrollerte dyr en liten prosent av rasen, er den beregnede varians usikker og i hvert fall under våre forhold altfor liten. Omfatter beregningen flere raser med forskjellig avdrått, vil variansen bli større enn om den bare beregnes for en rase.

Dersom beregningen omfatter tidsperioder på flere år, vil den gi høgre tall enn om den bare omfatter ett eneste år, da forskjell i før-

tilgang osv. kan variere sterkt fra år til år. Variansen er sjølsagt også betydelig mindre dersom en beregner den over et middel av flere år pr. dyr sammenliknet med ett år pr. dyr. Dette skal behandles nærmere i slutten av avsnittet.

Et viktig spørsmål for teori og praksis er om variansen i søg sjøl er korrelert med f.eks. avdråttmengde. Om variansen er en funksjon av middeltallet, vil det medføre tilsynelatende absurde konsekvenser ved at grupper av dyr som er sterkt selektert for høg avdrått vil vise større varians enn uselekterte dyr. Dette er i søg sjøl ikke så overraskende etter nyere undersøkelser over seleksjonens verknad. Ved seleksjon blir det som regel trukket inn nye gener og variasjonen kan være konstant sjøl om avdrått stiger. Den arvelige del av variasjonen er derfor ofte like stor hos grupper selektert for høg avdrått som hos uselekterte grupper.

Fra de senere åra skal nevnes det foran refererte arbeid av LAUPRECHT og DØRING (1950) over levendevekt og mjølkemengde hos svartbotet låglandsfe i Tyskland. Det innsamlede materiale omfatter avdrått i 1937 hos 9440 dyr. Den midlere avdrått for hele materialet og den tilhørende standardavvikelse er beregnet her. Standardavvikelsen er videre brukt til å beregne variasjonskoeffisienten som også er gjengitt.

Tabell VII 3. Midlere avdrått og variasjon i svartbotet låglandsfe. Beregnet etter LAUPRECHT og DØRING (1950), ca. 9400 kyr i 1937.

	Mjølk	Fettmengde
Midlere avdrått	3904 kg	131,9 kg
Standardavvikelse	1134 "	38,5 "
Variasjonskoeffisient	29 %	29,2 %
Varians	1285956	1483,8

Den midlere fettprosent beregnet av mjølk og mjølkefett var 3,38 %, mens beregnet på standardavvikelsene var den 3,40 %.

En legger merke til den meget store standardavvikelse på 1134 kg mjølk og 38,5 kg fett. Variasjonskoeffisienten, som er standardavvikelsen i prosent av middeltallet, er 29,0 % for mjølk og 29,2 % for mjølkefett. Den store spredning i mjølkefett tyder nærmest på null eller svak positiv korrelasjon mellom mjølk og fettprosent.

Det vanlige blant de fleste mjølkeraser er en svak negativ korrelasjon mellom mjølkemengde og fettprosent. von PATOW (1926 og 1930)

har referert mange undersøkelser. De fleste viste negativ korrelasjon mellom mjølkemengde og fettprosent. Storleiken varierte etter rase og andre forhold. Koeffisienter mellom - 0,10 - 0,30 var vanlige.

Ved negativ korrelasjon mellom mjølkemengde og fettprosent skulle en vente at middeltallet for fettmengde ble lågere enn fettmengden beregnet på grunn av det aritmetiske middel av fettprosentene og mjølkemengde, mens forholdet mellom standardavvikelse fettmengde og standardavvikelse mjølkemengde skulle gi det aritmetiske middel av fettprosentene uavhengig av korrelasjonene, forutsatt normal, ikke skjev fordeling. Differensen mellom aritmetisk middel av fettprosenten og beregnet midlere fettprosent av midlere fettmengde og mjølkemengde gir en god opplysning om korrelasjonsforholdene.

Det er vanskelig å skaffe materiale for å bedømme om standardavvikelsen for avdråttmengde er korrelert med avdråttmengden. Spørsmålet har stor teoretisk betydning. Her hos oss har vi ennå ikke materiale for å undersøke saken og kan først vente å få materiale nok innen rasene, når kontrollen har fått større omfang. Det foran nevnte arbeid av LAUPRECHT og DØRING (1950) kan brukes til en beregning for mjølkemengde og fettmengde, da materialet er gruppert både etter landsdeler og etter levendevekt. I det følgende er av forf. beregnet variasjonskoeffisienten innen de forskjellige grupper. Variasjonskoeffisienten byr på flere vanskelige problemer sett fra feilteoretisk synspunkt, men i dette tilfelle er den mer brukbar enn de fleste andre, som kan komme på tale. Sammenhengen mellom lev.vekt og variasjonskoeff. skal gjengis i tabell.

Tabell VII 4. Variasjonskoeff. for mjølk og mjølkefett ved stigende kroppsvekt. Svartbotet låglandsfe året 1937. Materiale fra LAUPRECHT og DØRING (1950).

Lev.vekt kg	n	Variasjonskoeffisient	
		Mjølk	Fettmengde
400-500	306	27,7 %	28,8 %
500-600	3825	25,9 "	26,8 "
600-700	4522	27,9 "	26,2 "
700 og mer	823	29,6 "	29,5 "

Der er nærmest en svak tendens til at variasjonskoeff. stiger med stigende og med fallende levendevekt. Et bedre mål for sammenhengen

mellom avdråttsmengde og variasjonskoeff. får en ved å undersøke variasjonskoeff. innen de enkelte landsdelsgrupper og lev.vekt-grupper. Dette er gjort i tabell 5.

Tabell VII 5. Variasjonskoeff. for mjølk og mjølkefett innen landsdeler med forskjellig avdråttsmengde. Svartbotet låglandsfe i året 1937. Materiale fra LAUPRECHT og DØRING (1950).

Mjølke mengde		Mjølkefett	
Landsdelens middel	Midlere var. koeff.	Landsdelens middel	Midlere var. koeff.
3000-3500 kg	23,9 %	110-125 kg	25,5 %
3500-4000 "	28,6 "	125-140 "	27,3 "
4000-4500 "	29,9 "	140-155 "	26,5 "
4500 og mer	26,5 "	155 og mer	29,9 "

Antall i alt er som før ca. 9500. Gruppen på 3000-3500 kg mjølk har bare 54 stk. Alle de andre har så stort antall at tilfeldige feil burde være eliminert, men sjøl med stort antall i hver gruppe er tilsynelatende de tilfeldige variasjoner ikke blitt eliminert. Midlere variasjonskoeffisient er beregnet som aritmetisk middel av koeffisienten i hver undergruppe. Et middel av variasjonskoeffisienter kan sjølsagt beregnes på svært mange måter. Regressjonen ville ha blitt omlag den samme om mer kompliserte beregningsmetoder hadde vært brukt.

Tross variasjonen fra gruppe til gruppe er det nokså klart at variasjonskoeffisienten for både mjølk og mjølkefett viser en svak stigning ved stigende midlere avdrått, hvilket igjen vil si at standardavvikelsen ikke bare er proporsjonal med midlere avdrått, men stiger litt sterkere enn midlere avdrått. Variansen, standardavvikelsens kvadrat, stiger derfor med avdråtten litt sterkere enn en annengrads funksjon av avdråtten.

Til å bedømme fettprosentens variasjon skal refereres et par arbeider.

ROBERTS (1918) har materiale fra flere raser i U.S. Amerika. Det er bare ett år for hvert dyr, og materialet er derfor sammenliknbart med det foran nevnte. Materialet er fra Registry of Merit eller tilsvarende organisasjoner og er derfor på en måte sterkt selektert og har mindre spredning enn hele rasen. Dessuten har f.eks. ayrshire minimumskrav til mjølk og til fettmengde innen hver aldersklasse, og dette fører til en

reduksjon av variasjonen både for mjølk og for fettprosent. Materialet var delt i grupper etter alderen, men bare beregningen for alle aldre skal gjengis. Bare mjølkemengde og fettprosent var behandlet. Fra korrelasjonstabellene kan for øvrig variasjonen i fettmengde beregnes.

Tabell VII 6. Variasjon i mjølk og fettprosent hos flere raser fra U.S.A. Bare ett år for hvert dyr alle aldre. Fra Registry of Merit og liknende organisasjoner. Fra E. ROBERTS. Journal of Agr. Research, Vol. 14, 1918.

Rase	n	Mjølk			Fettprosent			Korr. koeff. mjølk fett %
		M.kg	.økg	Var. koeff.	M. %	σ %	Var. koeff.	
Jersey	2141	3398	779,3	22,93	5,392	0,525	9,74	- 0,354
Guernsey	3564	3921	950,5	24,24	5,033	0,471	9,35	- 0,296
Ayrshire	1091	4272	927,3	21,71	3,933	0,318	8,08	- 0,138
Holstein Friesian	1925	6551	1651,4	25,21	3,435	0,305	8,88	- 0,133

En må merke seg at fettprosenten viser en var.koeff. som er mindre enn halvparten av mjølkas var.koeff.

Tross den store variasjon i avdrått er variasjonskoeff. omlag den samme fra rase til rase. Den låge variasjonskoeff. for ayrshire skyldes som nevnt den spesielle form for seleksjon ved kravene til avlsforeningens register. Inndeling i aldersklasser ga høve til å sammenlikne standard-avv. ved stigende avdrått. Av tabellene i originalarbeidet går det fram at variasjonskoeffisienten var omlag den samme ved stigende avdrått. Mellom rasene var der tendens til stigende variasjonskoeff. for raser med høg fettprosent.

En undersøkelse av PEARL og medarb. (1919) over jerseyfe skal også gjengis:

Tabell VII 7. Middel og spredning for 1656 jerseykyr med ett års kontroll (Registry of Merit). Etter PEARL, GOWEN og MINER (1919) referert av von PATOW (1930).

	Mjølkemengde	Fettmengde	Fettprosent
Middel	4296 kg	237,9 kg	5,588 %
Standardavvikelse	936,7 "	50,0 "	0,5478 "
Var.koeff.	21,80 %	21,03 %	9,80 "

Korrelasjonen mellom mjølkemengde og fettprosent var - 0,2435. Disse kyr var selektert og hadde en meget skjev fordeling. Hos jersey har mjølka en annen sammensetning enn hos svartbotet låglandsfe, men var.koeff. er omlag den samme.

En undersøkelse av JOHANSSON (1928) fra Sverige skal gjengis.

Tabell VII 8. Middeltall og variasjon i avdrått hos svenske feraser. Stambokmateriale. To år pr. ku. Etter JOHANSSON (1928).

Rase	n	Mjølke kg			Fettprosent			Mjølkefett kg			Korrel. mellom mjølk og fettprosent
		M	σ	Var. k	M	σ	Var. k	M	σ	Var. k	
Svensk lågl.....	3912	4765	915	19,2	3,43	0,267	7,8	164,3	33,3	20,2	-0,076
Svensk ayrshire..	1893	3851	718	18,6	3,97	0,287	7,2	152,8	29,7	19,4	-0,077
R.S.B.	972	3994	873	21,9	3,86	0,267	6,9	154,5	35,9	23,2	-0,049
Svensk fjällr.....	577	3088	641	20,8	4,02	0,301	7,5	123,3	27,3	22,1	-0,042
Rød kullig.....	391	3213	761	23,7	3,75	0,293	7,8	120,2	28,2	23,4	-0,205

For svensk fjällras var ved korrelasjonsberegningen brukt 729 kyr.

Materialet gjelder stambokførte dyr. Der var visse minimumskrav til avkastningen for de største raser, men disse krav har tilsynelatende ikke påvirket fordelingen, men har redusert spredningen, så den beregnede spredning er sannsynligvis langt mindre enn for hele rasen.

For alle kyr var det beregnet middel av to påhinnannen følgende år og for to av rasene var det angitt at det gjelder to normale kontrollår som følger på hverandre. Dette medfører at de beregnede variasjonskoeffisienter gjelder mellom kyr og skulle derfor ventes mindre enn de foran gjengitte, som gjelder total variasjon. Avdråttstallene var ikke alderskorrigert. Dette svarer omlag til de tidligere anførte og medfører noe større spredning enn hos dyr av omlag samme alder.

En undersøkelse av SKJERVOLD (1949) kan brukes til å bedømme variasjonens avhengighet av middeltallet blant norske raser. Undersøkelsen gjelder regnskapsårets mjølkefett hos rødt trønderfe.

Tabell VII 9. Middeltall, standardavvikelse og variasjonskoeff. hos rødt trønderfe for mjølkefett i regnskapsåret. Etter SKJERVOLD (1949).

Årets nr.	Antall kyr	Middel kg	Standard avv. kg	Var.koeff. %
1. år	3155	91,6	22,4	24,5
2. "	3115	103,2	25,2	24,4
3. "	2759	113,4	28,1	24,8
4. "	1932	119,0	29,1	24,5
5. "	1294	121,0	29,5	24,4
6. "	803	123,9	30,0	24,2
7. "	505	125,5	31,9	25,4
8. "	266	123,8	30,5	24,6
9. "	145	125,3	33,6	26,8
10. "	59	123,3	31,3	25,4

Variasjonskoeffisienten viste seg å være omlag uavhengig av avdråttshøgden. De avvik som fins for de høge aldersklasser, skyldes vesentlig det lille antall. Når variasjonskoeffisienten ikke er høgre enn knapt 25 %, skyldes det nok at materialet er samlet inn fra et forholdsvis begrenset område (begge Trøndelagsfylker) og tidsperioden (1928-1940) var uten store forandringer.

For mjølkemengde og fettprosent var ikke spredningen angitt for hver aldersklasse.

For 500 kyr med 5 første regnskapsår hos hver skal standardavvikelse og variasjonskoeff. for mjølkefett gjengis.

Tabell VII 10. Standardavvikelse og variasjonskoeff. for ukorrigert mjølkefett hos 500 kyr av rødt trønderfe med 5 regnskapsår hver. Etter SKJERVOLD (1949).

	Hele materialet		Innen besetning:	
	Middel	Var.koeff.	Middel	Var.koeff.
Midlere mjølkefettmengde kg	110,8	-	110,8	-
Standardavv. total	29,3	26,4	19,4	17,5
" mellom kyr	26,4	23,8	15,6	14,1
" innen kyr	14,1	12,7	14,1	12,7

På grunn av seleksjonen av kyr med 5 år hver er sannsynligvis standardavvikelsen og var.koeff. mindre enn det normale for rasen som helhet. Beregnet innen kyr er standardavv. en betydelig sikrere karakteristikk og er tilnærmet uavhengig av de fleste typer av seleksjon.

Etter MIDTLID og BERGE (1950) skal gjengis en beregning over fettprosenten hos Østlandske raukoller. Det totale materiale var 2086 kyr.

Tabell VII 11. Standardavvikelse og variasjonskoeff. for fettprosent hos Østlandske raukoller, 2086 kyr med 3,7 år pr. ku. Etter MIDTLID og BERGE (1950).

	Hele materialet		Innen fedre	
	Middel %	Var.koeff.	Middel %	Var.koeff.
Midlere fettprosent	3,86	-	3,92	-
Standardavvikelse total	0,36	9,2	0,26	6,6
" mellom kyr	0,32	8,4	0,21	5,4
" innen kyr	0,18	4,6	0,18	4,6

Beregningen innen fedre gjelder spredningen av døtrene og døtrenes mødre. Disse tall er for låge. Bare tallene innen kyr er tilsvarende det en kan vente å finne hos rasen i sin helhet og i et selektert materiale.

For mjølkemengde fins ingen fullstendige beregninger over norske raser. De som fins gjelder mellom kyr.

De gjengitte tall for mjølkefett og fettprosent for norske raser er alle selektert til en viss grad og gir ikke noe godt mål for total spredning. Mjølkefettvariasjonen er tilsynelatende proporsjonal med midteltallet. For mjølkemengde og fettprosent kan en ikke undersøke denne side av saken, men det er ingen grunn til å tro at de norske raser er annerledes enn de andre på dette område.

Om vi forutsetter at innen rasen er variasjonskoeffisienten (K) konstant både for stor og liten avdrått, får vi følgende:

$$K = \frac{\sigma}{M}$$

$$\sigma = M \cdot K$$

$$\sigma^2 = M^2 \cdot K^2$$

Dette forhold gjelder sannsynligvis både for mjølkemengde, mjølkefettmengde og fettprosent. For mindre grupper av populasjonen er den beregnede standardavvikelse som regel noe lågere enn den totale. Innen besetninger er variasjonskoeffisienten ofte betydelig mindre enn dem som er gjengitt foran. Blir spredningen beregnet for middel av flere år pr. ku, vil variasjonskoeff. være betydelig lågere enn normalt.

Variasjonskoeff. er en rase-egenskap. For jersey er koeff. for mjølk lågere og for fettprosent høgere enn for de andre undersøkte raser.

Om vi regner variasjonskoeffisienten innen rasen og ikke foretar noen seleksjon, antas det at variasjonskoeffisienten for mjølk og for mjølkefett ligger ved 0,25 - 0,30 og for fettprosenten omlag ved 0,09 - 0,10 for våre raser.

Er raseområdet lite og er dyra selektert på en eller annen måte, vil variasjonskoeffisienten være lågere enn de nevnte tall.

En sak av stor teoretisk og praktisk betydning er at standardavvikelsen sannsynligvis er tilnærmet proporsjonal med middeltallet. Ved sammenlikninger av variasjon kan og bør i mange tilfelle en beregning ved hjelp av variasjonskoeff. brukes i stedet for den absolutte standardavv., sjøl om dette medfører vanskeligheter ved feilberegningen.

4. Spredningens sammensetning.

Med den store betydning spredningen har fått både for å vurdere sikkerheten av gitt resultat og for å vurdere arvbarheten av en karakter, er det blitt nødvendig å kjenne hvilke faktorer det er som bestemmer størrelsen av spredningen.

Har vi samlet et materiale over et antall kyr med et gitt antall år hver, kan vi beregne spredningen 1) innen kyr, dvs. spredningen mellom de enkelte år for hver ku, 2) mellom gjennomsnittene for hvert dyr og 3) den totale spredning som vi får ved å beregne spredningen på middel av alle enkeltår. De brukte symboler skal gjengis:

$$\begin{aligned} \text{Spredning innen kyr} &= \sigma_i^2 \\ \text{" mellom "} &= \sigma_m^2 \\ \text{" total} &= \sigma_t^2 \end{aligned}$$

Om vi undersøker spredningen for avdråttene og bare regner med ett år pr. dyr, som det er gjort i de fleste tilfelle foran, vil spredning mellom kyr være den samme som den totale spredning, mens vi savner opplysning om spredningen innen kyr.

2/3

Setter vi antall år pr. ku til k og forutsetter et forholdsvis stort antall kyr, kan det stilles opp forholdsvis enkle relasjoner mellom de forskjellige spredningstyper.

$$\sigma_m^2 = C + \frac{\sigma_i^2}{k}$$

$$s^2 = \sigma_m^2 + \frac{\sigma_i^2}{k}$$

$$\sigma_t^2 = C + \sigma_i^2$$

der C er konstant i et gitt tilfelle, men påvirkes sterkt av seleksjonen som er brukt. Den omfatter også den arvelige del av variasjonen.

Hver av de tre spredninger kan uttrykkes ved hjelp av de to andre.

$$\sigma_t^2 = \sigma_m^2 + \sigma_i^2 \left(\frac{k-1}{k} \right)$$

$$\sigma_m^2 = \sigma_t^2 - \sigma_i^2 \left(\frac{k-1}{k} \right)$$

$$\sigma_i^2 = (\sigma_t^2 - \sigma_m^2) \left(\frac{k}{k-1} \right)$$

Om teknikken ved beregningen og antall av frihetsgrader henvises til lærebøkene.

Feilen på en standardavvikelse er ganske stor. Om fordelingen er normal er feilen gitt av:

$$e(\sigma) = \sigma \sqrt{\frac{1}{2n}}$$

Handwritten note: $e(\sigma) = \sigma \sqrt{\frac{1}{2n}}$

Feilen på spredningen er svært stor. Under forutsetning av normal fordeling er den:

$$e(\sigma^2) = \sigma^2 \sqrt{\frac{2}{n}}$$

Handwritten note: $e(\sigma^2) = 2\sigma^2 \sqrt{\frac{1}{n}} = \sigma^2 \sqrt{\frac{4}{n}}$

Under beregningen bruker en i tilfelle antall frihetsgrader i stedet for n og kan beregne feilen for alle de angitte spredninger. Det eneste egentlige variable ledd er for øvrig spredningen innen kyr.

Vanlig bruker en nå å beregne feilen på et forhold mellom to spredninger, når en skal finne om én er større enn den andre. Dette blir utført etter R. A. FISHER's Z-test. Skal det undersøkes om σ_1^2 er større enn σ_2^2 beregnes forholdet:

$$Z = \frac{1}{2} (\text{lognat } \sigma_1^2 - \text{lognat } \sigma_2^2)$$

og avleser sikkerheten i tabeller over Z og N_1 og N_2 . Mest vanlig nå er å beregne forholdet mellom de to spredninger og avlese sikkerheten i spesielle tabeller. (BONNIER - TEDIN 1940).

Som prøve på fordeling av spredningen skal henvises til tabellen VII 10 og VII 11, som er gjengitt foran.

Spredningen mellom kyr er i sterk grad bestemt av antall år pr. ku. Den totale spredning er mer stabil, men er sterkt påvirket av seleksjonen av materialet. Det mest stabile mål for spredningen er spredningen innen kyr. Dette er som regel uavhengig av seleksjonen, men har den ulempe at det forteller intet om den arvelige del av variasjonen, dersom vi ikke samtidig har en beregning over den totale spredning.

Det fins altfor få fullstendige undersøkelser over spredning for avdrått. Det fins bl.a. ingen fullstendige beregninger over spredningen av mjølkemengde hos norske raser. Korreksjon for alder må foretas før beregningen og denne er meget arbeidskrevende.

Skal spredningsanalyse kunne brukes i det praktiske avlsarbeid, bør vi skaffe langt solidere opplysninger om spredningen enn det hittil har vært tilfelle. Disse vil tjene til å forhindre feilslutninger, som vi er utsatt for, dersom arbeidet skal bygges på den teoretiske populasjonsgenetikk uten nærmere kjennskap til de spesielle forhold ved avdråttens spredning.

Det ville ha særlig stor interesse å få klarlagt om også standardavvikelsen innen kyr er direkte proporsjonal med midlere avdrått.

En ikke publisert undersøkelse over raukoll ved landbrukshøgskolens gårdsbruk viste for fettprosent en standardavvikelse mellom kyr, innen år, innen besetning, når alle kyr med helt år var med, på 0,28 %. Antall kyr var ca. 75 pr. år i perioden 1919-1948. Samtidig viste det årlige middeltall seg å ha en standardavvikelse på 0,10 % beregnet innen perioder på 5 år. Standardavvikelsen innen kyr må nødvendigvis være betydelig større.

Som prøve på oppdelingen av spredningen skal gjengis standardavv. i sin helhet, og mellom og innen kyr fra de refererte arbeider der oppdelingen er foretatt.

Tabell VII 12. Standardavv. total, mellom og innen kyr. Nærmere oppgaver fins i vedkommende tabell som er nevnt.

	Rase	År pr. ku	Middel	Standardavv.		
				Total	Mellom	Innen
<u>Mjølke.</u>						
Tab. VII 14.....	SRB	5	4041 kg	887	654	670
<u>Mjølkefett.</u>						
Tab. VII 14	SRB	5	161,5 "	34,4	24,0	27,6
Tab. VII 10, Alle	R.Tr.	5	110,8 "	29,3	26,4	14,1
" " innen besetn.	"	"	"	19,4	15,6	14,1
SKJERVOLD, 1949, tab. 3..	"	"	108,6 "	23,6	18,1	17,0
<u>Fettprosent.</u>						
Tab. VII 14	SRB	5	4,01 %	0,313	0,266	0,184
Tab. VII 11, Alle	Rauk.	3,7	3,86 "	0,36	0,32	0,18
" " innen fedre	"	3,7	3,92 "	0,26	0,21	0,18

Der er en ganske stor forskjell mellom standardavvikelsens fordeling for mjølkefett hos SRB og hos rødt trønderfe i det materiale som er brukt. Det kan ikke avgjøres om denne forskjell mellom rasene er reell eller om det skyldes spesielle former for seleksjon. Forskjellen forsvinner ikke om en bruker variasjonskoeff. i stedet for de absolutte tall, men den blir redusert en del.

Det er påkrevd å få flere fullstendige variansanalyser av avdråtten hos våre storferaser. Skal populasjonsgenetikken brukes ved avlsundersøkelser, bør vi ha et grundig kjennskap til spredningen i alle dens former.

5. Korrelasjonen mellom flere år hos samme dyr.

Har en beregnet et middel av flere år pr. dyr, vil spredningen mellom dyr være mindre enn den totale spredning beregnet på ett år pr. dyr. Undersøkelser over spredning bygger til dels på ett år, til dels på to og flere år pr. dyr. De forskjellige undersøkelser kan ikke sammenliknes, dersom en ikke er klar over dette forhold.

Hvor sterkt spredningen mellom dyr synker ved stigende år pr. dyr, er avhengig av korrelasjonen mellom to år hos samme dyr. Rent generelt gjelder følgende: Om vi har en observasjonsrekke med spredningen σ_1^2

og en annen observasjonsrekke over samme fenomen med spredningen σ_2^2 og der korrelasjonen mellom hvert par er r , vil spredningen på en sum eller en differens av hvert par gis av:

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 \pm 2r\sigma_1\sigma_2$$

Om vi som for avdrått regner med middel av to år og regner videre at σ_2 er tilnærmet lik σ_1 og settes lik σ_t ; får vi følgende formel for spredningen mellom dyr:

$$\sigma_m^2 = \sigma_t^2 \left(\frac{1+r}{2} \right)$$

Intraklassekorrelasjonen mellom flere år hos samme dyr kan finnes av spredningen etter følgende:

$$r = \frac{\sigma_t^2 - \sigma_i^2}{\sigma_t^2}$$

Har en bestemt spredningen mellom dyr og total spredning, kan intraklassekorrelasjonen finnes av likningen der k er antall år pr. dyr.

$$[1 + r(k-1)] \sigma_t^2 = k \sigma_m^2$$

Om en kjenner to av spredningene kan den tredje og korrelasjonen beregnes. Om en kjenner den ene spredning og r , kan de andre spredninger beregnes.

Den korrelasjon en finner i disse beregninger er intraklassekorrelasjonen. Denne vil som regel alltid være større enn BRAVAIS' konstant, som måler tilpassingen til linear regressjon. Intraklassekorrelasjonen vil derfor også som regel være litt større enn arvbaheten (h^2), som den vanligvis er et brukbart uttrykk for.

Spredningen mellom kyr har størst interesse i denne forbindelse, da antall år pr. dyr virker sterkest på denne. Det kan bevises (BERGE 1934 og LUSH 1939) at spredningen mellom dyr ved stigende antall år pr. dyr minker relativt etter formelen $r + \frac{1-r}{n}$ der n er antall år pr. dyr og r er korrelasjonskoeffisienten.

Da vekten av et tall bør være omvendt proporsjonalt med dets spredning, vil følgelig vekten av et middeltall på n år p_n være gitt av:

$$p_n = \frac{n}{nr + 1-r} = \frac{n}{1+(n-1)r}$$

Denne formel har i de senere år fått en utstrakt bruk overalt i avlslæren, der det gjelder å finne betydningen av flere år pr. dyr.

Korrelasjonskoeffisienten er brukt som mål for reproduserbarheten (repeatability) av produksjonsevnen.

Etter LUSH brukes den til å beregne den sannsynlige produksjonsevne hos ei ku når vi kjenner kuas eget middel (M) og besetningsmiddel (A) og antall år kontrollert (n).

$$\text{Sannsynlig produksjonsevne} = \frac{n r M}{1-r+nr} + \frac{(1-r) A}{1-r+nr}$$

Reproduserbarheten blir det gjort rede for i et senere avsnitt.

Den absolutte storleik av r vil variere etter materialet.

Beregnet innenfor besetninger i korte tidsintervaller er den som regel ikke mer enn 0,4, sjøl om en beregner som intraklassekorrelasjon. Om en beregner den over større områder med vekslende kvalitet av dyra, vil r bli større. En vanlig koeffisient under slike forhold er 0,6 - 0,7. Dette skyldes at spredningen innen dyr er tilnærmet konstant, mens totalspredningen øker.

Fettprosenten gir til dels høgre korrelasjon enn mjølk og mjølkefett, men med varierende resultat for de forskjellige raser og forskjellige måter å samle materialet.

6. Eksempler på intraklassekorrelasjon.

I det følgende skal gjengis en del av de publiserte resultater over beregning av intraklassekorrelasjon for avdrått.

GOWEN & GOWEN (1922) har beregnet korrelasjonen mellom to år hos samme dyr for mjølkemengde og fettprosent fra stamboksmateriale i U.S.A. Materialet er antakelig ikke alderskorrigert. Det er beregnet innen forskjellige aldersgrupper. For Holstein Friesian er det beregnet middel av alle aldersgrupper. Korrelasjonsforholdet ble også beregnet og viste at regressjonen var tilnærmet lineær for mjølk og fettprosent.

Tabell VII 13. Korrelasjonen mellom to år hos samme dyr. Etter GOWEN & GOWEN (1922).

	Mjølk		Fettprosent	
	Variasjon	Middel	Variasjon	Middel
Holstein Friesian	0,48-0,78	0,667	0,59-0,79	0,715
Guernsey	0,46-0,81	-	0,64-0,89	-
Jersey	0,21-0,73	-	0,25-0,68	-

Der var en svær variasjon mellom aldersgruppene. Jersey har for mjølkemengde koeffisienter fra 0,21 til 0,73. Resultatene avhenger i sterk grad av beregningsmetodene.

Variasjonskoeffisienten var noenlunde lik for store og små avdråttmengder, med ca. 22,7 % i middel for mjølk og 9,0 % for fettprosent. Avdråttmengdene var ganske store.

I samme arbeid er til sammenlikning gitt korrelasjon for et par andre karakterer. Disse skal refereres.

	Korrelasjon
Ull-vekt en sesong med neste (Rambouillet)	0,51
Egg en måned med 11 neste måneder	0,24-0,57

PLUM (1935) har resultater fra mjølkekontrollen i Iowa for rasene Guernsey, Jersey og Holstein Friesian. Omlag 2/3 av de 2316 kyr var Jersey med omlag 1/6 av hver av de to andre, med 2,53 lakt. pr. ku i middel. Som mål for avdråtten var brukt mengden av mjølkefett produsert i de første 8 måneder etter kalvingen for laktasjoner som minst hadde en lengde av 9 mdr. Alle ytelser ble korrigerert til voksen alder. På grunn av at rasene er nokså forskjellige har et middeltall for alle rasene liten interesse.

Innenfor rasene var intraklassekorrelasjonen mellom mjølkefett i to laktasjoner 0,605. Innenfor besetninger, innenfor rase, var koeffisienten 0,401. Koeffisientene var relativt høge. Dette skyldes at der var en viss seleksjon av normale laktasjoner. Det er også mulig at korreksjonen for alder kan ha økt den beregnede korrelasjon.

Korrelasjonen datter-mor var 0,31 når første tilgjengelige kontroll av begge ble brukt uten omsyn til besetningsforskjell. Samme tall innen besetninger var bare 0,06. Om dette tall fordobles gir det en viss sammenlikning med intra-ku-korrelasjon. Koeffisienten på 0,06 er antakelig for låg. Den antyder at forholdet mellom intra-ku-korrelasjon og arvbahet ikke er så helt enkelt i praksis.

Korrelasjon mellom to år hos samme dyr er undersøkt av JOHANSSON og HANSSON (1940) for i alt 1152 kyr av SRB-rasen fra 7 buskaper. Avdråtten var beregnet som mjølkefett i de første 300 dager etter kalvingen. Alder og kalvingsintervall var korrigerert ved addering. Råkorrelasjonene skal gjengis:

Korr.koeff.

1. lakt. - 2. lakt.	0,447
2. " - 3. "	0,522
1. " - 3. "	0,496

Korrelasjonene er ganske høge. De ville antakelig være lågere om de hadde vært beregnet innenfor en buskap.

En spesiell analyse er i samme arbeid gjort over de 5 første fullstendige laktasjoner på 300 dager over 301 kyr fra 9 besetninger. Intraklassekorrelasjonen skal gjengis.

Tabell VII 14. Middeltall, variasjon og korrelasjon innen kyr av SRB-rasen. 301 kyr med 5 laktasjoner på 300 dager. Etter JOHANSSON og HANSSON (1940).

	Middel	Standard avvik.		Korrelasjon innen kyr		Var. koeff. total
		Total	Innen kyr	Hele material.	Innen besetn.	
Mjølkk, ukorrigert	4041,4 kg	887 kg	670	0,412	0,382	21,9
Mjølkefett, "	161,5 "	34,4 "	27,6	0,361	0,318	21,3
Fettprosent, "	4,01 %	0,313	0,184	0,708	0,645	7,8

Fettprosenten viste seg her å være betydelig sikrere enn mjølkemengde og fettmengde, mens de amerikanske undersøkelser viser omlag samme resultat for fettprosenten som for de andre. Årsakene til dette er vanskelig å finne.

For norske raser skal gjengis korrelasjonene beregnet delvis av materialet i tabell VII 10 og 11 over mjølkefett og fettprosent.

Mjølkefett, rødt trønderfe,	total korr.	0,77
" " "	innen besetn.	0,47
" " " Skjervold (1949) tab. 3.	0,48
Fettprosent, østlandsk raukoll,	total korr.	0,74
" " "	innen fedre korr.	0,52

Korrelasjonen var i dette tilfelle ganske høg. For mjølkemengde er her ingen fullstendig beregning. Koeffisienten vil ha sin maksimumsverdi i en populasjon der hver allelomorf som påvirker karakteren har hyppigheten 0,5. Den vil synke sterkt når hovedfaktorene blir homozygote og vil ha en låg og varierende verdi i en bestand, der den arvelige variasjon blir framkalt av faktorer med liten og varierende verknad.

7. Korrelasjoner mellom slektninger.

Korrelasjoner mellom slektninger er av stor betydning for husdyravlen både teoretisk og praktisk. De funne koeffisienter bør om mulig alltid sammenliknes med korrelasjonen innen dyr. Vi vet at korrelasjonen mellom avkom og foreldre og mellom fullsøsken ikke kan bli større enn korrelasjonen innen dyr, når systematiske feil er eliminert. Om vi beregner korrelasjonen datter-mor innen avkom av samme far, vil koeffisienten under samme forutsetning ikke bli høyere enn halvparten av korrelasjonen innen dyr. Om vi beregner den for avkom av mange fedre vil den bli noe høyere enn for avkom av samme far, da det ofte fins korrelasjoner mellom foreldrene. For en eksakt løsning må korrelasjonen mellom foreldrene elimineres.

Noen eksempler på beregning skal gjengis etter GOWEN (1927).

Tabell VII 15. Korrelasjoner mellom slektninger. Antakelig ett år hos hvert dyr. Etter GOWEN (1927).

	Holstein Friesian		Guernsey		Jersey	
	Mjolk	Fett ₀	Mjolk	Fett ₀	Mjolk	Fett ₀
Datter-mor, forskjellige fedre...	0,50	0,41	0,36	0,42	0,30	0,42
Fullsøstre	0,55	0,46	0,41	0,44	0,39	0,41
Halvsøstre, felles far.....	0,36	0,37	0,13	0,17	0,23	0,25
" " mor.....	0,38	0,22	0,15	0,19	0,20	0,20
Farmor-sønnedatter	0,26	0,09	0,16	0,15	0,20	0,21
Mormor-datterdatter.....	0,31	0,19	0,20	0,20	0,14	0,25
Faster-brordatter	-	-	0,26	0,15	-	-
(Mellom to år hos samme dyr, (Tab. VII 13).....)	(0,67)	(0,72)	-	-	-	-
(Heritability, se GOWEN 1924).....	(0,59)	0,58	-	-	-	-

Ingen spredning og middeltall er angitt. Det ser ut til å være et utdrag av tidligere undersøkelser. Antakelig er det beregnet etter ett år for hvert dyr. Det er påfallende at korrelasjonen mellom datter-mor med forskjellige fedre hos Holstein Friesian er nesten like så høy som korrelasjonen mellom to år hos samme dyr anført nederst i tabellen. En skulle ikke vente mer enn halvparten.

Beregningsmetoden er ikke angitt, men antakelig er det samme framgangsmåte som er brukt i det nedenfor siterte arbeid av GOWEN (1934).

GOWEN (1934) har gjengitt beregningsmetodene og antall for jerseykyrne, sannsynligvis de samme som i tabell VII ¹⁵. Minimumskravene for registrering var 360 lbs. mjølkefett ved en alder av 5 år. Bare dyr som oppfylte minimumskravene er med. Disse minimumskrav er i seg sjøl en sterk begrensning av variasjonen. Avdråtten var kontrollert i ca. 365 dager. Alle var alderskorrigerert til en ventet ytelse ved en alder av 8 år og 3 mdr.

Enkelte tall skal gjengis.

Tabell VII 16. Korrelasjoner mellom slektninger hos jersey. Utdrag fra GOWEN (1934). Ett år hos hvert dyr. Avdråtten er korrigerert til en alder av 8,25 år.

	n	Korrelasjon	
		Mjølkk	Fett %
Fullsøstre	1924	0,39	0,41
Halvsøstre, morssiden	3720	0,19	0,20
" farssiden	110456	0,24	0,25
Døtre-mødre	3753	0,30	0,42
Dobbel-søskenbarn	474	0,26	0,28
Sønne-datter-farmor	2709	0,20	0,21
Datterdatter-mormor	1466	0,14	0,25

Disse tall ligger lågere enn dem som han har angitt for Holstein Friesian. Tallene er antakelig noe påvirket av alderskorreksjonen. Disse korrelasjoner er beheftet med en ganske stor feil. Særlig har seleksjonen en ganske stor betydning. Feilen som skyldes tilfeldigheter under spaltningene er relativt liten.

Instituttet på Wiad (1939) har en undersøkelse av korrelasjonen mellom døtre og mødre beregnet for 2768 par av SRB fordelt på 492 besetninger med fra 3 til 25 par i hver besetning for kontrollåret 1935-36.

Korrelasjonene er beregnet både for hele materialet og innen besetninger. Innen besetninger er tallene bemerkelsesverdig låge, særlig når alderens verknad er eliminert. Egentlig må en vente noe slikt, da den arvelige del av variansen sannsynligvis blir redusert enda sterkere innen besetninger enn miljødelen. Dette gjelder særlig de gode besetninger, som fyller kravene til stambokføring.

De viste en betydelig høgre koeffisient for fettprosenten enn materialet fra GOWEN. Tallene fra Wiad skal gjengis.

Tabell VII 17. Korrelasjonen datter-mor. 2768 par av SRB-rasen. Etter Wiad medd. 20, 1939.

	Mjølkk	Mjølkefett	Fett pros.
Uten omsyn til alder			
Total	0,194	0,257	0,470
Mellom besetn.middel	0,260	0,341	0,490
Innen besetninger	0,035	0,041	0,175
Alderen eliminert			
Innen besetninger	0,006	0,030	0,155

Etter SKJERVOLD (1949) skal gjengis korrelasjonen mellom døtre og mødre av rødt trønderfe.

Tabell VII 18. Korrelasjonen mellom 375 par av døtre og mødre fra 57 besetninger av rødt trønderfe. Regnskapsår. Etter SKJERVOLD (1949).

	Mjølkk	Fettpros.	Mjølkefett
Korrelasjon innen besetning	0,075	0,170	0,064

Disse korrelasjonskoeffisienter fra Wiad og SKJERVOLD er så små at de står i sterk kontrast til den forholdsvis høge innen-korrelasjon som er funnet andre steder i hvert fall for mjølkefett.

Korrelasjonen mellom døtre og mødre for avdrått er beregnet av MIDTLID og BERGE (1950) for østlandske raukoller. Materialet er fra stambøkene og er følgelig selektert til en viss grad. Videre er det regnet med minst 3 år pr. dyr og opptil 6 år, med et middel på 3,7 år. Alle spredninger er beregnet mellom kyr og er følgelig ikke helt sammenliknbare med de anførte totale spredninger. Mjølkeytelsen hos dyr yngre enn 6 år ble alderskorrigert ved forholdstall angitt for SRB. Dette får også en viss verknad på spredningen.

Tabell VII 19. Middeltall, spredninger og regressjoner for avdrått i regnskapsår hos østlandske raukoller. 3,7 år pr. ku. Alderskorrigert til voksen alder. Etter MIDTLID og BERGE (1950).

	Mjølke		Fettprosent		Mjølkefett	
	Mødre	Døtre	Mødre	Døtre	Mødre	Døtre
Middeltall	3208	3153	3,82	3,90	125,4	124,8
Standardavvik. (mellom kyr).....	584	542	0,33	0,32	27,5	25,2
Var.koeff. % (mellom kyr).....	18,2	17,2	8,6	8,2	21,9	20,2
<u>Innen fedre:</u>						
Middeltall	3244	3184	3,88	3,95	128,6	127,9
Standardavvik. (mellom kyr).....	375	406	0,21	0,21	16,6	16,5
Var.koeff. % (mellom kyr).....	11,5	12,7	5,4	5,3	12,9	12,9

På grunn av at den beregnede spredningen er mellom kyr, er spredningen forholdsvis liten. Korreksjonen for alder har også medført noe mindre spredning enn ikke-korrigert materiale. Som følge av dette er variasjonskoeffisienten liten, og når den likevel er så pass stor som den er, skyldes det at materialet omfatter et forholdsvis stort tidsområde fra dyr født 1896 til 1938. Når denne "trend" verknad er eliminert i det vesentligste ved å beregne innen fedre, er standardavvikelsen og var.koeff. redusert til ca. halvparten av den normale variasjon. Beregningen innen fedre bygger på fedre med minst 2 avkom.

Tabell VII 20. Korrelasjoner døtre-mødre og regressjonskoeff. døtre på mødre for østlandske raukoller. 3,7 år pr. ku. Etter MIDTLID og BERGE (1950).

	Mjølke	Fettpros.	Mjølkefett
<u>Hele materialet:</u>			
Korrelasjon, døtre-mødre	0,39	0,58	0,52
Regressjonskoeff. døtre-mødre	0,36	0,58	0,48
<u>Innen samme far:</u>			
Regressjonskoeff. døtre-mødre	0,17	0,33	0,22

Regressjonskoeffisienten gjengitt i tabell VII 20 belyser ganske godt de resultater en oppnår ved de forskjellige beregningsmåter.

Beregnet på hele materialet var regressjonskoeffisienten av døtre på mødre 0,58 for fettprosent. Et resultat som virker misvisende da koeff. egentlig ikke skal overstige 0,50 for hver av foreldrene. Årsaken til det for høge tall er at der er korrelasjon mellom foreldrene og at tallet omfatter både morens verknad og en del av farens verknad.

Ved beregningen innen samme far er farens verknad eliminert, da den virker likt på alle døtre, og regressjonskoeff. er et bedre uttrykk for vedkommende karakters arvbarhet som er det doble av regressjonskoeffisienten.

De gjengitte tall er høgre enn de som er gjengitt fra andre kilder. En må være merksam på at de bygger på et middel av 3,7 år pr. dyr. Dette gir høgre koeffisienter enn om de bygde på 1 eller 2 år pr. dyr.

Om det hadde vært mulig å eliminere verknaden av forskjell i miljø mellom besetningene ville koeff. vært lågere, men med det lille antall dyr i hver besetning, var dette ikke mulig i det sist refererte materiale.

- - -

Koeffisientene kan bare brukes under samme forhold som de er beregnet for. Om vi har et materiale med bare 1 eller 2 år pr. dyr, kan vi ikke bruke så høge koeff. som de sist angitte. Hadde spredning innen kyr- og innen ku-korrelasjonen vært beregnet, kunne en ha beregnet koeffisientene for et hvilket som helst antall år pr. ku.

Intraklassekorrelasjonen for avdrått mellom tvillinger som ble ansett for å være eneggede er gitt av HANCOCK (1950) for 7 par av jerseyrasen ved Ruakura forsøksstasjon, New Zealand. Parene ble stelt og foret likt for at det skulle være mulig å undersøke variasjonen både innen og mellom parene. Laktasjonene ble avkortet til 252 dager, og det ble bare regnet med 1. laktasjon. Som sammenlikning ble 1. laktasjon hos 12 ubeslektede jerseykyr kontrollert. Også for disse var laktasjonen avkortet til 252 dager, og de ble stelt som tvillingparene.

Resultatene skal gjengis:

Tabell 21. Standardavvikelse og korrelasjon for avdrått hos 7 tvillingpar av jersey ansett for å være eneggede, og standardavvikelse mellom 12 ubeslektede jerseykyr. For alle er 1. laktasjon avkortet til 252 dager. Middeltallet er bare angitt for tvillingparene. Etter HANCOCK (1950).

Tvillinger eneggede	Middel-tall	Standard-avv.	Var.koeff. %	Intrakl. korr.
<u>Mjølkemengde.</u>				
Innen par, tvill.	2090 kg	77	3,7	0,96
Mellom par, "	"	363	17,4	-
Total "	"	367	17,6	-
Total ubeslektet	?	427	-	-
<u>Fettprosent.</u>				
Innen par, tvill.	5,39 %	0,126	2,3	0,94
Mellom par, "	"	0,495	9,2	-
Total "	"	0,503	9,3	-
Total ubeslektet	?	0,447	-	-
<u>Mjølkefett kg</u>				
Innen par, tvill.	112,0 kg	2,4	2,1	0,98
Mellom par, "	"	17,2	15,4	-
Total "	"	17,4	15,5	-
Total ubeslektet	?	23,7	-	-
<u>Kaseinprosent</u>				
Innen par, tvill.	2,59 %	0,036	1,4	0,91
Mellom par, "	"	0,120	4,6	-
Total "	"	0,123	4,7	-
<u>Kasein kg</u>				
Innen par, tvill.	54,1 kg	1,41	2,6	0,98
Mellom par, "	"	10,07	18,6	-
Total "	"	10,12	18,7	-

Tallene er bemerkelsesverdige for den relativt låge totalspredning og enda mer for den høge intraklassekorrelasjon mellom tvillingene innen parene. Den ligger mellom 0,91 - 0,98. Korrelasjonen innen par skulle ikke kunne bli noe vesentlig høgre enn mellom to påhinannen følgende år hos samme dyr. Sannsynligvis burde den være noe lågere enn

denne, forutsatt at systematisk forskjell mellom de to år ble eliminert. De koeff. som er gjengitt foran for 2 år hos samme dyr ligger i området 0,4 - 0,7.

Årsaken til dette må enten være det lille antall av tvillinger eller også må det på en eller annen måte ha blitt en form for seleksjon. Relativt kan ikke spredningen innen tvillinger være mindre enn spredningen mellom år hos samme dyr.

Spredningen mellom de ubeslektede dyr er som ventet dels større og dels mindre enn den totale spredning for tvillingene.

Effektiviteten av tvillinger kan måles ved forholdet mellom totalvarians hos ubeslektede og variansen innen par. Men minimumsgrensen for variansen innen par er variansen mellom to år hos samme dyr.

Som det går fram av tabellen, var der sterk korrelasjon innen parene både for kaseinprosent og for kaseinmengde. Betydelig viktigere er korrelasjonen mellom fettprosent og kaseinprosent, som også er gjengitt i arbeidet av HANCOCK (1950). Innen par var det sterk korrelasjon mellom fettprosent og kaseinprosent, men mellom par var korrelasjonen ubetydelig. Dette antyder at de gener som bestemmer fettprosenten er ikke de samme som dem der bestemmer kaseinprosenten. Samme slutning er for øvrig trukket av BONNIER og HANSSON (1946) i Acta Agriculturae Suecana, Vol. 11. Dette fører igjen til en svekkelse av den sedvanlig brukte formel til beregning av målemjolk. Det medfører også at skal en legge mer vekt på osteproduksjonen, som det nå blir hevdet, kan en ikke bygge på fettprosenten som mål for mengden av ostestoff.

For nærmere studium anbefales det siterte arbeid av BONNIER og HANSSON (1946) som konkluderer med at den genetiske konstitusjon hos ei ku bestemmer kaloriinnholdet i en vektmenge mjolk av en gitt fettprosent.

8. Sammendrag.

I arbeidet er gitt en oversikt over de nødvendige elementære begrep som kreves for at mjolkeavdråttens genetikk skal behandles ved hjelp av populasjonsgenetikken.

Det viser seg at vårt kjennskap til spredning og til korrelasjoner er nokså ufullstendig på mange viktige områder. Det gjelder særlig den absolutte og relative spredning innen kyr når karakteren er bestemt i flere år eller flere laktasjoner. Det mangler også en del på

kjennskapet til hvordan den absolutte storleik av spredningen varierer. Etter det som er lagt fram er det sannsynlig at alle former for spredning er til en viss grad en funksjon av middeltallet for vedkommende karakter. Dette vil medføre visse konsekvenser ved bruken av de vanlige beregningsformler. Også på dette område kreves mer undersøkelser før en kan bruke formlene med trygghet.

Korrelasjonen mellom slektninger viser som ventet svært varierende tall. Det er framhevet at korrelasjonen mellom to år hos samme dyr må som regel utgjøre maksimum-grensen for korrelasjonen mellom slektninger og for arvbarheten. Som regel vil arvbarheten nødvendigvis bli noe lågere enn den nevnte korrelasjon, da en del av de medfødte forskjeller mellom dyr er ervervet og ikke arvelige. Andre er bestemt av gensamspill og vil heller ikke vise seg hos avkommet som additiv arv.

B. Forsningsmetoder og resultater.

Forsningsmetodene til å klarlegge mjølkeavdråttens genetik har vekslet sterkt gjennom åra, og framleis brukes mange metoder etter som forholdene tilsier. De kan grupperes etter arbeidsmetoden i: statistiske analyser, innavlsforsøk, kryssingsforsøk og i de senere år tvillingsforskningen.

1. Statistiske undersøkelser.

a. Arvbarhet.

Denne metode er den eldste, og den har fått stort omfang i de senere år ved hjelp av populasjonsgenetikken.

Den første som påviste at ulike dattergrupper hadde ulike midteltall for avdrått var G. SEDERHOLM, Sverige, (Lantmannen 1900). Han brukte Francis GALTON's metoder til sine undersøkelser. Senere er publisert et stort antall arbeider. Noen få skal nevnes.

Amerikaneren GOWEN har lagt fram et stort materiale i sin bok "Milk Secretion" (1924) og i andre arbeider, bl.a. over korrelasjoner mellom slektninger. Han trekker den viktige slutning at mjølkemengde og fettprosent blir nedarvet uavhengig av hverandre.

Englenderen H. G. SANDERS har flere arbeider bl.a. fra 1927 over ytre forhold sin verknad på avdrått.

TURNER (1927) har en omfattende undersøkelse over Jerseyfe i U.S.A. Han hevder der at korrelasjonen mellom mødre og døtre må beregnes på døtre etter samme okse. Hans koeffisienter beregnet på denne måte er som ventet lågere enn de som ble funnet av GOWEN. TURNER sammenfatter sine resultater i følgende punkter, som i hovedsaken gjelder framleis.

1. Kyrnes avdrått er bestemt av mange gener.
2. Flere av genene som gir høg avdrått er dominante.
3. Genene har ikke samme effekt, dvs. de er polymere, men ikke homomere.

Han har ikke levert noe bevis for disse setninger, men de stemmer godt med det vi vet for tiden.

LUSH og medarbeidere har behandlet mange spørsmål.

Fra Sverige har JOHANSSON og HANSSON (1940) i et større arbeid behandlet variasjonsårsaker i avdråttmengde hos SRB. JOHANSSON og BONNIER har flere arbeider over forskjellige sider av saken.

Fra Norge skal nevnes et arbeid av TUFF (1932) om dølefe. Videre skal nevnes et arbeid av SKJERVOLD (1949) om rødt trønderfe, der bl.a. kontrollår er sammenliknet med regnskapsår. Et arbeid av MIDTLID og BERGE (1950) behandler den arvelige del av variasjonen hos østlandske raukoller, der også avdråttmen er behandlet.

Den matematiske behandling er blitt betydelig forbedret i de senere år. De første metoder var utformet av F. GALTON og senere K. PEARSON og led av mange svakheter. Den matematiske siden er i de senere år blitt behandlet av englenderne R. A. FISHER og K. MATHER og av amerikaneren Sewall WRIGHT og J. L. LUSH og av deres elever. De har utformet en ny avdeling av den matematiske statistikk, og denne har fått stort omfang og utstrekkt bruk i avlslæren under navn av populasjonsgenetikk. Den behandler særlig de kvantitative karakterer og hevder at antall faktorer for disse ikke kan bestemmes. Det er graden av arv som bestemmes.

Den har utformet et par begreper som blir brukt i stor utstrekning. Det ene er reproduserbarhet (eng. repeatability) som angir korrelasjonen mellom to målinger av samme karakter. Det andre er arvbarhet (eng. heritability) som angir hvor stor del av variansen som er bestemt av polymere faktorer (additiv arv). Den er betegnet med h^2 . Egentlig betegner h korrelasjonen mellom genotype og fenotype hos samme dyr.

Om definisjon og beregning av arvbarhet se Avl og Utvalg, hefte 1, side 26 og følg. og hefte 3, side 36-37. Om reproduserbarhet se hefte 2, Seleksjon, side 24-25, og hefte 3, side 50 og følgende.

Arvbarheten blir beregnet på mange forskjellige måter. En kan finne den 1) ved hjelp av korrelasjonen mellom slektninger, 2) ved hjelp av avlsforsøk med seleksjon, 3) ved bruk av monozygotiske tvillinger. En del av de vanligste formler skal gjengis i en forenklet form, da r egentlig bør reduseres eller økes med den del som skyldes forskjell i miljø.

Korrelasjonskoeff. mellom slektninger = r

" " foreldrene = r_f

Mor-datter forskjellige fedre $h^2 = \frac{2r}{1+r_f}$

Mor-datter samme far	$h^2 = 2 r$
Fullsøsken	$h^2 = 2 r$
Halvsøsken	$h^2 = \frac{4 r}{1 + r_f}$

Arvbarheten (heritability) vil vise sin maksimale verdi i en bestand, der hele karakteren er bestemt av additiv arv med mange gener og hyppigheten av hver allel er 0,5, og der det ikke forekommer seleksjon ved paringene og ved utvalget av avlsdyr. Ingen av disse betingelser gjelder i praksis. Det vil alltid forekomme en eller annen form for seleksjon, og seleksjon vil redusere arvbarheten. En kan si som regel at arvbarheten går mot null, når seleksjonen har virket lenge, sjøl om arvbarheten var 100 % i begynnelsen. De låge tall er uttrykk for at karakteren er blitt homozygot for de viktigste genene.

Seleksjonen enten ved paring eller ved utvalg av avlsdyr kan være av flere typer. De følgende er vanligst:

- a) Etter slektskap (utvalg ved paring).
- b) Etter fenotype (utvalg både ved påsetting og ved paring).
- c) Etter slektskap og fenotype.

Alle disse vil føre til reduksjon av arvbarheten. Ved utvalg etter slektskap synker arvbarheten tilnærmet proporsjonalt med $(1-F)$ der F er innavlskoeffisienten ifølge COMSTOCK og WINTERS (1944). Beregnede tall bør derfor korrigeres til samme grad av innavl. Er arvbarheten funnet til å være 0,15 og den midlere innavlskoeffisient i materialet er 0,25, er arvbarheten i et materiale av ubeslektede paringer lik 0,20.

Ved utvalg etter fenotypen vil arvbarheten reduseres minst like sterkt som etter slektskap, men det fins liten mulighet å korrigere for denne seleksjon.

Sterkeste reduksjon av arvbarheten får en ved kombinert seleksjon etter slektskap og etter fenotype, og det er denne form som er vanlig i husdyravlen. Som regel er dette årsaken til de meget låge tall for arvbarhet en kan finne publisert for karakterer som vi vet er i høg grad bestemt av arv.

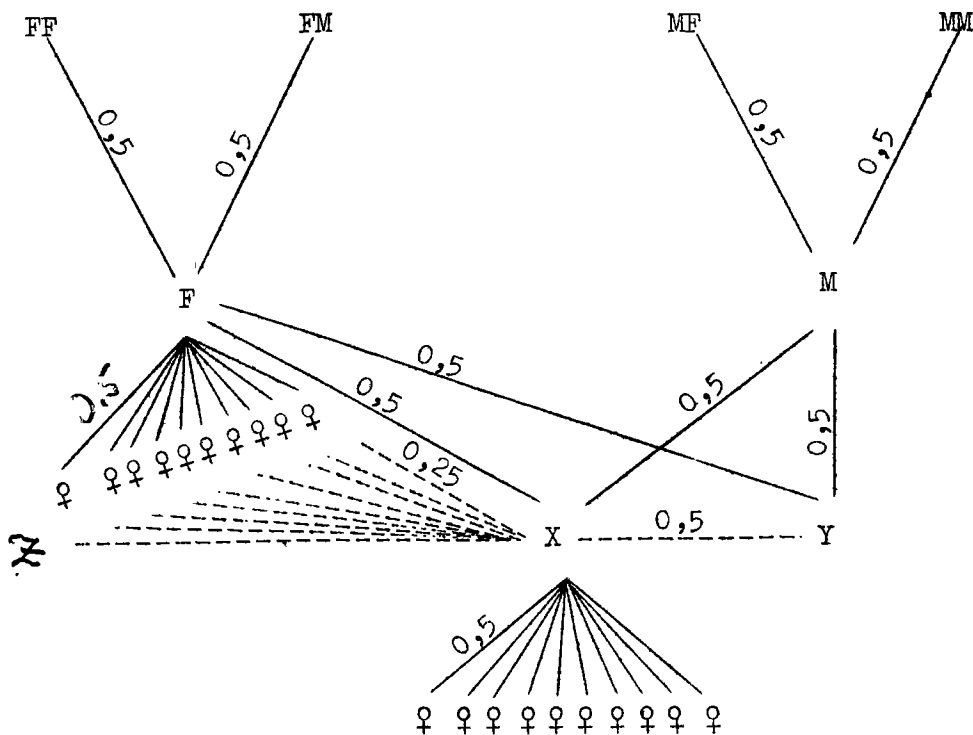


Fig. VII 1. Sambandet mellom et gitt handyr (x) og dets aner, ^{helsøsken (1/2), halv søsken (1/4)} søsken og avkom. Slektskapskoeffisienten er oppført på forbindelseslinjene. Den representerer korrelasjonen mellom vedkommende genotyper. Mellom foreldre og avkom er den 0,5, mellom helsøsken 0,5 og halvsøsken 0,25. For å få korrelasjonen mellom fenotypene, må en multiplisere med h^2 .

Den vanligste måte å finne h^2 ved seleksjon er å dele mødrene til avkommet av hver okse i to grupper etter avdråttshøgden og beregne middel av avkommet i hver gruppe. Om middel av dattergruppene blir betegnet med A_1 og A_2 og mødregruppene med B_1 og B_2 vil en finne h^2 av følgende:

$$h^2 = \frac{2(A_1 - A_2)}{B_1 - B_2}$$

Har de ytre forhold hatt stor verknad på avdråttstallene, kan en til en viss grad eliminere det forskjellige miljø ved i stedet for middel av hver gruppe å beregne gruppenes avvikelse fra besetningsmiddel og bruke disse tall i formelen ovenfor.

Vi får følgende formel for h^2 :

$$h^2 = \frac{2(a_1 - a_2)}{b_1 - b_2}$$

Den beregnede arvbarhet (h^2) er sterkt avhengig av om den er beregnet over et års avdrått pr. dyr eller om det er brukt middel av flere år pr. dyr. Dette vil bli behandlet nærmere under reproduserbarheten. Her skal gjengis en del tall for arvbarhet:

Tabell VII 22. Noen oppgaver over arvbarhet for avdrått.

	År pr. ku	Arvbarhet		
		Mjølkk	Fett %	M.fett
Etter JOHANSSON 1949 SRB	1	-	0,70	0,36
" BONNIER 1939 SRB	-	0,04	0,18	0,04
" MIDTLID og BERGE 1950 Raukoll	3,7	0,34	0,66	0,44
" SYRSTAD 1948 Raukoll	3,6	0,46	0,65	0,61

Etter JOHANSSON (1949) viste SRB for utholdenhet ($P_{2.1}$) en arvbarhet på 0,22, gjeldperioden på 0,32 og kalvingsintervall 0,10.

Koeffisientene for avdrått er så varierende at de kan ikke tas som generelle. Beregningsmetoder og antall år pr. dyr varierer. De gjelder bare under de spesielle forhold under hvilke tallene er funnet. Til sammenlikning skal gjengis arvbarhet for noen andre karakterer, som er bestemt med én måling for hver karakter etter MIDTLID og BERGE (1950), østl. raukoll. Beregnet som regr.koeff. av avkom på foreldrenes middel:

Brystomfang.....	0,46
Kroppslengde.....	0,39
Mankehøgde	0,50
Brystdybde	0,34
Hoftebredde.....	0,45
Omdreierbredde.....	0,39
Krysslengde	0,31

Disse kroppsmål viser en arvbarhet som ikke er meget forskjellig fra avdrått.

Ved en sammenlikning av de forskjellige funne arvbarhetstall for avdrått er det påfallende så stor forskjell enkelte har fått mellom mjølkemengde og fettprosent, mens andre har fått liten forskjell. Sann-

synligvis har fettprosenten høgre arvbarhet enn mjølkemengden, og mjølkefettmengden er antagelig en eller annen funksjon av de to. Det har hittil vært få undersøkelser over dette forhold, og det kreves sannsynligvis meget arbeid for å få saken klarlagt i sin helhet.

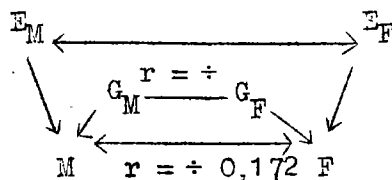


Fig. VII 2. Samband mellom mjølkemengde og fettinnhold.

E = miljø. G = genotype. M = mjølkemengde. F = fett %.

Ved avkomsundersøkelse kan en ikke bruke det intermediære indeks da dette forutsetter en arvbarhet på 100 %. For avdrått passer det bedre å bruke følgende:

$$o = 2d - h_m^2$$

der oksen, døtrene og mødrene er beregnet i avvikelse fra besetningsmiddel.

b. Reproduserbarheten (repeatability).

Reproduserbarheten av et enkelt år er gitt av korrelasjonskoeffisienten mellom to år hos samme dyr. (Intra-cow correlation). Storleiken av koeffisienten er til en viss grad avhengig av det materiale som en har. Innen forholdsvis ensartet materiale er den vanlig ved 0,3 - 0,4, mens den i et større materiale med stor variasjon i ytelse ligger ved 0,5 - 0,6. Beregnet for de besetninger som leverer det meste materiale til stambøkene er den knapt mer enn 0,4.

Koeffisienten er til en viss grad uavhengig av antall år hos hvert dyr. Dvs. det kreves minst 2 år hos hvert dyr før r kan beregnes.

Har en flere år pr. dyr blir r oftest beregnet ved intraklassekorrelasjonen og har tilnærmet samme verdi ved stigende antall år. (Se BERGE 1940).

Tabell VII 23. Reproduserbarheten målt ved korrelasjonen mellom 2 laktasjoner hos samme ku. Beregnet over kyr med 5 laktasjoner. SRB. Etter JOHANSSON 1949.

	Korrelasjonskoeff. (r)	
	Besetningens avdrått	
	høg	låg
Mjølkemengde	0,40	0,39
Mjølkefett	0,39	0,37
Fettprosent	0,63	0,58
Utholdenhet (kurvens form).....	0,13	-
Gjeldperiode	0,18	0,20
Kalvingsintervall	0,08	0,03

Utholdenheten er målt ved ytelsen i den andre 100 dagers periode i prosent av ytelsen i første 100 dager etter kalving.

Koeffisienten bestemmer blant annet hvor stor vekt en bør legge på flere eller færre år pr. dyr.

Har en flere år av samme dyr vil vektallet øke noe, men det øker ikke lineært etter antall år. Har en beregnet intraklassekorrelasjonen innen kyr (r) kan en finne vektallet for n år, p_n etter følgende formel:

$$p_n = \frac{n}{1+(n-1)r}$$

En del vektall er gjengitt i tabell 24.

Tabell VII 24. Vekten av et middeltall beregnet på n år hos samme dyr i forhold til vekten av et kontrollår ved forskjellige verdier av intraklassekorrelasjonen (r).

n	r						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,82	1,67	1,54	1,43	1,33	1,25	1,18
3	2,50	2,14	1,88	1,67	1,50	1,36	1,25
4	3,08	2,50	2,11	1,82	1,60	1,43	1,29
5	3,57	2,78	2,27	1,92	1,67	1,47	1,32
6	4,00	3,00	2,40	2,00	1,71	1,50	1,33
10	5,00	3,57	2,70	2,17	1,82	1,56	1,37
∞	10,00	5,00	3,33	2,50	2,00	1,67	1,43

Det går fram av tabellen at en vinner noe i sikkerhet ved å ta flere år pr. ku, men økingen er forholdsvis liten. Samtidig blir spredningen av middeltallene betydelig mindre enn når en regner med ett enkelt år og følgelig får seleksjonen et betydelig mindre område å arbeide med.

Den samlede framgang pr. generasjon kan ifølge LUSH (1945) settes til roten av den foran gitte formel for p_n og er gjengitt i tabell 25. Det går fram av tabellen at det er særlig for de låge verdier av r at utvalg etter middeltallet gir noen vesentlig øking av sikkerheten.

Tar en omsyn til at jo flere år en bruker jo lengre blir hver generasjon, vil en forstå at framgangen pr. generasjon blir ytterligere redusert.

Tabell VII 25. Effektiviteten pr. generasjon ved utvalg etter middel av n år i forhold til utvalg etter ett eneste år.

n	r								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2	1,35	1,29	1,24	1,20	1,15	1,12	1,08	1,05	1,03
3	1,58	1,46	1,37	1,29	1,22	1,17	1,12	1,07	1,04
4	1,75	1,58	1,45	1,35	1,26	1,20	1,14	1,08	1,04
5	1,89	1,67	1,51	1,39	1,29	1,21	1,15	1,09	1,04
6	2,00	1,73	1,55	1,41	1,31	1,22	1,15	1,10	1,04
10	2,29	1,89	1,64	1,47	1,35	1,25	1,17	1,10	1,05
∞	3,16	2,24	1,83	1,58	1,41	1,29	1,20	1,12	1,05

Korrelasjonen mellom 2 år hos samme dyr - i det foregående betegnet med r - er en egen karakteristikk som ikke har liten betydning. Den bygger delvis på de samme storleiker som h^2 , men vil som regel være noe større enn denne. Mens h^2 var et mål for den additive arv, σ_G^2 , er r et uttrykk for både den additive arv og en porsjon som ikke kan overføres ved arv. Den teoretiske beregningsformel for r er følgende:

$$r = \frac{\sigma_G^2 + \sigma_p^2}{\sigma_T^2}$$

σ_p^2 er et uttrykk for permanente, men ikke overførbare forskjeller mellom individene. Den omfatter forskjell på grunn av dominans, epistasi og medfødte forskjeller, som ikke egentlig grunner seg på arv. Dessuten

omfatter den miljøvarians, som er permanent for hvert dyr, men varierer fra dyr til dyr. σ_p^2 blir ikke redusert av stigende antall år. Når h^2 er beregnet på ett år hos hvert dyr, er følgelig r alltid større enn h^2 , som bare omfatter additiv arv. Forskjellen mellom dem er sannsynligvis ikke proporsjonal med h^2 , men er antagelig nærmere et konstant tillegg.

Dersom h^2 er beregnet på middel av flere år, kan h^2 være større enn r i tallverdi. Ser vi på reproduserbarheten (repeatability) av produksjonsevnen hos et gitt dyr, vil vi få andre verdier enn om vi betrakter evnen til å nedarve en gitt produksjon. Den første bygger på r og den siste på h^2 .

Den sannsynlige produksjonsevne hos ei ku (reproduserbarheten) med n kontrollår korrigert for de kjente miljøverknader kan gis av den nedenfor gjengitte formel, der M er dyrets eget gjennomsnitt i n år og A er besetningsmiddel for de samme år.

$$\text{Sannsynlig produksjonsevne} = \frac{nr}{1-r+nr} \cdot M + \frac{1-r}{1-r+nr} \cdot A$$

Samme formel kan gjengis ved hjelp av differansen mellom M og A .

$$\text{Sannsynlig produksjonsevne} = A + \frac{nr(M-A)}{1+(n-1)r}$$

Er antall dyr i besetningen lite, blir tallet usikkert, men i en større besetning gir formelen noenlunde sikre tall under forutsetning av at miljøet ikke forandrer seg.

Den produktmengde som ei ku sannsynligvis vil overføre til sitt avkom som additiv arv (arvbarheten), er som nevnt bestemt av h^2 , og h^2 er avhengig av antall år den er beregnet av. Er h^2 bestemt av ett år pr. dyr, kan vi finne verdien bestemt på middel av n år av følgende:

$$h_n^2 = \frac{n h^2}{1-r+nr}$$

Tabell VII 26. Arvbarheten (h_n^2) ved stigende antall år pr. ku, beregnet av arvbarheten bestemt på ett år (h_1^2) og med en gitt verdi for r for hver verdi av h^2 . I dette tilfelle er r bestemt på 2 år hos hvert dyr.

År	h_n^2	r				
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1	h_1^2	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
2	h_2^2	0,17	0,31	0,43	0,53	0,62
3	h_3^2	0,21	0,38	0,50	0,60	0,68
4	h_4^2	0,25	0,42	0,55	0,64	0,71
5	h_5^2	0,28	0,45	0,58	0,67	0,75

For de låge verdier av h_1^2 stiger h_n^2 ifølge tabell 26 ganske sterkt ved stigende antall år pr. ku. Den stiger mindre jo større r er ved samme verdi av h_1^2 . Dette er innlysende, fordi er r stor i forhold til h_1^2 , vil det si at en større del av den permanente forskjell mellom dyra, målt ved r , ikke er direkte overførbar til avkommet som additiv arv. Det går fram av de oppstilte teoretiske formler for h_1^2 og for r .

Den mengde av avdråtten som er overførbar til avkommet som additiv arv, når avdråtten er beregnet som middel av n år er gitt av følgende:

$$h_n^2 M + (1-h_n^2) A = A + h_n^2 (M-A)$$

der M er dyrets eget gjennomsnitt og A er besetningsmiddel for de samme år.

c. Arvbarheten hos et middel av flere kyr.

Har vi ei gruppe av kyr, enten som avkom etter en bestemt okse eller som f.eks. en gitt besetning eller en selektert gruppe, kan en beregne arvbarheten (heritability) av denne gruppe, betegnet som h_N^2 der N er antall dyr. Dette tall gir den relative vekt av den inverse verdi av middeltallets spredning etter som middeltallet er beregnet av et stigende antall kyr. Tallet er avhengig av N og av h_n^2 for hvert enkelt dyr.

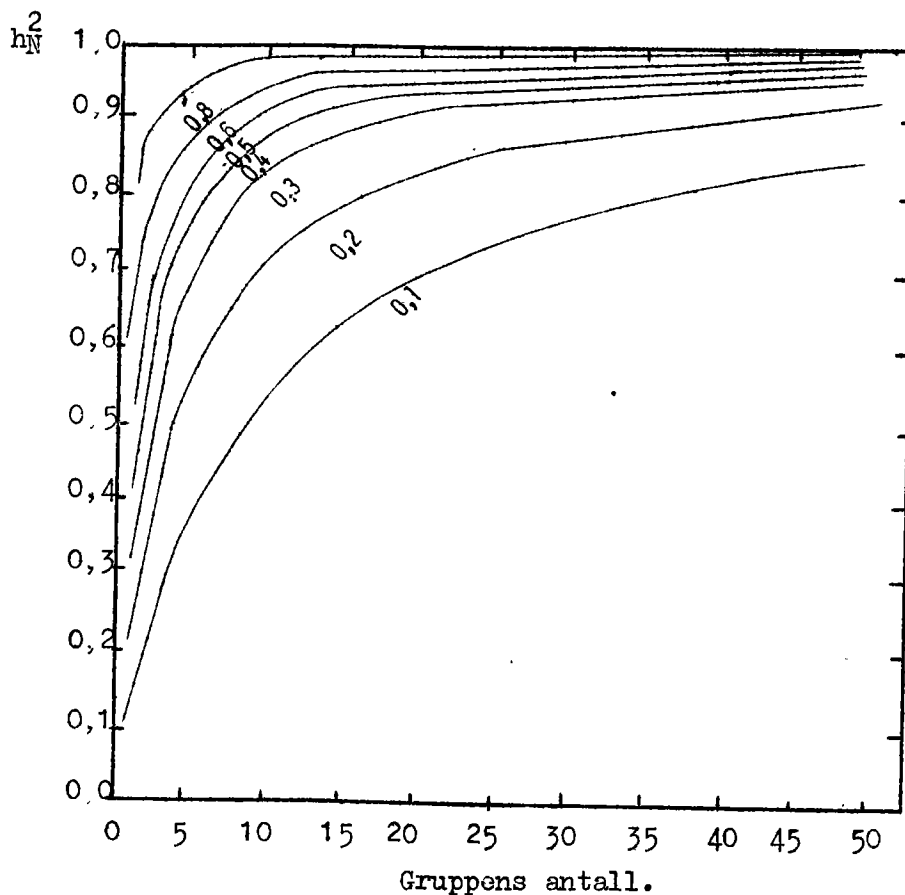


Fig. VII 3. Reproduserbarheten av et middel av flere kyr beregnet ved forskjellige verdier av arvbarhet for det enkelte dyr. Er arvbarheten 0,2 og lågere blir reproduserbarheten låg, sjøl om antall dyr er stort. Ved en verdi av 0,3 og mer, stiger sikkerheten sterkt, sjøl ved et lite antall dyr.

Av tabell 27 går det fram at verdien av flere dyr er sterkt avhengig av h_n^2 . Er h_n^2 lik 0,2, må en helt opp i 40 dyr før tabellen viser 0,91. Det vil si at spredningen framleis er $\frac{1}{0,91}$ av den spredning en ville ha av middeltallene om der var uendelig mange dyr innen hver gruppe. Er $h_n^2 = 0,7$, behøver vi bare 4 dyr for å få verdien 0,90, som må ansees for å være sikker nok. Når en ved avkomsundersøkelser i mjølkeavdrått forlanger 15-20 dyr er det tilstrekkelig.

Av den grafiske framstilling, fig. 3, kan en se forløpet av kurvene fra tabell 27.

2. Innavlsforsøk.

Her skal bare behandles spesielt planlagte forsøk til å klarlegge innavlens verknad. Noen amerikanske bør nevnes.

1. Beltsville
Landbruksdepartementets forsøksgård i Beltsville satte i gang et forsøk i 1912 med kryssing av holstein friesland okse til kyr av vesentlig guernsey type. Innavlskoeff. nådde ca. 50 % etter to generasjoner av okser, men på grunn av sterilitet og innavlsdepresjon var det ingen stigning senere. Forsøket ble innstilt i 1942. Forsøket viste ingen utspaltning av resessiver, men viste en nedgang i fødselsvekt for innavlede kalver på 6-7 kg. Dødelighet første år var 15 %, mens utavl viste 8 %. Avdråtten i mjølk sammenliknet med utavl gikk ned med ca. 580 kg for kyr innavlet over 50 %.

2. Davis, California
På forsøksstasjonen i Davis, California, er i gang et innavlsforsøk som startet i 1918 i New Jersey og som senere ble flyttet til California. Forsøket startet med jersey fe og senere ble tatt opp linjer av holstein friesland. Her var innavlen ikke så sterk. Etter meldinger opptil 1948 viste de sterkest innavlede kalver fra 37,5 - 47 % innavl.

Forsøket avdekket i alt 7 resessive skadelige faktorer hos jersey-linjen. Alle jersey-okser som var grunnlag for linjene, viste seg å være heterozygoter for skadelige resessiver og noen linjer viste flere enn en. I holstein friesland-linjen ble påvist et gen for unormal brunst. Verknaden på veksten er best analysert hos holstein friesland, der det ble funnet at en innavlskoeffisient større enn 37 % reduserte mankehøgden med 3 %, kroppsvekten med 5 % og brystomfanget med 1 % i forhold til ikke innavl. Nedgangen var direkte proporsjonal med graden av innavl. Dødeligheten inntil 4 måneders alder (fraregnet død på grunn av letale faktorer og smittsom kasting og tilfeldige uhell) hos jersey var 43 % hos dyr med sterkere innavl enn 37,5 %, mens den var bare 16 % hos dyr med svak innavl.

Et utdrag av avdråtten er gjengitt for holstein friesland-linjen. Kyr med innavlskoeffisient større enn 37,5 % produserte 90 kg mindre av fett enn første generasjonen.

3. New Brunswick
I New Brunswick, forsøksstasjonen i New Jersey, ble startet et innavlsforsøk i 1931 på 4 linjer av holstein friesland etter okser utvalgt etter anenes høge produksjon. Tre linjer gikk ut av forskjellige grunner og bare en er igjen. *var igjen i 1937*
Innavlen her var ikke sterk og var heller en linjeavl enn ren innavl. Bare 20 % av kvigene hadde en innavlskoeffisient på

over 20 %. Alle de 3 utrangerte linjer hadde defekter. En viste bulldog-kalver og forskjellige andre misdannelser. En annen hadde en uønsket type og den tredje hadde for låg produksjon. Kroppsvekten er undersøkt. Der var ingen forskjell av betydning mellom innavl under 20 % og vanlig ikke-innavl. Ved høyere grader av innavl var der en nedgang i storleik for alle aldre. Oppgavene over avdråtten er usikre på grunn av lite antall, men synes å vise at der var kontinuerlig nedgang i avdrått for innavlskoeffisient opp til 20 % og de 5 kyr med sterkere innavl enn 20 % ga 900 liter mindre enn ikke-innavl. Fettprosenten viste en liten stigning.

Det opprinnelige formål med innavlen var å gjøre linjene fri for skadelige resessive anlegg. Dette formål er sjelden nådd. Det viser seg at skadelige anlegg er relativt hyppige på grunn av sitt store antall og sin relativt store mutasjonshyppighet.

Det har vist seg at avdrått er i det vesentligste bestemt av et stort antall gener med additiv effekt og at innavl i forbindelse med seleksjonen ikke reduserer variasjonen i nevneverdig grad. Ved seleksjon blir det trukket inn nye gener og nye kombinasjoner som holder variasjonen vedlike. Det eneste bidrag som disse forsøk har gitt til mjølkeavdråttenes genetik er vel observasjonene at avdråtten går tilbake ved innavl - sjøl om en selekterer for høg avdrått.

C. 7. Kryssingsforsøk.

Kryssingsforsøk med storfe for å klarlegge genetikken ved mjølkeavdråtten er vesentlig av to typer. De tidligste hadde til oppgave å finne arvefaktorene ved mjølkeavdråtten. De siste har vært planlagt for å undersøke heterosisproblemet.

A. Kryssingsforsøk med faktoranalyse.

I åra etter mendelismen ble gjenopptaget ble omkring 1910 satt i gang flere store kryssingsforsøk for mjølkefe. De valgte samme framgangsmåte som de klassiske arvelighetsforskere brukte. De krysset to meget forskjellige raser. Forholdsvis mange av F_1 dyra ble krysset innbyrdes for å skaffe en størst mulig F_2 , som var det egentlige mål for forsøket. En ventet å få en utspaltning av alle de faktorer som framkalte raseforskjellen og ventet også at enkelte av F_2 skulle ha alle gunstige faktorer fra begge raser og ville gi opphav til en ny og verdifull rase.

Spredningen av F_2 i forhold til F_1 ble nøye undersøkt. Etter teorien skulle en få større spredning i F_2 enn i F_1 og jo færre faktorpar jo større øking av spredningen i F_2 . Det ble ofte advart mot kryssingsavl på grunn av denne øking av spredningen i F_2 .

De ^{heller} ga ikke det ønskede resultat. Det lyktes ikke å få utspaltninger av dyr med de ønskede karakterer, og spredningen i F_2 ble ikke så stor som ventet. Flere av disse forsøkene er ikke blitt oppgjort i sin helhet. De viktigste årsaker til dette resultat hører som regel til følgende 4 grupper:

1. Det meste av variasjonen, som viste seg, var ikke genetisk. Vi vet nå at opp til 3/4 av variasjonen i mjølkeavdrått er framkalt av tilfeldig variasjon i miljø.
2. Mjølkeavdrått er bestemt av mange gener.
3. Foreldrerasene var på ingen måte genetisk rene, og følgelig var der genetisk variasjon også i F_1 .
4. Det foreligger sannsynligvis heterosisverknad, og følgelig kan ikke F_2 sammenliknes direkte med F_1 . For å unngå innavlsdepresjon må det ikke foreligge slektskap mellom F_1 - foreldre som blir brukt til å trekke F_2 .

Antall av gener har stor verknad på spredningen av F_2 . Om vi krysser svartbotet låglandsfe som i første laktasjon har 4300 kg med aberdeen angus på omlag 2000 kg, ville vi med normal variasjon vente en standardavvikelse på 630 kg i F_1 . I F_2 ville vi under forutsetning av ett genepar vente en standardavvikelse på 1050 kg og under forutsetning av 5 faktorpar, 730 kg.

Da det virkelige antall gener sannsynligvis er langt større enn 5 par, er det lett å se at standardavvikelsen gir lite å bygge på.

Det har vært utført mange forsøk over disse forhold. Enkelte av dem kan også brukes til å klarlegge heterosisproblemet til en viss grad.

Noen av dem som har vært best gjennomført skal omtales:

a. Tranekjær, Langeland, Danmark, hos grev Ahlefeldt-Laurvig.

Kryssing mellom rødt dansk og jersey.

Dette begynte i 1906 i en besetning som bestod av begge raser. Jerseyokser ble brukt både til rødt dansk og til jersey. Tilbakekryssing

ble gjort til begge raser og F_2 ble også trukket. I alt foreligger oppgaver over avdrått av 119 F_1 dyr.

Resultatene er offentliggjort for ytelsen i de første 70 dager av første laktasjon og for fettinnholdet. De viktigste middeltall skal gjengis i tabell, der tallene i parentes er antall av dyr.

^{IV} /
Tabell VII 28. Kryssing av rødt dansk med jersey, Tranekjær, Danmark. Avdrått i de første 70 dager av 1. laktasjon. Tallene i parentes er antall dyr.

	Mjølkk 70 dager	Fett %	Fettmengde 70 dager
Rødt dansk	(175) 889 kg	(108) 3,40	30,2 kg
F_1	(71) 827 "	(108) 4,39	36,3 "
Jersey	(116) 809 "	(66) 5,57	39,4 "
F_2	- -	(19) 4,50	-
3/4 R.D.	(19) 877 "	(42) 4,04	35,4 "
3/4 jersey	(54) 743 "	(49) 4,82	35,8 "

I dette forsøket er avdrått for foreldre og kryssinger mer sammenliknbare enn ofte er tilfelle. De renavlede jersey er døtre av de okser som ble brukt til kryssingen, og de røde danske er mødrene til F_1 . Heller ikke i dette tilfelle var foreldrerasesene uten genetisk variasjon. De røde danske halvsøstre til tilbakekryssingene til rødt dansk, i alt 91, hadde en fettprosent på 3,54. Materialet er blitt behandlet av Tage ELLINGER (1923) som ikke kunne finne noen klar kløvning og hevder at både fettinnhold og mjølkemengde er bestemt av mange faktorer. WRIEDT (1930) har behandlet det samme materiale i Journal of Genetics og hevdet at fettprosenten viste en enkel kløvning med ett faktorpar. Senere er det blitt behandlet av SKOVSTED (1932) som støttet ELLINGER og mente at tallene viste at også fettprosenten var bestemt av polymere faktorer. WRIEDT's teori på dette område er heller ikke blitt støttet av andre.

Illinois, U.S.A. Kryssing av holstein friesian med guernsey.

Dyra er ofte kalt the Bowlker Herd etter den private besetning hvor forsøket startet i 1911. I 1919 ble besetningen overtatt av University of Illinois, Urbana. Forsøket tok til ved kryssing av to raser som Tranekjær-forsøket. Kryssingen var resiprok og 3/4 av F_1 hadde

holstein-friesian fedre. Forsøket ble avsluttet i 1931. Resultatene er ikke offentliggjort i sin helhet, men visse detaljer er gitt av CASTLE (1919) og YAPP (1923, 1930 og 1931), også andre har behandlet resultatene. Det viste seg at i løpet av åra hadde foring og stell blitt bedre, så tallene fra 1930-31 er ikke sammenliknbare med de andre. Resultatet av F_1 var omlag det samme enten holstein-friesian eller guernsey var far.

Tabell VII 29. Kryssing av holstein friesian med guernsey, Illinois, U.S.A.

Avdrått 1. laktasjon (etter CASTLE 1919):

	Mjølke	Fettinnhold	Fettmengde
Holstein-friesian	3480 kg	3,40 %	118 kg
F_1	3010 "	4,08 "	123 "
Guernsey	2100 "	5,00 "	105 "

Kjemisk innhold (etter YAPP 1923):

	Fettinnhold	Protein	Laktose	Aske
Holstein-friesian	3,41 %	3,10 %	4,92 %	0,69 %
F_1	4,35 "	3,43 "	5,01 "	0,73 "
Guernsey	5,03 "	3,92 "	5,10 "	0,75 "

Fettinnholdet for rasene i avdelingen for kjemisk innhold er middel av U.S.A. for de tilsvarende år.

For de fleste målte karakterer ligger F_1 litt over middel av de to foreldrerassene. Dette behøver ikke bety så meget. De tall som er angitt for guernsey er relativt lågere enn guernsey ellers har vist i forhold til holstein-friesian. På grunn av den negative korrelasjon mellom mjølke og fettinnhold vil fettmengde alltid ligge over middel av foreldrerassene, sjøl om både mjølkemengde og fettprosent hver for seg blir nedarvet intermediært.

Av det som er offentliggjort kan det ikke trekkes andre slutninger enn at nedarvingen sannsynligvis er intermediær. Det kan ikke avgjøres om det foreligger heterosis.

e
~~77~~

Wisconsin, U.S.A. Jersey og holstein-friesian krysset med aberdeen angus.

Forsøket ble satt opp i 1912 av COLE over jersey krysset med aberdeen angus. Fra 1920 ble holstein-friesian brukt for å få større forskjell mellom foreldrene. Forsøket ble lagt ned i 1933. Resultatene er offentliggjort av L. J. COLE og Ivar JOHANSSON (1948) i tre artikler i American Naturalist, Vol. 82. Kryssingene var resiproke og sammenlikningen med de rene raser ble gjort til mødrene av F₁. Enkelte røde dyr ble brukt både av holstein-friesian og aberdeen-angus. Antall av dyr i kryssingen var lite, men kontrollen over mjølk og fett var relativt god. Avdråtten i de første 180 dager etter kalving for de tre første laktasjoner ble brukt som mål for ytelsen. Denne beregning gir en viss fordel for aberdeen angus, som har en lengre gjeldperiode enn de andre. Avdråtten ble omregnet til 4 % målemjølke for alle raser.

Tabell ^{IV 3} ~~VII 30~~ Kryssing av aberdeen angus med jersey. Wisconsin, U.S.A. Middell av de 3 første laktasjoner på 180 dager.

	Antall dyr	4 % målemjølke	Fettprosent
Angus kyr	4	921 kg	4,32 %
Jersey "	2	2050 "	4,82 "
F ₁ kyr	4	1428 "	4,37 "
F ₂ kyr	4	1645 "	4,26 "

For denne kryssingen ligger både 4 % målemjølke og fettprosenten under middell av foreldreraset, og fettprosenten ligger så nær ved den lågeste rasen at det nærmest tyder på dominans for den låge fettprosent hos aberdeen angus. Antall dyr er for øvrig så lite at en ikke kan trekke noen bestemte slutninger om nedarvingsmåten. Kryssingen av aberdeen angus med holstein-friesian ble utført med mange flere dyr. De viktigste resultater skal gjengis. Også for denne er det ytelsen i de første 180 dager etter kalvingen i de første 3 laktasjoner. Avdråtten for de rene raser er fra mødrene til F₁ for de resiproke kryssinger. Da antallet her er forholdsvis stort, skal gjengis resultatene også for F₁ av de resiproke kryssinger.

IV 4
Tabell VII 31. Kryssing av aberdeen angus med holstein friesian, Wisconsin, U.S.A. Middel av de 3 første laktasjoner på 180 dager.

	Antall dyr	4 % målemjolk		Fettprosent	
		middel	var.koeff.	middel	var.koeff.
Aberdeen angus.....	5	1320 kg	22 %	4,16 %	6,9 %
Holstein friesian.....	6	2540 "	6 "	3,51 "	7,5 "
F ₁ AA♂ x H-F ♀.....	9	2040 "	32 "	3,71 "	5,8 "
" H-F♂ x AA ♀.....	8	1724 "	32 "	3,77 "	7,9 "
Middel av F ₁	17	1892 "	32 "	3,73 "	6,8 "
F ₂	14	1629 "	25 "	3,84 "	6,6 "

F₁ ligger nokså nær midt i mellom de to raser både for 4 % målemjolk og for fettprosenten. De er begge noe under middel av foreldrene, men med den meget store variasjonskoeffisient på ca. 30 % for mjolk kan denne forskjell ikke tillegges noen betydning, når en ser at antallet av dyr er lite. Det er ingen tegn på at det foreligger heterosisverknad.

Det kan heller ikke trekkes noen sikre slutninger om der er forskjell på hvilken rase der blir brukt som mødre. Aberdeen angus som mødre gir riktignok lågere mjølkemengde og høgere fettprosent enn h-f mødre, men med det lille antall dyr betyr det ikke noe. En gruppering av F₂ etter farmødrene ga ingen holdepunkter for at det forelå kjønnsbunden nedarving.

~~127~~ Maine, U.S.A.

Forsøket tok til i 1913 ledet av Raymond PEARL, fra 1917 av GOWEN og fra 1926 av DOVE. Noen år senere ble det inntilt. Kjøttrasen aberdeen angus ble krysset med mjølkerasene holstein friesian, jersey, guernsey og ayrshire. GOWEN har skrevet om resultatene. Også her var F₁ intermediær. Mjølkemengden lå nærmere mjølkerasene enn kjøttrasen, men en virkelig dominans kunne ikke konstateres for høg mjølkemengde. Tilbakekryssingene lå mellom F₁ og den rene rase. Kroppstypen var intermediær. Det ble trukket den slutning at mjølkemengde, fettprosent og kroppsbygning var bestemt av mange faktorer.

- - -

Av alle disse forsøkene kan en trekke den slutning at mjølk og fettprosent nedarves intermediært og er bestemt av mange faktorer. Det går fram av den relativt låge spredning i F₂ at en kan ikke vente å lage nye raser ved å kombinere den høge mjølkemengden med den høge fettprosenten

hos de raser som har vært brukt. Det ser ut til at kalorimengden i mjølka begrenser storleiken av produksjonen hos kryssingene. Sjøl om det teoretisk var mulig å kombinere mjølkemengden hos svartbotet låglandsfe med fettprosenten hos jersey, ville ikke disse to karakterer manifestere seg, dersom ikke produksjonsevnen hos kyrne var økt tilsvarende.

2) Kryssingsforsøk for å bestemme heterosis.

I de senere år har interessen vendt seg sterkere mot F_1 . De store resultater som er oppnådd i maisavl en i de senere år er årsaken til dette omslaget. En rase som har vært renavlet en lang tid, kan betraktes som innavlet sammenliknet med storfebestanden som helhet. En paring innen en slik rase blir derfor paring av dyr som er i slekt og en skulle derfor vente en viss grad av innavlsdepresjon innen rasen, mens rasekryssing skulle medføre en viss grad av heterosis.

For å klarlegge heterosis, må forsøkene være planlagt på en egen måte. I sin enkleste form kan problemet stilles slik: Krysses to raser, som hver for seg er likeverdige med omsyn til produksjon, og avkommet viser høgere produksjon enn foreldreraset, kan en hevde at det foreligger heterosis. Som regel er de to foreldreraset forskjellige i sine anlegg for mjølkeavdrått og avkommet ligger et sted imellom foreldreraset. I slike tilfelle er det vanskelig å avgjøre om det foreligger dominans eller om det er heterosis.

Skal forsøk over heterosis gi pålitelige resultater, må de fylle to betingelser: 1. Både kryssingene og de rene raser må ha gitt sin avdrått under like ytre forhold. 2. Genekomplekset som fins hos kryssingene må svare noenlunde til det som forekommer hos dem av foreldreraset som brukes til sammenlikning.

Denne siste betingelse er ofte den vanskeligste å fylle. Som regel blir den løst etter en av de følgende metoder. a) de dyr som avler kryssingen må representere et tilfeldig utvalg av vedkommende rase. Følgelig må en bruke mange handyr av hver rase - helst så mange handyr som hundyr. b) kryssingene bør være resiproke. Skal rasene A og B krysses, bør alle dyr av rasen A, som skal brukes til kryssingen, være avkom av samme handyr og med tilsvarende forhold for dyra i B rasen. Handyr fra A-gruppen pares med hundyr av B-gruppen, og hundyr av A pares med handyr fra B. F_1 må da sammenliknes med sine mødre og mødrenes søstre.

På denne måte kan en undersøke om det foreligger heterosis, men som nevnt vil det være vanskelig å vurdere resultatet, dersom der er stor forskjell i avdrått hos de to raser, da en lett vil få sammenblanding av dominans og heterosis. I de senere år er etter HULL (1945 og 1946) heterosis blitt kalt overdominans.

Det er vanskelig å gjennomføre de nevnte betingelser i tilstrekkelig stort omfang, og mange av de utførte forsøk har ikke gitt entydige resultater. En del forsøk fra de senere år skal omtales.

A Kryssing av svartbotet låglandsfe og jersey i Tyskland.

Forsøket tok til i Tyskland i 1940 og ble avbrutt ~~av krigen~~ ¹⁹⁴⁵. Kryssingen ble gjort bare en veg. Det ble brukt 4 jersey-okser utvalgt etter høg produksjon hos anene. Sammenlikningen av F_1 med de rene raser ble gjort med de svartbotete mødre til F_1 , og for jerseyens vedkommende med en gruppe av kyr som ikke var i nær slekt. Resultatene er behandlet av J. SCHMIDT (1948) i Züchtungskunde.

Tabell VII 32. Låglandsfe ♀♀ x jersey ♂♂ . Avdrått i 305 dager av 1. laktasjon. Etter SCHMIDT (1948).

	Antall kyr	Mjølkk kg	Fett %	Protein %	Laktose %	Fettmengde kg
Låglandsfe.....	12	3440	3,12	3,11	4,50	107,2
F_1	12	3255	5,05	3,37	4,66	164,2
Jersey.....	19	2350	5,65	3,86	4,60	132,6

Her er F_1 langt høyere enn middel av de rene raser både for fettprosent og fettmengde. Men de 12 kyr av låglandsfe ser ut til å ha lågere fettprosent og mjølkemengde enn rasen for øvrig, og de rene jerseykyr er antakelig ikke av så god kvalitet som jersey-oksene. En kan derfor ikke legge altfor stor vekt på dette resultat, sjøl om det ser ut til å foreligge en viss heterosisverknad.

for Beltsville, U.S.A. Kryssinger av forskjellige mjølkeraser.

Forsøket tok til straks før siste krig med kryssing av forskjellige mjølkeraser, bl.a. rødt dansk mjølkefe. Det er sannsynligvis blitt planlagt under inntrykket av de gode resultater som var oppnådd ved kryssingsavl med mais, og det ble også gjort en del 3-rasekryssinger. Noen resultater er gitt av FOHRMANN (1947) i Yearbook U.S.Dept. Agr. 1943-47.

Avdråttstallene for de rene raser er vesentlig tatt fra resultater fra andre stasjoner. Dette kan vel sies å være en svakhet, men var forholdene noenlunde ensartet og de dyr som ble utvalgt representerte middel av rasene, skulle det være brukbart. De resultater som skal gjengis, er for hele 1. laktasjon med 3 gangers mjølking om dagen.

Tabell ~~VII~~ ^{VI}. Kryssing av mjølkeraser. Beltsville. 1. laktasjon uavkortet. 3 gangers mjølking.

	Antall dyr	Mjølkk kg	Fett %	Mjølkefett kg
Friesian	12	-	-	212
Jersey	11	-	-	201
Guernsey	13	-	-	190
Jersey ♂ x guernsey	1	4840	5,27	255
" ♂ x friesian	8	5390	4,66	251
Friesian ♂ x jersey	7	5750	4,92	283
" x guernsey	8	5800	4,73	274
" x rødt dansk	1	5780	4,04	233
Rødt dansk ♂ x friesian	7	6690	3,95	264
" " x jersey	5	5680	4,78	271
" " x guernsey	5	6170	4,36	268
Alle F ₁	42	5840	4,58	267
Alle 3-rasekryssinger	16	6310	4,53	285

Hos disse ligger ytelsen langt over middel av foreldrene, der foreldreraserne sin avdrått er angitt. Av rødt dansk ble brukt en okse, av friesian en okse, og av jersey 3 okser, og av disse ga de 2 bare 3 avkom. Det er altså brukt praktisk talt en okse av hver rase, og følgelig er resultatene avhengig av kvaliteten av disse. Den røde danske var selektert for eksport og var av utsøkt god avstamning med omsyn til avdrått. Noen eksakte slutninger kan ikke trekkes, men det ser ut for at mulighetene er så store at det bør undersøkes videre.

En del av F₁ ble krysset til en tredje rase av de nevnte. Disse kyr (ialt 16) har gitt bedre avdrått enn noen av de andre, og dette fortjener å bli prøvd mer.

California. Kryssing av to innavlede linjer av holstein friesian.

Dette forsøk er offentliggjort av ROLSTON og medarb. (1948) i Journal of Dairy Science. Ved University of California var besetningen av holstein-friesian innavlet ved far-datter-paringer i 11 år. I løpet av denne tiden gikk storleiken og produksjonen tilbake for hver generasjon. Kyr med en innavlskoeff. (F) av 37,5 % og mer, produserte 92 kg mjølkefett mindre enn 1. generasjons døtre og 95,5 kg mindre enn utgangsmaterialet.

En okse med en innavlskoeffisient på 23 % ble paret til døtre av en annen innavlslinje som den ikke var beslektet med. Kyrne av denne linje hadde en innavlskoeffisient på 29,8 %. Døtrene av denne paring var 6,2 kg tyngre ved fødselen enn sine mødre og 2,8 kg tyngre enn utgangsmaterialet. De vokste hurtigere og oppnådde en større vekt. I produksjon ga de 92 kg mjølkefett mer enn sine mødre og 23,6 kg mer enn utgangsmaterialet. Forsøket fortsetter. Av det som er offentliggjort, ser det ut til at det kan forekomme heterosis også ved kryssing av innavlede linjer innen rasen.

Disse forsøkene med å konstatere heterosis hos storfe er få i antall og ingen av dem kan sies å tilfredsstille de fordringer nevnt i innledningen som nødvendige for å konstatere heterosis med sikkerhet. De nevnte krav ville for øvrig sette så store fordringer til omfanget av forsøket og bli så kostbare i utførelse at en egentlig ikke kan vente å få utført forsøk som er fri for feilkilder.

Alle de omtalte forsøk gir en sterk antydning om at heterosis foreligger. Dette medfører at en også må ta omsyn til dette ved planleggelse av kryssinger med formål å klarlegge nedarvingen av avdrått.

Forsøkene antyder også at der er all grunn til å prøve videre om det er mulig å oppnå visse fordeler ved bruk av rasekryssinger i mjølkefe på samme måte som i saue- og svineavl.

Monozygotiske tvillinger.

Den mulige forekomst av eneggede tvillinger ble diskutert forholdsvis tidlig blant genetikerne og tilfelle ble rapportert av sannsynlige eneggede tvillinger. Den første som gjorde merksam på fordelene ved å bruke eneggede tvillinger som forsøksdyr, var KRONACHER (1930-36) FA

år senere ble det tatt opp av BONNIER på Institutet för husdjursförädling, Wiad, der forsøkene fortsetter i ganske stort omfang. Senere er det tatt opp mange andre steder. En av de største stasjoner for tvillingsforskning er Ruakura forsøksstasjon, New Zealand.

Alle disse stasjoner arbeider med storfetvillinger, da disse har vært ansett for å være lettest å bestemme. Det er mjølkeavdråttens genetik de fleste arbeider med, men mange steder blir de brukt i fôringsforsøk. Verknad av miljø er lettest å undersøke, da en som regel har gått ut fra at evnen til å gi avdrått er den samme hos de to. Om korrelasjonen mellom eneggede tvillinger betegnes med r_1 og mellom 2 år hos samme dyr med r_2 , vil den maksimale verdi av r_1 være gitt av

$$r_1 \leq r_2 (1 + t)$$

Om man uansett permanent forskjeller gjelder: $r_1 \leq r_2 \frac{(1+t)}{(1+p)}$ i mange tilfeller

der t er den brøkdel som skyldes variasjon i miljø fra ett år til neste. ~~Uten å ta hensyn til miljøet som skyldes permanent- eller genetiske forskjeller.~~ Under vanlige forhold er r_2 større enn r_1 og t er relativt liten. Det er disse forhold som bestemmer hvor effektive tvillingsforsøk er i forhold til andre. Til dette kommer vansken ved en sikker diagnose.

Likegyldig om eneggsdiagnosen er riktig eller ikke riktig, er disse like tvillinger det beste forsøksmateriale vi har i storfe, da de er av samme alder og har samme foreldre.

Dersom hensikten bare er å bestemme variasjonen som skyldes arvelige anlegg og som skyldes miljø, blir hvert tvillingpar betraktet som en gruppe. En beregner på vanlig måte spredningen innen og mellom grupper og intraklassekorrelasjonen. Miljø må være likt hos alle grupper. Har miljø vært forskjellig, er variansen økt med storleiken C^2 , som ikke kan elimineres helt og som gjør forsøket verdiløst.

Intraklassekorrelasjonen blir brukt som et mål for arvbarheten (h^2). Miljødelen betegnet med e^2 , kan finnes av:

$$h^2 + e^2 = 1.$$

Skal en sammenlikne resultater fra forskjellige materiale, må en huske at beregningen av intraklassekorrelasjonen må være gjort etter samme prinsipper. En forskjellig beregningsformel kan føre til sterkt forskjellige resultater.

Skal tvillingparene brukes til forsøk med å bestemme verknaden av visse miljøfaktorer, blir den ene av hvert par brukt til forsøk og den andre til kontroll. Differensen innen parene blir i dette tilfelle sammensatt dels av den opprinnelige miljøvarians og dels den varians, som skyldes forsøket. Om den statistiske behandling henvises til lærebøkene.

Diagnosen kan på mange måter bli vanskelig og blir for tiden utvilsomt noe skjedd. At den kan være genetisk forskjell mellom tvillinger og så like ut i ut er det av B E R S E (1952) JOHANSSON & VENISE 1951

Ved beregningen bruker vi følgende likheter mellom spredningssummene:

Total	Mellom	Innen
$S(x-\bar{x})^2$	$= Sk(\bar{x}_n - \bar{x})^2$	$+ SS(x - \bar{x}_n)^2$

der x er det enkelte dyr

" \bar{x} er middel av alle

" \bar{x}_n er middel av ~~hvert~~ *no. dyr eller av n. gruppe* avillingspar

" k er antall ~~i gruppen~~ *av dyr eller antall dyr i gruppen*

" n er antall ~~grupper~~ *av dyr eller grupper*

Følger

Den midlere varians finnes av følgende:

$$V_t = \frac{S(x-\bar{x})^2}{kn-1} = \text{totalvariens.}$$

$$V_m = \frac{Sk(\bar{x}_n - \bar{x})^2}{kn-k} = \text{variens mellom } \textit{dyr eller grupper}$$

$$V_i = \frac{SS(x-\bar{x}_n)^2}{kn-n} = \text{variens innen } \textit{dyr eller grupper}$$

Som følge av beregningsmåten finnes følgende likheter mellom variansene:

$k=2;$

$$\begin{aligned}
 (kn-1) V_t &= (kn-k) V_m + (kn-n) V_i \\
 2(m-1) V_t &= 2(m-1) V_m + n V_i
 \end{aligned}$$

III Hypoteser og resultater.

Etter mendelismen ble kjent ble det forsøkt å fastsette det antall av genepar som bestemmer avdrått. Resultatet var meget forskjellig. WILSON, Irland, hevdet først ett faktorpar og senere fire par polymere faktorer for avdrått. Av de mange som har arbeidet med saken kan nevnes von PATOW (1920) som hevdet en grunnfaktor og tre polymere faktorer for mjølkemengde. WRIEDT mente der var en grunnfaktor og flere modifierende faktorpar for fettprosent. Hans materiale var kryssing av rødt dansk med jersey.

A. D. B. SMITH (1931) hevdet etter undersøkelser i ayrshire og kørthorn at det forelå kjønnsbunden nedarving av avdrått.

De påståtte faktorhypoteser er ikke blitt bekreftet og er sannsynligvis ikke riktige. Den vanlige oppfatning nå er at antall faktorer

er meget stort og at mange av dem er intermediære og additive. Populasjonsgenetikken brukt på mjølkeavdråtten bygger på denne forutsetning. En del av produksjonen er nok gitt av faktorer som virker ved dominans og ved genesamspill, men disse er vanskelig å klarlegge.

Amerikaneren TURNER (1927) har gjort undersøkelser i jersey-rasen. Hans resultater for mjølkeavdråtten kan samles i følgende punkter. *Den hovedsakelig avhengigheten av antallet av disse genene som også er referens foran*

1. Kyrnes mjølkeavdrått er bestemt av mange gener.
2. Flere av genene som gir høy avdrått er dominante.
3. Alle gener har ikke samme effekt, dvs. de er polynære, men ikke homomere.

Alle ~~TURNER~~ har egentlig ikke levert noe bevis for denne hypotese, men den stemmer så godt med det vi kan slutte oss til på annen måte at det sannsynligvis er riktig. Mjølkeavdråtten er bestemt av forets mengde og sammensetning, av tygging og drøvtygging, av fordøyelsen med dets mange prosesser, av oppsuging og transport, og til slutt av jurets kapasitet for mjølkeproduksjon og skikkethet for mjølking. Hver av de nevnte er i grunnen grupper av karakterer som hver for seg sannsynligvis er bestemt av en til flere gener. Mange av dem virker sannsynligvis kvantitativt. Andre virker som dominante ved at de kan hemme sterkt en prosess om de ikke er til stede. Andre gener kan virke på hormonproduksjonen for en bestemt prosess og kan ha en mangesidig verknad.

En mangfoldighet av gener av både dominant og intermediær verknad vil som sluttresultat vise seg som intermediær arv.

Fettprosenten blir bestemt av langt færre prosesser enn mjølke- mengden og har sannsynligvis en enklere genetikk, men også for denne blir det antatt at den er bestemt av mange gener med intermediær verknad.

Mjølkefettmengden er et produkt av mjølkemengde og fettprosent og er nødvendigvis gitt av de samme gener som disse. Sannsynligvis er der en begrensning i kaloriproduksjonen slik at en ikke kan vente å få samlet høyeste mjølkemengde og høyeste fettprosent hos samme kyr, sjøl om genene er uavhengige. De kryssingsforsøk som er gjort, viser at dette ikke er mulig.

Ostestoffinnholdet har ikke vært undersøkt i slikt omfang som fettprosenten, men undersøkelsen av HANCOCK (1950) *referer til andre metoder* og *W. L. B. G.* tyder sterkt på at kaseinprosent og fettprosent nedarves uavhenglig av hverandre.

(1950) HANCOCK fant en ubetydelig korrelasjon mellom fettprosent og kasein-

prosent når den ble beregnet mellom tvillingparene, men meget sterkt innen parene. Eldre beregninger viser en korrelasjon på ca. + 0,70 innen kyr.

Skal osteproduksjonen få en vesentlig betydning, må mjølkekontrollen utvides med analyse av mengden av ostestoff. Undersøkelser utført på WIAD i Sverige har vist at en slik kontroll er nødvendig, dersom utvalget av avlsdyr også skal ta sikte på osteproduksjonen.

6. Seleksjon for avdrått.

Effektiviteten av seleksjon avhenger av flere faktorer.

1. Nøyaktigheten av utvalget.
 2. Intensiteten av utvalget (seleksjonsstyrken).
 3. Intervallet mellom hver generasjon.
1. Nøyaktigheten av utvalget er gitt av korrelasjonen mellom fenotype og genotype, dvs. på arvbarheten (heritability) av vedkommende karakter. Den er målt ved h^2 . Storleiken av h^2 vil variere i de forskjellige populasjoner i forhold til utvalget og avlsmetoden som er drevet tidligere. Ved sterkt utvalg og ved innavl vil verdien bli lågere. Den er høgere når en regner med middel av flere år.
2. Som mål for intensiteten av utvalget blir brukt seleksjonsstyrken (selection differential) som er gitt av differensen mellom middel av avlsdyra og middel av den populasjon de tilhører. Den blir vanlig betegnet med i .

Seleksjonsstyrken (i) er en komplisert storleik. Den er bestemt av seleksjonsprosenten (w) og av standardavvikelsen (σ) for vedkommende karakter. Om en skal sammenlikne seleksjonsstyrken hos forskjellige karakterer bør en derfor uttrykke den i standardavvikelse for vedkommende karakter.

Seleksjonsprosenten (w) angir hvor stor del av avkommet en må sette på for å holde bestanden vedlike i antall. Om hver ku i middel gir bare en eneste kvigekalv som nådde kjønnsmoden alder, ville seleksjonsprosenten være 100 og der ble ingen seleksjon blant hundyra. Om hver ku i middel gir 2 kvigekalver, vil seleksjonsprosenten for hundyra være 50. Dette svarer noenlunde til forholdene hos mjølkefe.

Det er fruktbarhet og holdbarhet som bestemmer hvor sterkt seleksjonen kan drives.

Mange kyr har en eller noen få kalver, mens et fåtall har mange kalver. Påsettingen vil som regel bli gjort etter kyr med mange kalver. Det blir derfor satt på etter færre dyr enn om alle hadde samme antall. Men disse dyr med stort antall kalver har som regel en avdrått, som ikke ligger så langt over middel. Det er altfor få kyr som har både avdrått, holdbarhet og fruktbarhet på topp.

For oksekalvene er det tilstrekkelig å sette på 10 % og til dels mindre. Ved kunstig sedoverføring er et enda lågere tall tilstrekkelig. Følgelig kan seleksjonen drives sterkere, men da bare kyrne har fenotype for avdrått er seleksjonen ikke så effektiv. En må selekttere etter oksenes mødre, og dette reduserer effekten til $\frac{1}{4}$ av et direkte utvalg etter avdrått. Dessuten blir okseoppdrett drevet av få besetninger og disse setter på de fleste oksekalver, som blir født og selekterer under oppveksten både etter eksteriør og mødrenes avdrått. Også dette forringer seleksjonsstyrken for avdrått.

Seleksjonsstyrken kan følgelig være meget forskjellig hos de to kjønn. En beregner den vanlig for hvert kjønn, og den samlede seleksjonseffekt blir middel av de to.

Seleksjonsstyrken (i) kan være målt absolutt eller relativt. Om middel av avlsdyra blir betegnet med A og middel av den populasjon de tilhører med M er følgelig:

$$\text{absolutt seleksjonsstyrke} = i = A - M$$

Den relative seleksjonsstyrke måles best med standardavvikelsen (σ) av vedkommende karakter.

$$i_{\text{rel.}} = \frac{i}{\sigma} = \frac{A - M}{\sigma}$$

I denne siste form kan en sammenlikne seleksjonen for forskjellige karakterer.

Det kan her bli spørsmål om hvordan middel av populasjonen skal beregnes. Ved avkomsundersøkelser skal nemlig det undersøkte avkom ikke regnes med i populasjonsmiddel. Om vi ikke regner avlsdyra med i populasjonsmiddel ved beregning av seleksjonsstyrken, får det en svarinnverknad på resultatet. En kan beregne den maksimale relative seleksjonsstyrke som kan oppnås under forskjellig seleksjonsprosent ved hjelp av

den normale fordelingskurven, og kan beregne både middel av avlsdyra, middel av populasjonen og seleksjonsstyrken for begge alternativer.

Middel av avlsdyra og populasjonen må beregnes som relative avvikelser fra middel av total-populasjonen, som får middelverdien null.

Resultatet av beregningen er stilt opp i den følgende tabell.

Tabell VII 34. Seleksjonsstyrke ($i_{rel.}$) ved forskjellig seleksjonsprosent av hunner og når populasjonens middeltall er beregnet med og uten avlsdyra. Alle middeltall og differenser er målt i standardavvikelser og er angitt som avvikelser fra den totale populasjon. De nødvendige antall drektigheter er angitt under forutsetning av en kjønnsproporsjon på 50 % og en tapsprosent av dødfødte, døde og utrangerte før 1. kalving på 20 %.

Seleksjons % ♀♂ (w) (% kyr)	Sum nødv. avkom pr. ku	Selekterte mødres middel	Middel av resten	Seleksjonsstyrke ($i_{rel.}$)	
				Fra middel av restpop.	Fra middel av alle
1	250	2,66	- 0,03	2,69	2,66
5	50	2,06	- 0,11	2,17	2,06
10	25	1,76	- 0,20	1,96	1,76
20	12,5	1,41	- 0,35	1,76	1,41
30	8,3	1,16	- 0,50	1,66	1,16
40	6,2	0,97	- 0,65	1,62	0,97
50	5,0	0,80	- 0,80	1,60	0,80
60	4,2	0,65	- 0,97	1,62	0,65
70	3,6	0,50	- 1,16	1,66	0,50
80	3,1	0,35	- 1,41	1,76	0,35
90	2,8	0,20	- 1,76	1,96	0,20
95	2,6	0,11	- 2,06	2,17	0,11
99	2,5	0,03	- 2,66	2,69	0,03

De to beregningsmetoder gir forskjellig resultat. Jo høyre seleksjonsprosenten er, jo større forskjell er der mellom de to beregningsmåter. Er de selekterte mødre holdt utenfor beregningen av populasjonsmiddel, vil seleksjonsstyrken stige både ved høye og låge verdier av seleksjonsprosenten. Den riktige framgangsmåte er å la avlsdyra være med i populasjonsmiddel. I dette tilfelle vil seleksjonsstyrken være størst ved låg seleksjonsprosent og synke til null når seleksjonsprosenten er 100. Dvs. alle kyr blir brukt som mødre.

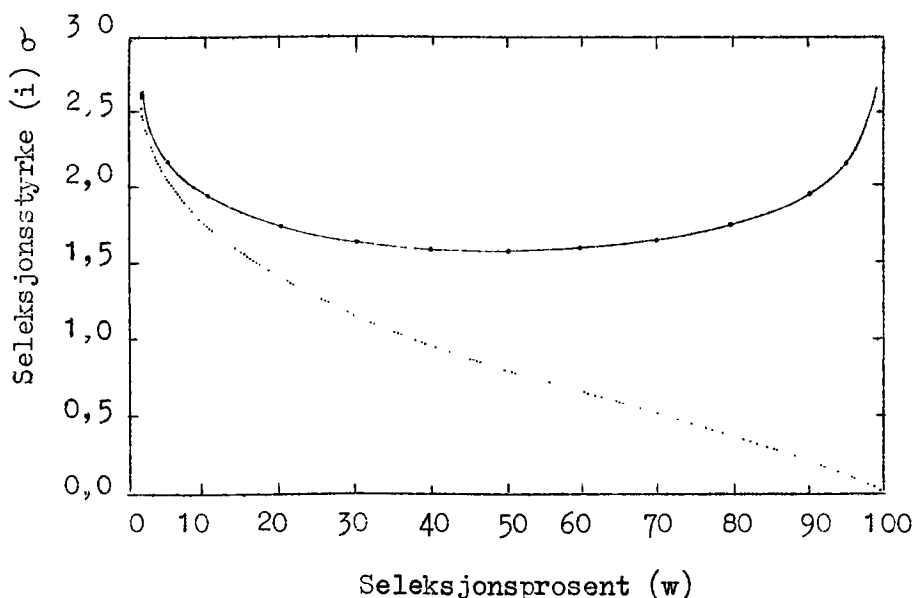


Fig. VII 4. Maksimal seleksjonsstyrke (i) ved forskjellig seleksjonsprosent (w). Alle middeltall og differenser er målt i standardavvikelse og angitt som avvikelse fra populasjonsmiddel.
—— beregnet fra middel av restpopulasjonen.
..... " " " " alle.

I praksis kan en ikke oppnå så høge seleksjonsstyrker som gjengitt i tabellen. En må være tilfreds om en oppnår halvparten.

Om vi som eksempel bruker en seleksjonsprosent på 50, finner vi ifølge tabellen at den maksimale seleksjonsstyrken er 0,80 σ , når avlsdyra er med i middeltallet. Regner vi med flere år pr. dyr, kan standardavvikelsen settes til ca. 600 kg mjølk og seleksjonsstyrken skulle i så fall kunne bli 480 kg. I praksis må vi være tilfreds med mellom 200 og 300 kg.

Har de to kjønn forskjellig seleksjonsprosent, kan en finne seleksjonsstyrken for hver av dem og senere beregne middel av de to. I dette tilfelle viser tabellen klart at det er galt å holde avlsdyra utenfor middel av populasjonen. En vil i så fall få samme seleksjonsstyrke både ved låg og ved høg seleksjonsprosent, og som tabellen og figuren viser, vil den gi altfor høge verdier.

Som prøve på seleksjonsstyrke fra praksis skal gjengis et par beregninger fra norske raukoller. Den første er fra 14 avkomsundersøkte raukollokser. Her er avdråttene beregnet for oksenes mødre, oksenes døtre og døtrenes mødre. Samtidig er besetningsmiddel, omfattende også avlsdyra, blitt beregnet for tilsvarende år.

Tabell VII 35. Avdrått og seleksjonsstyrke (i) hos mødrene til 14 raukollokser og mødrene til deres døtre. Alderskorrigert til voksen alder. Alle mødre er med i besetningsmiddel, 673 par, 3,13 regnskapsår pr. datter, 4,32 år pr. mor. Etter SYRSTAD 1949, ikke publisert materiale.

	Mjølkk kg	Fett %	Mjølkefett kg
Oksenes mødre, middel, 14 stk. 58 år.....	4384	4,248	186,3
" " besetningsmiddel	3015	4,037	121,9
Seleksjonsstyrke (i)	1369	0,211	64,4
Mødrene til oksenes døtre, middel.....	3400	4,076	138,76
" " " besetningsmiddel	3095	4,020	124,63
Seleksjonsstyrke (i)	305	0,056	14,13
Døtrenes middel	3150	4,070	128,44
" besetningsmiddel	2988	4,047	121,34
Effekten av seleksjon	162	0,023	7,10

Seleksjonen er over 4 ganger så sterk for oksemødrene som for mødrene til oksenes døtre, men da seleksjonen for okse^{mødre} ligger en generasjon bakenfor, synker effekten til omlag samme verdi som for kyrne.

Her er besetningsmiddel beregnet i stedet for populasjonsmiddel som er angitt i tabellen foran. For beregning av besetningsmiddel gjelder i enda sterkere grad det som er framholdt foran at avlsdyra må være med i beregningen av besetningsmiddel.

Spørsmålet om store og små besetninger har liten betydning i *for de avlsdyrene vil det være samme prosent enten de er med i en besetning eller over et distrikt* denne forbindelse. De små besetninger vil vise større variasjon og mer usikkerhet innen hver enhet, men når det gjelder utvalg av avlsdyr i et helt distrikt, vil, når alle dyr er med, resultatet bli det samme enten besetningene er store eller små, forutsatt at der ikke er for store variasjoner i genotyper mellom besetningene.

Seleksjonen av mødre går fram av en annen avkomsundersøkelse i raukoll gjengitt i tabell VII 36.

Tabell VII 36. Seleksjonen av mødre konstatert ved en avkomsundersøkelse hos raukollokker. Avdråttstall for mjølk og mjølkefett korrigert til voksen alder. Alle mødre er med i besetningsmiddel. Samme antall år hos mødre og døtre. I alt 17 okser, 433 mødre-døtre-par, 954 regnskapsår, 2,20 år pr. dyr. Etter KARBØ 1950, ikke publisert materiale.

	Mjølkk kg	Fett %	Mjølkefett kg
Mødrene til oksenes døtre	3369	4,04	136,0
Besetningsmiddel	2977	4,01	119,4
Seleksjonsstyrke (i)	392	0,03	16,6
Døtrenes middel	3320	4,04	134,0
Besetningsmiddel	3116	3,98	124,1
Effekt	204	0,06	9,9
Antatt verdi for h^2	0,34	0,66	0,44
Oksenes avlsverdi over besetningsmiddel ($o = 2d - h^2m$)	275	0,10	12,5

Om en ser på de absolutte tall, viser de tilbakegang hos døtrene for mjølk og mjølkefettmengde *(mødrene har 3369 kg mjølk, døtrene 3320 kg med 4,04%)* og stillstand for fettprosent. Ser en på forskjellen fra besetningsmiddel, blir resultatet av oksene enda dårligere for mjølk og mjølkefettmengde, da besetningsmiddel hos døtrene har steget. Fettprosenten viser et fall i besetningsmiddel og følgelig viser oksene seg å ha økt fettprosenten sjøl om mødre og døtre har samme middel. Beregner en oksenes avlsverdi ved å bruke arvbarheten, som det er gjort i siste linje av tabellen, viser det seg at de har gitt framgang for både mjølk, fettprosent og mjølkefett.

Om en selekterer etter middel av flere år må standardavvikelsen være beregnet på middel av tilsvarende antall år.

3. Intervallet mellom hver generasjon (L). Effekten av seleksjon pr. generasjon kan skrives som $\frac{h_n^2}{n} \cdot i$, der $\frac{h_n^2}{n}$ er heritability for et gitt dyr med n år og i er seleksjonsstyrken. Den årlige effekt er følgelig:

$$\frac{h_n^2 \cdot i}{L}$$

der L er den midlere alder hos foreldrene når deres avkom blir født. L er forskjellig hos de to kjønn. Med flere år pr. ku og stort intervall blir effekten pr. år redusert.

Generasjonsintervallet (L) skal gjengis etter JOHANSSON (1949) for svenske feraser.

	Far-avkom	Mor-avkom	midde
SRB.....	4,7 år	6,1 år	5,4 år
Svensk låglandsfe.....	4,5 "	5,5 "	5,0 "
Kollet fe.....	4,3 "	6,9 "	5,6 "

Se hefte på side 38-41. For detaljer se tabell. Mor-avkom 7,1 år og 6,5 år u

Etter MIDTLID og BERGE var den midlere forskjell mellom

fødselsåret hos mødre og døtre av raukoll, 7,2 år. Dette var stambokførte dyr, og disse er som regel eldre enn de andre.

*Far-avkom 5,35 år
6 - døtre 4,63 år*

4. Seleksjon for flere karakterer samtidig. Et typisk eksempel er utvalg for mjølkemengde og høy fettprosent samtidig. Det er negativ korrelasjon mellom fenotyper og mellom genotyper for mjølkemengde og for fettprosent. Følgelig vil vi få mindre mjølk når vi velger bare etter fettprosenten. Vi må i dette tilfelle velge for begge deler om vi vil oppnå en framgang i produktmengde målt som kg mjølkefett. Miljøet kan virke høynende på fettprosenten og senkende på mjølkemengden og omvendt.

7. Forutnyttning og ytre forhold.

a. Diverse ytre forhold.

Reaksjonen overfor klima og andre ytre forhold er til en viss grad bestemt av arveanleggene. Det er referert mange eksempler på at enkelte raser passer bedre til et gitt klima enn andre. Det er også nevnt mange eksempler på at sykdomsresistensen er høgst forskjellig fra rase til rase. De referte tilfelle gjelder oftest raser som er meget forskjellige, som zebufe sammenliknet med europeiske raser. Hos våre raser, som er i nær slekt, er forskjellen mellom rasene relativt liten.

Det skal nevnes fra Skottland at highlandfeet trives ganske godt i det kalde og rå klima og de skrale beiter i fjellstrøkene, men tilveksten er langt mindre enn hos de foredlede raser i låglandet. Det er ofte forsøkt å krysse inn foredlede engelske kjøttraser, men kryssingene og de foredlede raser kan ikke leve under så vanskelige forhold, mens highlandfeet trives bra og er den eneste brukbare rase i fjellstrøkene der.

For andre dyreslag har det vist seg forskjell i følsomhet overfor mineraler, vitaminer og forsammensetning. GOWEN (1936) kunne påvise forskjell i følsomhet overfor mangel på D-vitaminer hos innavlede linjer av rotter. Nils OLSSON, Sverige, viste i en undersøkelse hos høns at det var stor forskjell på vitaminbehovet hos enkelte dyr. Noen kunne trives med en langt mindre D-mengde enn andre. Disposisjonen for rakitt antar en er bestemt av dyrets konstitusjon.

Det er også kjent at ved forsøksmessig framkalt mangel av ett eller annet mineral, vitamin eller hormon, vil den sykelige tilstand opp-tre langt sterkere hos enkelte dyr enn hos de andre. Enkelte kan gå helt fri, sjøl om resten av gruppen er hårdt angrepet.

Det har ikke vært offentliggjort noe større om slike observa-sjoner hos våre feraser, men det er ingen grunn til å tro at de er for-skjellige fra de andre dyr som har vært prøvd. *(De nye undersøkelser over arv hos beboende i denne anstalt gjennomført for Danmark av Jensen og de)*

b. Fórutnytting.

For lønnsomheten av mjølkeproduksjonen er det som regel viktig å kjenne om det er forskjell i fórutnyttelsen mellom to dyr med samme mjølkemengde og om høg mjølkemengde pr. ku krever mer produksjonsfór pr. kg mjølk, enn låg mjølkemengde. Om disse spørsmål vet vi lite. Det er svært vanskelig å lage foringsforsøk som kan gi eksakt svar på dette for mjølkeproduksjonen.

Det fins undersøkelser for andre dyr som viser at forforbruket er genetisk bestemt. MORRIS, PALMER og KENNEDY (1935) har påvist en slik forskjell hos rotter. Etter kryssing av to linjer laget de to stammer som ble holdt vedlike ved søskenparing. Den ene stamme ble selektert for høg fórforbruk i forhold til tilveksten og den andre stamme for lågt fórforbruk. Forskjellen mellom de to stammer i fórforbruk var 40 %, og det var klart at forskjellen var betinget av arv. Forfatterne framhever at til fóringforsøk må en ha genetisk ensartet materiale. Dette har det sjelden vært tatt omsyn til tidligere.

Av BERGE (1936) er det påvist at hos svin er fórforbruket pr. kg tilvekst bestemt av veksthastigheten i langt sterkere grad enn en skulle vente etter vårt kjennskap til vedlikeholdsforet. De som hadde god vekstenergi, brukte relativt mindre fórfór enten til vedlikehold eller til veksten eller til begge deler.

Institutet för husdjursförädling, Sverige, samlet inn oppgaver over fórforbruket hos mjølkekyr på enkelte større gårder, der kontrollen av fórmengden var god. En fullstendig fórkontroll kan ikke bli eksakt under vanlige forhold, da en ikke har kontroll over fórmengden i beiteperioden. Vedlikeholdsforet ble beregnet og trukket fra det samlede fórforbruk. Kg mjølkefett ble delt med restforet. Det ble en svar variasjon. Blant 14 kyr på Klagstorp var der variasjon mellom 9,33 og 3,12 kg mjølkefett pr. 100 f.e. produksjonsfór. Denne variasjon er sannsynligvis langt større enn den virkelige. Vedlikeholdsforet kan være korrelert med produksjonsforet.

Folke JARL (1941) har vist at hos kyr er utnyttelsen av foret en individuell karakter. Av variasjonen i fórutnyttelse var 36 % bestemt av karakterer som var forskjellige fra dyr til dyr. Dette er i grunnen hva vi burde vente oss.

Et annet spørsmål er om det også fins forskjell i utnyttelsen av den resorberte næring og i den relative storleik av vedlikeholdsbehovet. Om dette vet vi lite.

Der er stor genetisk forskjell mellom rasene i bruken av næringen. Noen raser bruker foret til vekst og feting, andre bruker det til mjølk. Også innen rasene er der stor genetisk forskjell på dette område. Utvalg etter avdråttmengden bygger for det vesentligste på denne forskjell.

Det er meget sannsynlig at både fordøyelsen av en gitt fórmengde, storleiken av vedlikeholdsforet pr. vektenhet og produksjonsforet pr. produktenhet er genetisk bestemt og dersom utvalg var mulig, skulle også disse karakterer kunne forandres i en gunstig retning.

Evnen til å omsette store fórmengder må nødvendigvis være begrenset av storleiken av fordøyelsesorganene. Denne karakter vil derfor nødvendigvis danne en grense for både mjølkeproduksjon og tilvekst. Mjølkekyr kan ha samme anlegg for mjølkemengde, men forskjellige evner til å omsette fórmengde. Det er derfor rimelig vi har så store variasjoner i mjølkemengde og at nedarvingsmåten er så vanskelig å angi. Evnen til å omsette foret har sikkert like komplisert genetikk som anlegget for mjølkemengde.

Vanskelighetene ved å bestemme eksakt en genetisk forskjell mellom fórforbruket hos to kyr kan best illustreres ved et eksempel. Først skal nevnes at om vi definerer fórverdien ved hjelp av fórets produkter i mjølk, tilvekst og vedlikehold, vil vi alltid få samme resultat

for alle kyr, fordi produksjonsevnen må nødvendigvis være målt hos samme dyr. Det kan bare bli tale om sammenlikning mellom to kyr, når fórmengden er definert uavhengig av de produkter den gir.

Vi får bruk for følgende symboler:

- x = vedlikeholdsbehov pr. dag i f.e.
- a = mjølk pr. dag beregnet i 4 % målemjolk.
- y = f.e. produksjonsfor pr. kg målemjolk.
- b = forandring i kroppsvekt i kg pr. dag.
- z = f.e. pr. kg forandring i kroppsvekt.
- c = samlet daglig fôr i f.e.

Skal vi undersøke forskjellen i fôrforbruk hos to kyr eller grupper av kyr, betegnet med 1 og 2, får vi følgende likninger:

$$x_1 + a_1 y_1 + b_1 z_1 = c_1$$

$$x_2 + a_2 y_2 + b_2 z_2 = c_2$$

I hver likning er der 3 ukjente. og med bare en likning til å løse dem. En eksakt bestemmelse av forskjell i y kan bare utføres dersom dyra hadde samme kalori-innhold ved begynnelse og slutt av forsøket. Vi vet at vedlikeholdsbehovet er en funksjon av kroppsvekten, men formen av funksjonen kan sannsynligvis variere.

Bestemmelse av forandring i levendevekt er det enkelt å foreta med vekten, men vi vet som regel svært lite om den konstaterte forandring består av fett eller vann. Å regne med et standardtall på 3 f.e. pr. kg kan derfor bli svært misvisende. Ved slutten av vokseperioden består ofte tilveksten i utskifting av vann med fett. Ingen eller ubetydelig forandring i kroppsvekt kan derfor følges av stor forandring i kroppens kalorimengde. Prosessen kan gå begge veier.

I den gjengitte likning er det forutsatt at fôrverdien i f.e. er bestemt ved hjelp av reduksjonstall, som vi har grunn til å tro gjelder for det brukte fôr. Om vi vil definere fôret ved hjelp av nettokalorier eller av omsettelig energi i det givne tilfelle, ville en bare innføre en ny ukjent i likningen og fordelingen av kaloriene på de enkelte produksjoner ville være en viss grad av gjetning.

Som nevnt kan en ved statistisk behandling av større materiale konstatere at der fins forskjell i samlet utnyttning av fôret, men påvisning av dette for det enkelte dyr vil under de nåværende metoder være meget usikkert.

En bør ta omsyn til fórets mengde og sammensetning når en skal vurdere en gitt avdrátt. Mjølkk pr. 100 f.e. har en viss interesse, ^{denne} men må brukes med varsomhet. Kyrne må ha omlag samme storleik og ha omlag samme fórsammensetning og mjølkemengde, dersom en forskjell skal tillegges noen vekt. ^{En sammensetning av fôr med hollendisk og svensk lós fôr i fôrproduksjonen er fordelaktig.}

En fornying med mjølke i Havn som er nedskrevet, 1953 i årets årg. Scand. Vol. 3. Vedlikeholdet i årets lunde ikke bestemt. I år den samme som H.W.P. når man i årets lunde den samme som den som er nedskrevet på 0.85 og 0.85 (pr. 0.85). Skal ikke andre gatte som vedlikeholdet bestemt. Ofte er den gamle mest-ene.

Til Havn er nedskrevet om vedlikeholdet i år = bør tilføies at myndighetene for England 1959 vil at den gamle tempore i år som kan være 30°C hos nedskrevet i år og på ved 0°C og fôr alle år som faller lengde (ca 1 år). Vedlikeholdet vil være som den gamle vedlikeholdet av alle forhold.

Om gjødselen i forhold som metalkalorier, om også produktet være bestemt som kalorie skal beholds kallet ha noen mening, et dyr kan visse lig relativ produkt mengde ved å være i forhold med lite kalorie i en hold og by det kan ikke kallet en anledning. Den er utgitt mange fôrholdet i mjølke for 100 f.e., at det er svært som grunnlag for årvale. Om en beregner etter kalorienmengde i produktet kan sammenlignes ha en ~~mening~~ mening under disse forhold.

Litteratur til Ayl og Utvalg, hefte 4.

Mjølkeavdråttens genetikk

(Vesentlig til avdeling A)

BERGE, S., 1934. Om spredningen til et gjennomsnittstall av Lexiske rekker. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole, 14: 784-804.

BERGE, S., 1945. Kyrnes brukstid og alderen ved første kalving.

Norsk Landbruk, 11: 284-287.

Berge, S., 1953. Relativ verdi av mjølk, mjølkefett og fett. Bruk og avdrått, Nr. 2, 1953.

BERGE, S., 1949. Avdrått og Alder. Norsk Landbruk, 15: 29-32 og 48-50.

Berge, S., 1955. Hvor høyt er avdrått? T.f.d.m.L. 1955.

BERRY, J.C. og LUSH, J.L., 1939. High records contrasted with unselected records and with average records as a basis for selecting cows. Journal of Dairy Science, 22: 607-617.

BONNIER, G. og HANSSON, A., 1946. Acta Agriculturae Suecana, Vol. II: 171-184.

GAINES, W.L. og DAVIDSON, T.A., 1923. Relation between percentage fat content and yield of milk. Correction of milk yield for fat content. Illinois Sta. Bul. 245, s. 577-621.

GOWEN, John W., 1924. Milk secretion. Baltimore.

GOWEN, John W., 1927. Milk secretion as influenced by inheritance. The Quarterly Review of Biology, Vol. II: 516-531.

GOWEN, John W., 1934. The influence of inheritance and environment on the milk production and butterfat percentage of Jersey cattle. Journal of Agricultural Research, 49: 433-465.

GOWEN, Marie S. & GOWEN, John W., 1922. Studies in milk secretion XVII. Maine Agr. Exp. Sta. Bul. 306.

HANCOCK, J., 1950. Studies in monozygotic cattle twins. III. Uniformity trials. Milk and butterfat production. N.Z.J. of Sci. and Tech. sect. A. Vol. 31: (5) 23-(5) 39.

Hansson og medarb., 1953. Studies on monozygotic twins. Acta Agr. Scand. Vol. 3: 61-75.

Institutet för husdjursförädling, 1939. Korrelationen mellan döttrar och mödrar. Meddelande 20, s. 11-13, Wlad, Sverige.

JOHANSSON, Ivar, 1928. De svenska nötkreatursrasernas kroppsutveckling och produktion. Årsberetn. Ultuna Landbruksinstitut 1927: s. 37-91.

JOHANSSON, Ivar og HANSSON, Artur, 1940, Causes of variation in milk and butterfat yield of dairy cows. Kungl. Lantbruksakademiens Tidskrift, nr. 6 1/2, 1940.

LAUPRECHT, E. & DÖRING, H., 1950. Über die Beziehungen zwischen den Jahresleistungen und den Lebendgewicht des Schwarzbunten Niederrungsringes. Milchwissenschaft, 5: 383-389 og 416-418.

LUDWICK og PETERSEN, 1943. A measure of persistency of lactation in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 26: 439-445. (Se også samme tidsskrift og vol. side 447-455).

MIDLID, S. og BERGE, S., 1950. Arvelig del av variasjonen hos østlandske raukoller. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole, 30: 115-150.

PATOW, C. Frh.von, 1926. Milchvererbung beim Rind. Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie, 6: 297-354 og 529-604.

PATOW, C. Frh.von, 1930. Weitere Studien über die Vererbung der Milchleistung beim Rind. Zeitschrift für Züchtung Reihe B, Bd. 17: 3-159.

PEARL, GOWEN & MINER, 1919. Studies in milk secretion VII, Maine Sta. Bul. 281: 89-204.

PLUM, Mogens, 1935. Causes of differences in butterfat production of cows in Iowa Cow Testing Associations. Journal of Dairy

B Palitiek, P.D. 1956. *Review of the present days problems posed by variations in the solids that fat content of milk. J. Dairy Sci., Congo Kin*

ROBERTS, Elmer, 1918. Correlation between the percentage of fat in cow's milk and the yield. Journal of Agricultural Research, Vol.

Robertson, Alan, 1949. Inbreeding experiments in dairy cattle, A.B.A., 17: 1-6. Crossbreeding experiments with dairy cattle, A.B.A., 17: 201-204.

SANDERS, H., 1927. The variations of milk yields caused by season of the year, service, age and dry period, and their elimination. Part I. Season of the year. Journal of Agricultural Research, 17: 339-379.

" " Part II. Service. Journal of Agricultural Research, 17: 502-523.

B Robertson, Alan og medarb., 1956, Variations in the chemical composition of milk with particular reference to the solids - not - fat. II. The effect of heredity. J. Dairy Res., 23: 82-91.

Handb. Medvettsf. S. 7-33.

- SKJERVOLD, E., 1949. Arv og miljøfaktorers innvirkning på melkeavdrått hos storfe. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole, 29 : 141-224.
- SPANN, J., 1952. Regelrechte und Regelwidrige Milchabsonderung. Z.f.T. u. Züchtungsbiologie, 60 : 1-41.
- TUFF, P., 1932. Faktorer som påvirker melkeydelsen. Tidsskrift for det norske landbruk, 39 : 231-252.