

GENETISK ENDRING AV OPPDRETTSLAKS

av
Trygve Gjedrem

Institutt for akvakulturforskning AS, AKVAFORSK, ÅS

Bakgrunn

- **Avlslære er ein ung vitenskap**
- **S. Wright og J.L. Lush, USA, utarbeidde grunnlaget for moderne husdyravl på 1920-1930 talet**
- **Moderne avlsarbeid kom i gang i Norge for:**
 - **Storfe på 1940 talet - kunstig sædoverføring - NRF nå GENO**
 - **Gris i slutten av 1950 talet, Norsvin**
 - **Sau og geit på 1960 talet, Norsk sau og geitavlslag**
- **Dette var samvirkeavl, bøndene tok ansvar for organiseringa**
- **Arkitekten var prof. Harald Skjervold, Institutt for husdyravl, UMB (Universitet for miljø og biovitenskap), Ås**
- **Norge har vore i front med å utarbeide og å ta i bruk effektive avlsplanar for husdyr**
- **Norsk forskning og undervising i avlslære og avlsplanlegging har vore og er ved UMB, Ås.**

FORSKINGSSTASJONAR FOR FISK

- **Hausten 1970 såg vi ved AKVAFORSK at ei gryande oppdrettsnæring hadde behov for forskning**
- **Vi meinte at husdyrforskinga hadde mykje å tilføre, særleg på fagområda avl, ernæring og forskningsmetodikk**
- **Ein forskingsstasjon måtte ligge på kysten og helst ved ein kraftstasjon eller industri som kunne levere temperert kjølevatn**
- **Valet vart Sunndalsøra. Bygging av Forsøksstasjon for fisk starta i mars 1971**
- **Professor Skjervold lukkast i å skaffe finansiering til utbygginga og vi etablerte ein av verdas største forskingsstasjonar for 3,3 millionar kroner. Det heile var eit under**
- **I 1973 bygde vi ein sjøbasert forskingsstasjon på Averøy, finansiert av Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd (NLVF).**

PLANLEGGING AV FORSØK

- Ei av mine første oppgaver i 1971 var å utarbeide forsøksplanar
- Det var klart at vi skulle satse på laksefisk
- Vi samanlikna produksjonseigenskapane til: laks, regnbogeaure, sjørøye, innlandsaure, pukkellaks og kryssingar mellom desse
- Laks og regnbogeaure viste seg å være av størst interesse for oppdrett hos oss.

Meir om planlegging av forsøk:

- **Forsøksmateriale:**

- Vi måtte samle eit fiskemateriale som grunnlag for eit framtidig avlsarbeid

- Det måtte vere eit breitt genetisk materiale

I løpet av 5 år samla vi inn rogn frå 40 norske vassdrag og ei svensk elv (den siste vart ikkje nytta vidare i avlsarbeidet).

DET VART SAMLA INN LAKSEROGN LANGS HEILE KYSTEN OG FRÅ LULEÅ I SVERIGE

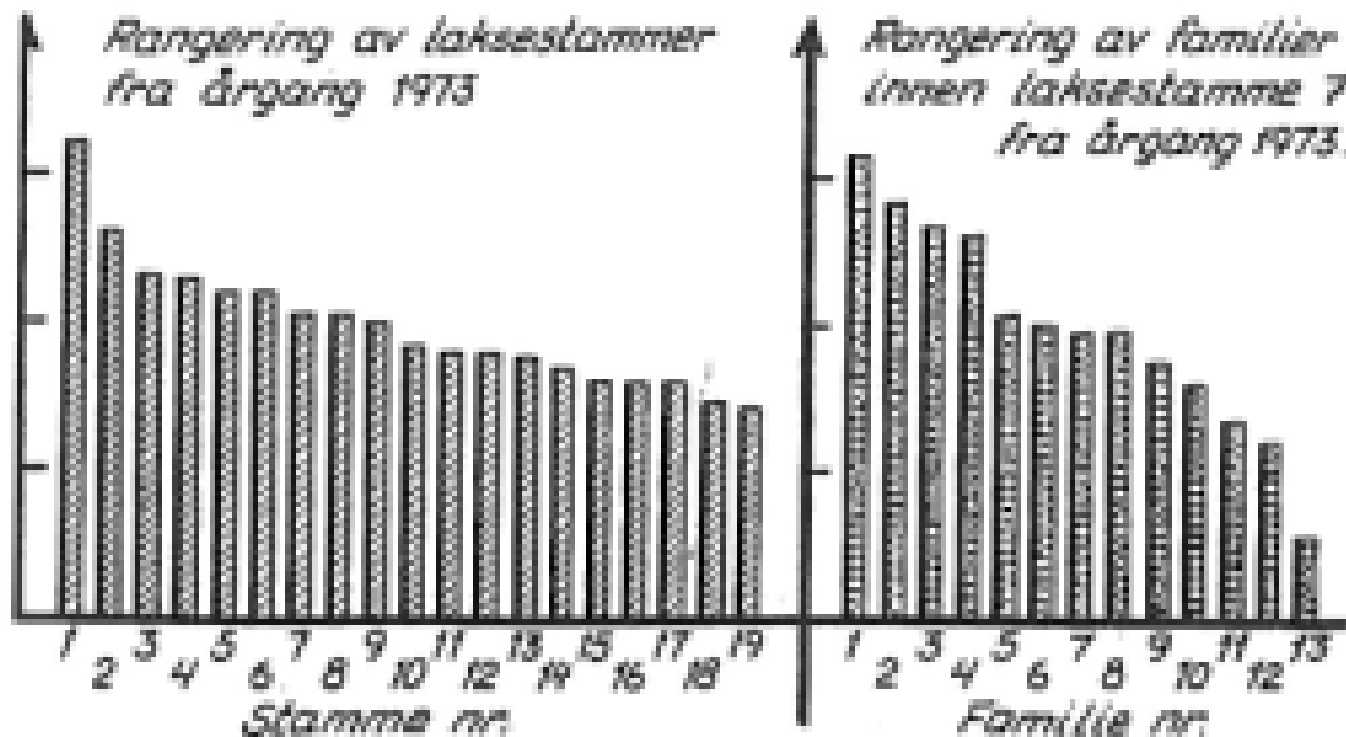


RESULTAT FRÅ AVLSFORSØKA

- **Det vart funne store genetiske variasjonar for viktige økonomiske eigenskapar**
- **Det vart ikkje kryssingsfrodighet ved å kryssa laksestammar**
- **Vi fann same rangering av laksestammar ved oppdrett i nord og i sør.**
- **Materialet frå forsøka vart nytta til å rekna ut dei parametrane (talverdiar) som vi må kjenne til for å kunne planlegge eit effektivt avlsarbeid.**

VARIASJON I VEKT AV LAKSESTAMMAR OG FAMILIAR

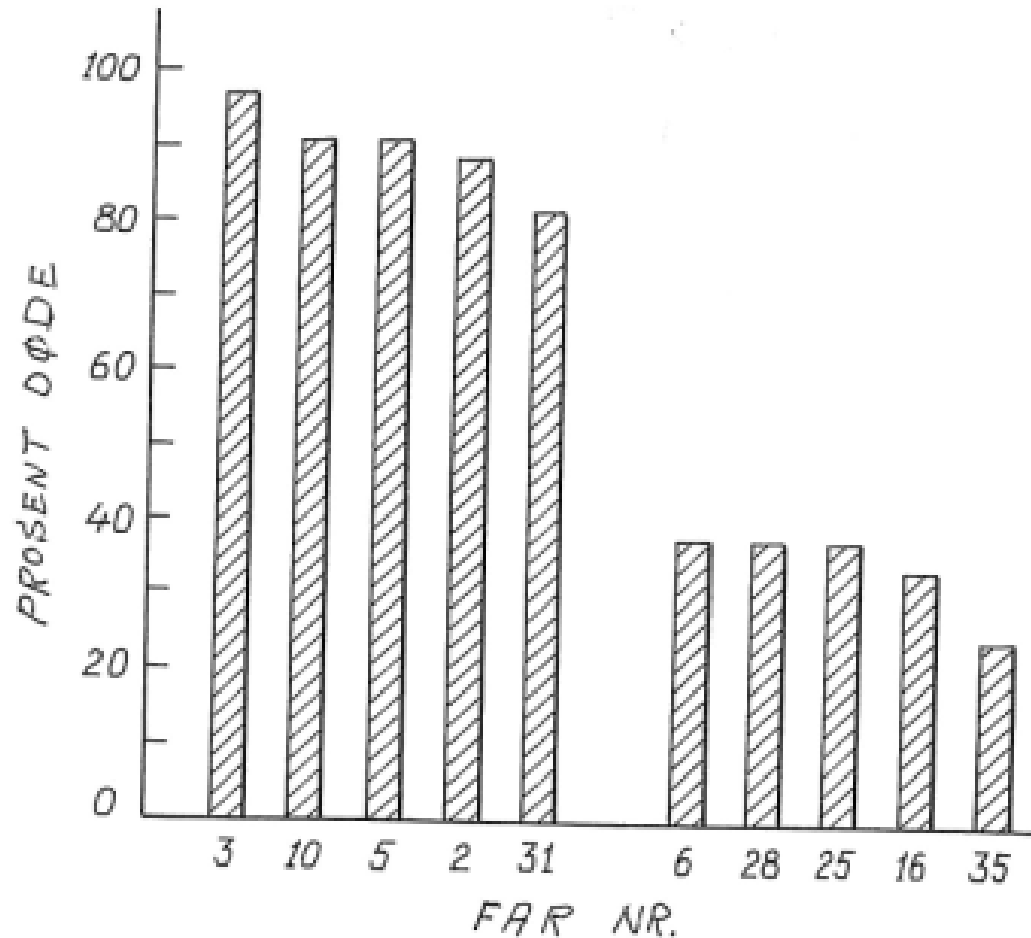
(høgast vekt var vel 5 kg)



er i innvendighet for slike laksestammer og familier etter 2 år i sjøen.

VARIASJON I MOTSTANDSEVNE MOT FURUNKULOSE

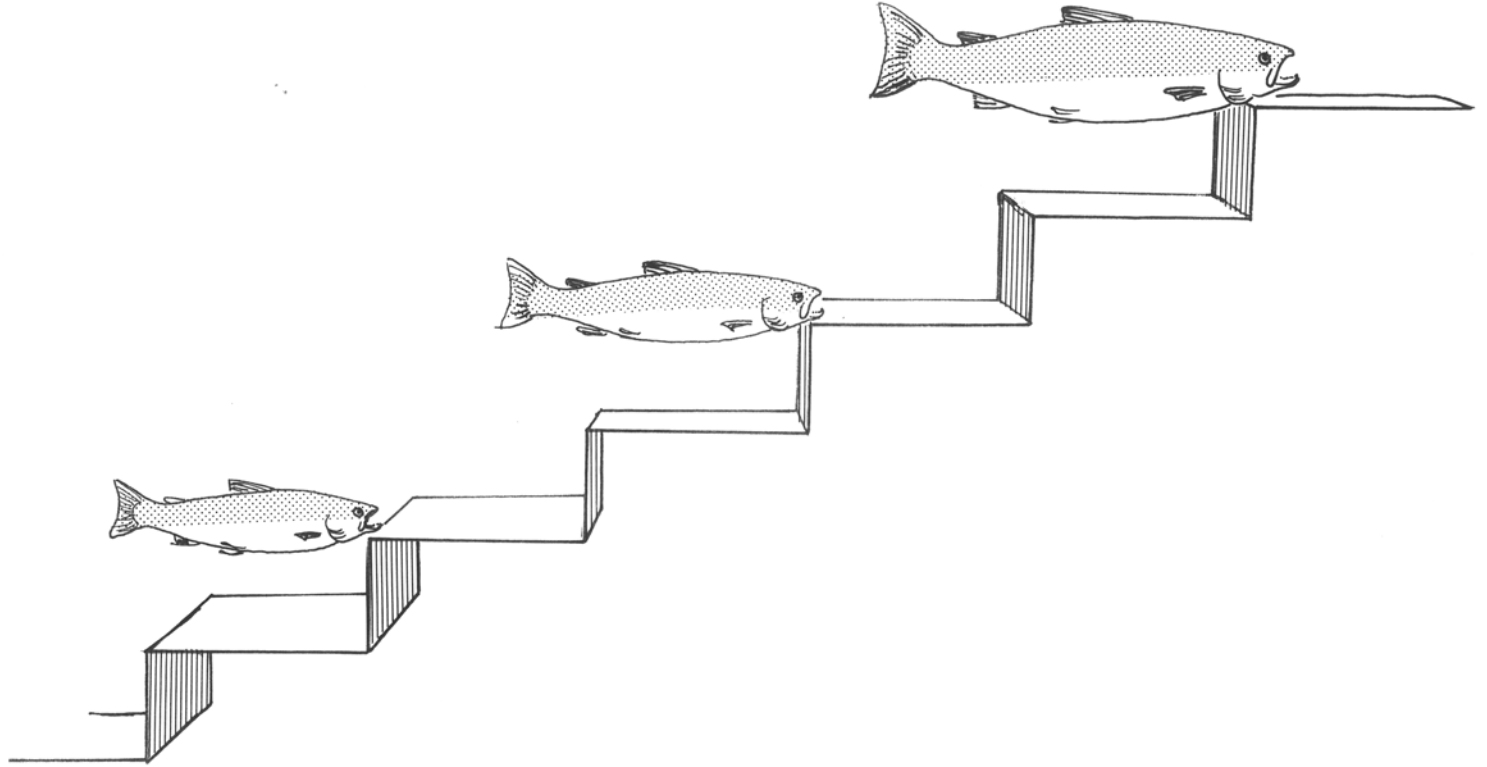
(her er vist dei 5 svakaste og dei 5 sterkaste familiane av totalt 50)



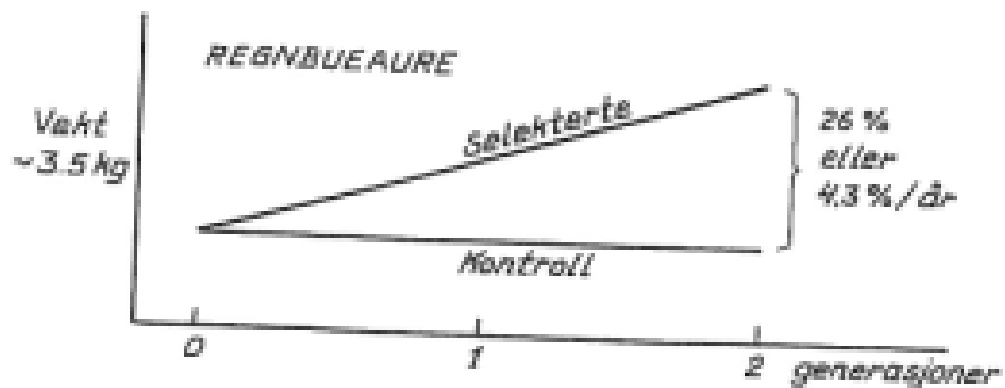
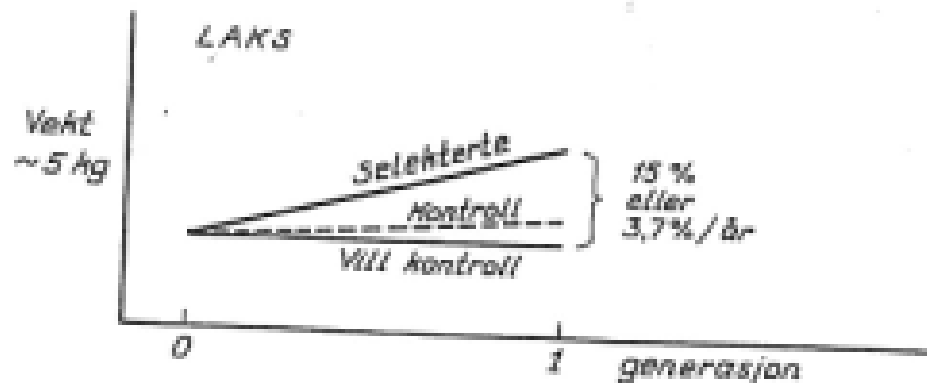
HAUSTEN 1975 STARTA UTVAL – SELEKSJON FOR TILVEKST

- **Vi valde stamfisk frå dei stammene og familiane som hadde høgast tilvekst og dei tyngste fiskane innan desse familiane**
- **Vi kryssa familiane slik at vi etter kvart viska ut stammeskilnadane – vi laga ein syntetisk stamme**
- **Etter kvart selekterte vi også for fleire eigenskapar: sein kjønnsmodning, motstandsevne mot sjukdom og produktkvalitet**
- **Dette var den første familiebaserte avlsplana for fisk og skaldyr i verda**

- **I neste bilde er avlsarbeid illustrert som å gå i ei trapp**
- **Opptrinn er framgangen ein oppnår ved seleksjon**
- **Inntrinnet er lengda av generasjonsintervallet i år**
- **Ein ny seleksjon byggjer på det ein oppnådde i førre generasjon**
- **Dyra vert betre og betre for kvar generasjon.**



EFFEKT AV AVLSARBEID MED LAKS OG REGNBUEAURE



RESULTAT AV AVLSARBEID ETTER SELEKSJON I 5 GENERASJONAR

(S) Selektert, (W) Will

	S - W, %
Tilvekst	+113
Foropptak	+40
Protein retensjon	+9
Energi retensjon	+14
Kg fôr/tilvekst	-20

1,5 milliardar kr
spart i fôrutgifter

Nå ved
generasjon 7
⇒ -25%

EFFEKT AV SELECTION PÅ TILVEKST, TAL FRÅ LITTERATUREN

Art	Prosent framgang	Tal generasjonar selektert	Tal estimat
Coho	10.1	4	1
Regnbogeaure	11.5	3	2
Atlantisk laks	13.6	1	3
Channel catfish	16.6	1	3
Tilapia	16.0	5	2
Rohu karpe	30.0	3	1
Reke	7.6	1	2
Østers	13.4	1	4
Clam	9.0	1	1
Kamskjel	17.0	1	2

PRODUKTIVITETS UTVKLING I NORSK FISKEOPPDRETT: produksjonstid i måneder

	1975	2000
Ferskvatn	16	8
Sjøvatn (4 kg)	24	12
Total	40	20

ØKONOMISK VERDI AV AVLSARBEIDET

Ei grov utrekning viser at den totale økonomiske verdien av framgangen i avlsarbeidet over 7-8 generasjonar for laks er minst:

15 kr per fisk: dvs. om lag 2 kr per generasjon per fisk eller 0,50 kr per kg fisk

(tal frå Havbruksmelding: Fra merd til mat, 2006)

Dersom det vart slakta 200 millionar laks i 2006, vil den samla økonomiske verdien av avlsarbeidet dreie seg om 3 milliardar kroner

Norsk produksjon i 2006 var: 610 000 tonn laks + 60 000 tonn regnbogaure, verdi 18 milliardar kroner.

INTERNASJONAL SATSING

- **AKVAFORSK har i alle år publisert forskningsresultata i internasjonale tidsskrift**
- **I 1986 vart vi kontakta av WorldFish Center om avl av tilapia**
- **Forsøka kom i gang i 1988 på Filippinene med prosjektet Genetic Improved Farmed Tilapia (GIFT)**
- **I løpet av 5 generasjonar dvs 5 år auka vi tilveksten med 85%**
- **Det heile var eit eventyr**
- **Seinare er det internasjonale engasjementet utvida og ført vidare av AKVAFORSK sitt dotterselskap AKVAFORSK Genetics Center (AFGC).**

AFGC GJENNOMFØRER AVLSPROGRAM I 14 LAND OG MED 13 ARTAR

Arter	Land
Laksefisk: Atlantisk laks Regnbogeaure Coho	Chile Chile Chile
Marine artar: Torsk Sea bass Sea bream Turbot	Norge Hellas Hellas Spania
Tilapia: Nile tilapia Blå tilapia	Kina, Nikaragua, Vietnam, Mexiko Ecuador
Karpe: Rohu Vanleg karpe	India Serbia, Ungarn
Marine reker: P. Vannamei P. Monodon P. Chinensis	Columbia, Belize India Kina

AVLSARBEID MED ANDRE ARTAR I NORGE

- **I 2000 starta AKVAFORSK eit langsiktig avlsprosjekt med torsk basert på stamfisk av kysttorsk og skrei**
- **Vi fann som vanleg store variasjonar i tilvekst og overleving**
- **Familiematerialet vart overlevert til MarinBreed AS, eit dotterselskap av AFGC som driv eit godt avlsarbeid med torsk.**

Avlsarbeid med andre artar held fram:

- **Kveite:**

AKVAFORSK har gjennomført ein del avlsforsøk

Skaldyr:

AKVAFORSK er i startgropa her i landet og er med i eit EU prosjekt for kamskjel som vert gjennomført i Irland.

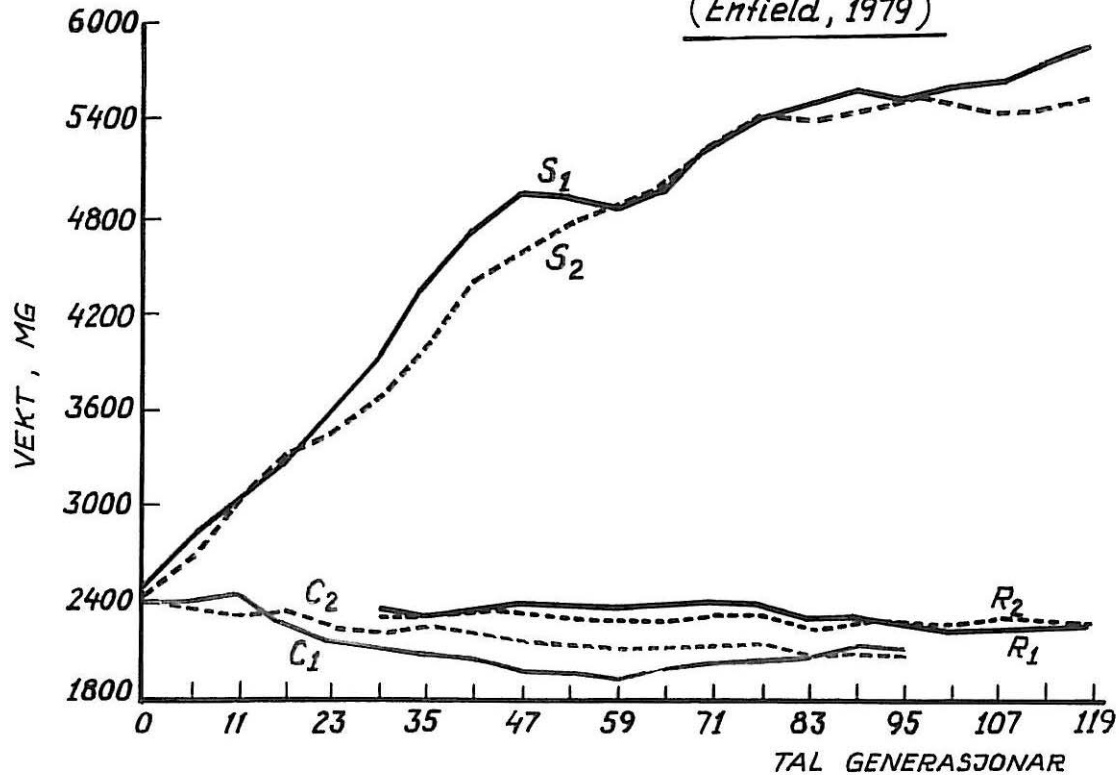
GENETISKE ENDRINGAR

- Det er dramatiske endringar som har skjedd med alle eigenskapar det er selektert for
- Desse eigenskapane er alle styrt av eit stort tal gen, vi kallar dei kvantitative eigenskapar
- Det som har skjedd genetisk er at frekvensen av gen er endra slik at "positive gen" er auka og "negative gen" er redusert
- Endringane for kvart gen er svært, svært små
- Mutasjonar har ikkje spelt nokon rolle i dette, for slik vi kjenner mutasjonar er dei skadelege
- Den genetiske variasjonen er uendra sidan vi unngår innavl

- **Dei neste to figurane viser dramatiske endringar i vekt av puppe hos *billa tribolium* gjennom 120 generasjonar med seleksjon**
- **Det mest imponerende er at variasjonen i puppevekta ikkje er endra.**

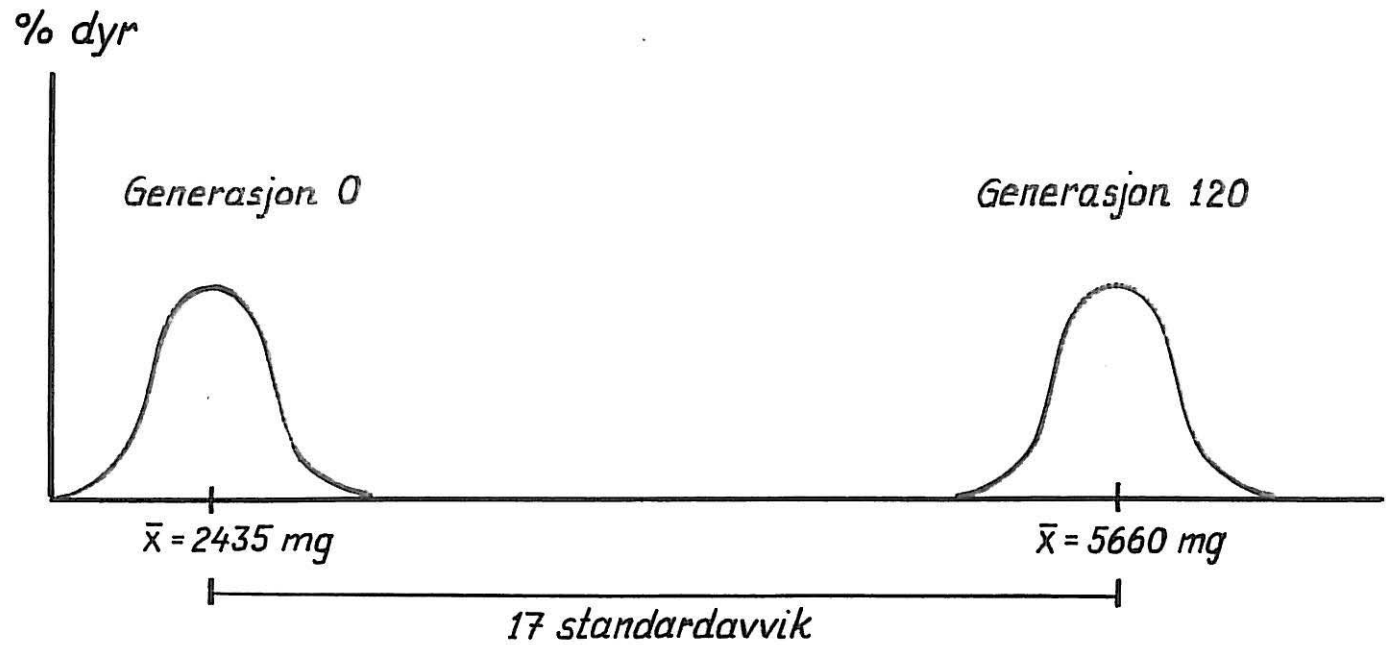
SELEKSJON FOR VEKT AV PUPPE HOS TRIBOLIUM (BILLE)

(Enfield, 1979)



S₁ og S₂ selektert for vekt av puppe.

C₁ , C₂ , R₁ og R₂ kontrollpopulasjonar.



RESULTAT AV SELEKSJON FOR VEKT AV PUPPE HOS TRIBOLIUM (BILLE)

(Enfield, 1979)

KONKLUSJON

- **Den store framgangen i avlsarbeidet med laks skyldes:
Stor genetisk variasjon, større enn for våre husdyr
Laks er svært fruktbar og det gjør sterk seleksjon mulig
Auke i innavl har vært liten**
- **Produksjonstid og produksjonskostnader er dramatisk redusert**
- **En effektiv seleksjon gjennom mange generasjoner kan ikke skape nye arter**