

# Quantitative genetics of susceptibility of Atlantic salmon to the salmon louse

Bjarne Gjerde, Nofima, Norway

# The most serious problem for the industry



Large direct costs (in 2015 Euro 550 million, or Euro 0.5/kg)

## Large indirect costs

- Mortality and reduced growth during treatment
- Forced slaughter before desired harvest size
- Limits further growth of the industry – very high economic value!
- Infestation of wild salmonids
- Public reputation

# Many combatting strategies

- Medicaments
- Cleaner fish
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- HealtyFeed
- Skirt
- Water pressure
- Fresh-water
- Warm-water
- Brushing
- Snorcel
- Lazer
- Vaccine?

None of these The single solution

- Closed cages
- Tanks on shore

Maybe The solution – but at a very large cost

- **Selective breeding** – A long term solution
  - if susceptibility to lice show genetic variation in Atlantic salmon

## Field tests – natural infection

SalmoBreed-YC 2000, 2001, 2002 - 350 families

(Kolstad et al., 2005)

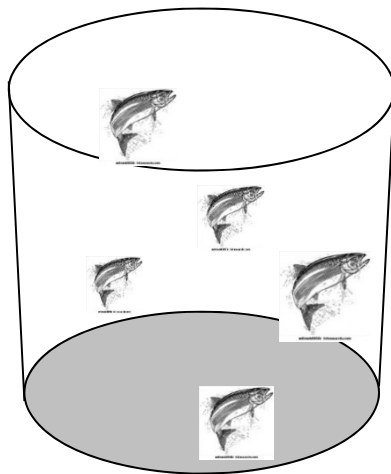
## Challenge tests

SalmoBreed-YC 2007, 2008, 2009, 2010 - 827 families

(YC-2007, Gjerde et al., 2011)



200-300 families x 15 fish/family = 3000-4500 fish



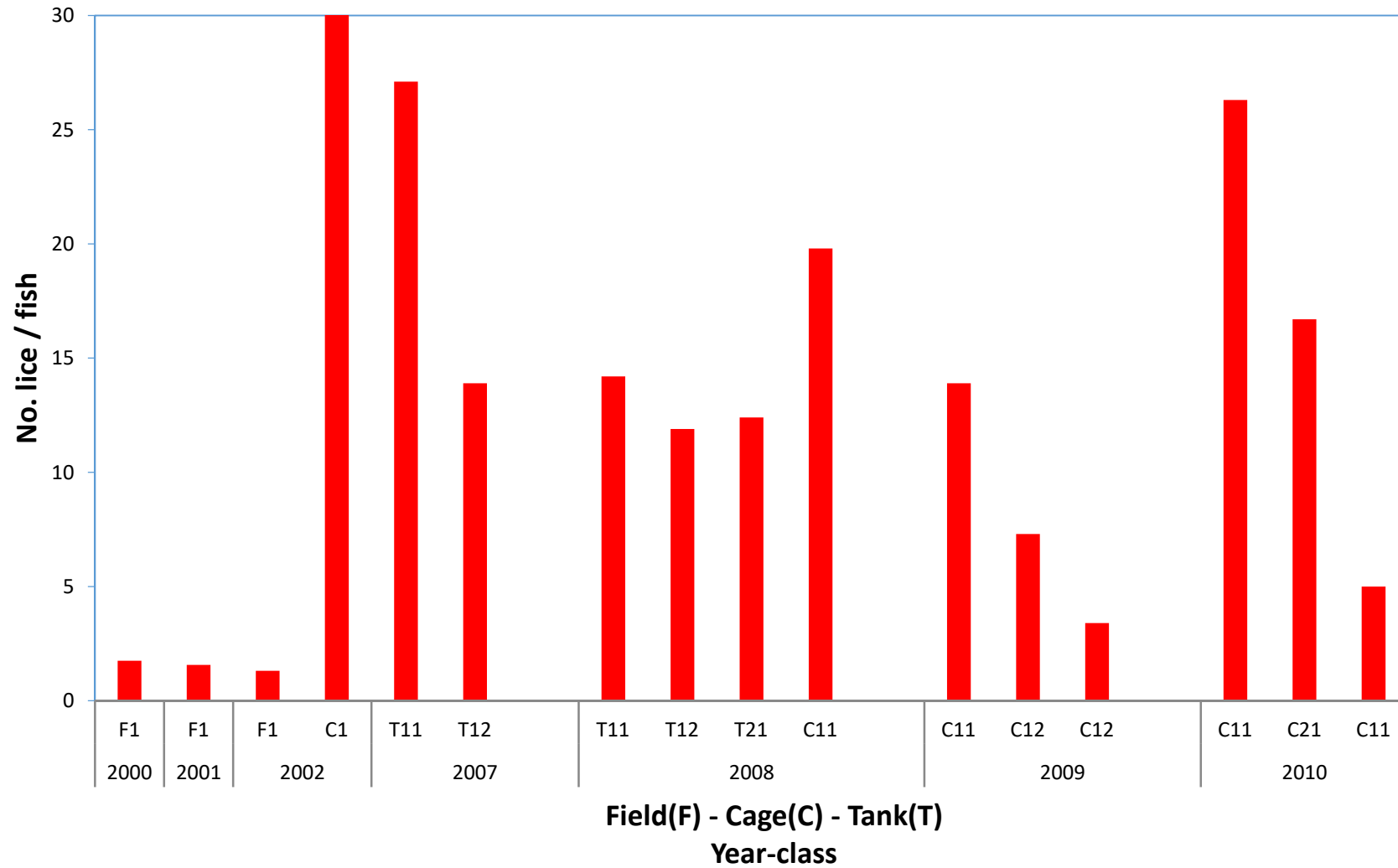
**Infect with  
40-50 copepodids/fish**



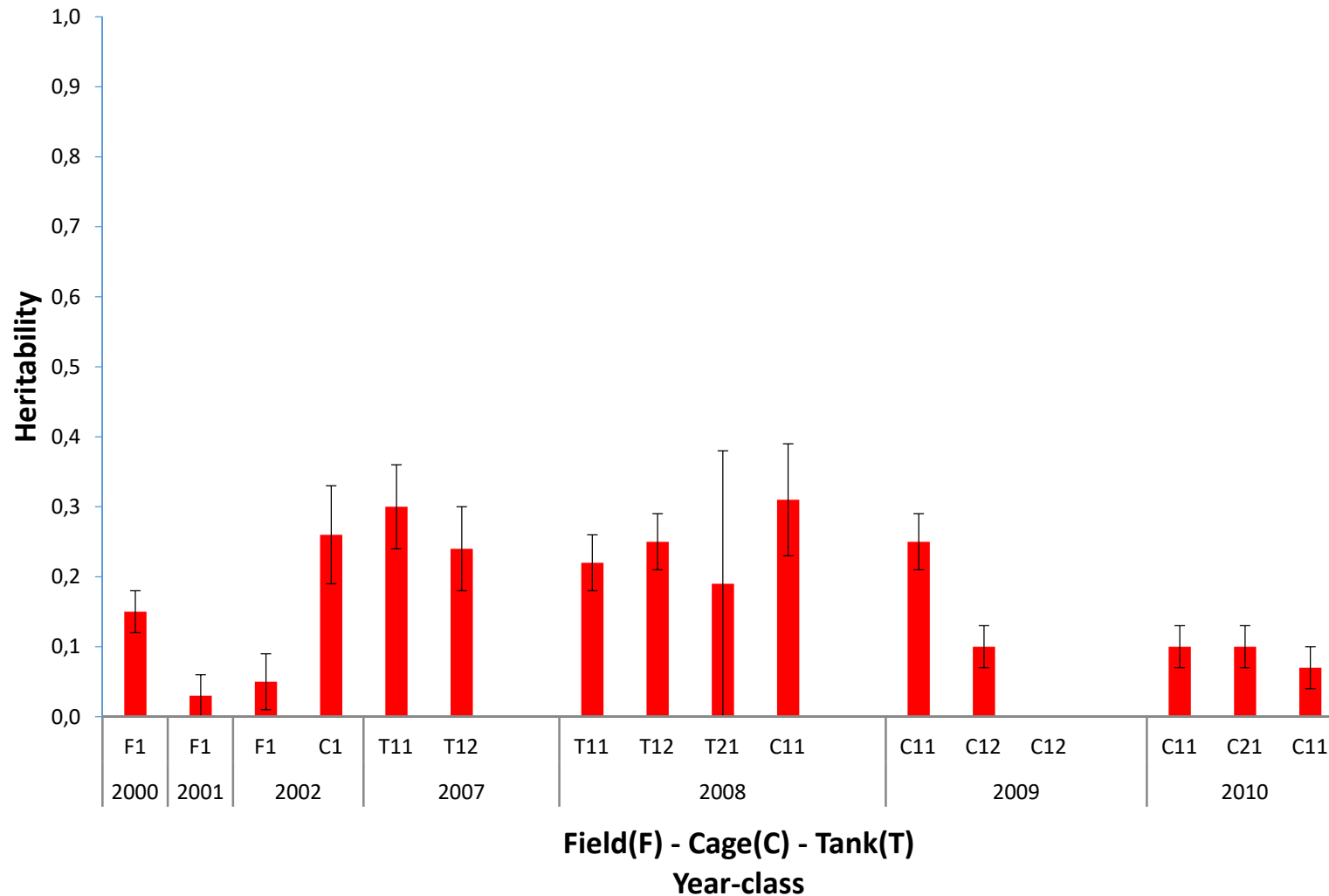
**10-15 sessile lice/fish**



## Average number of lice per fish

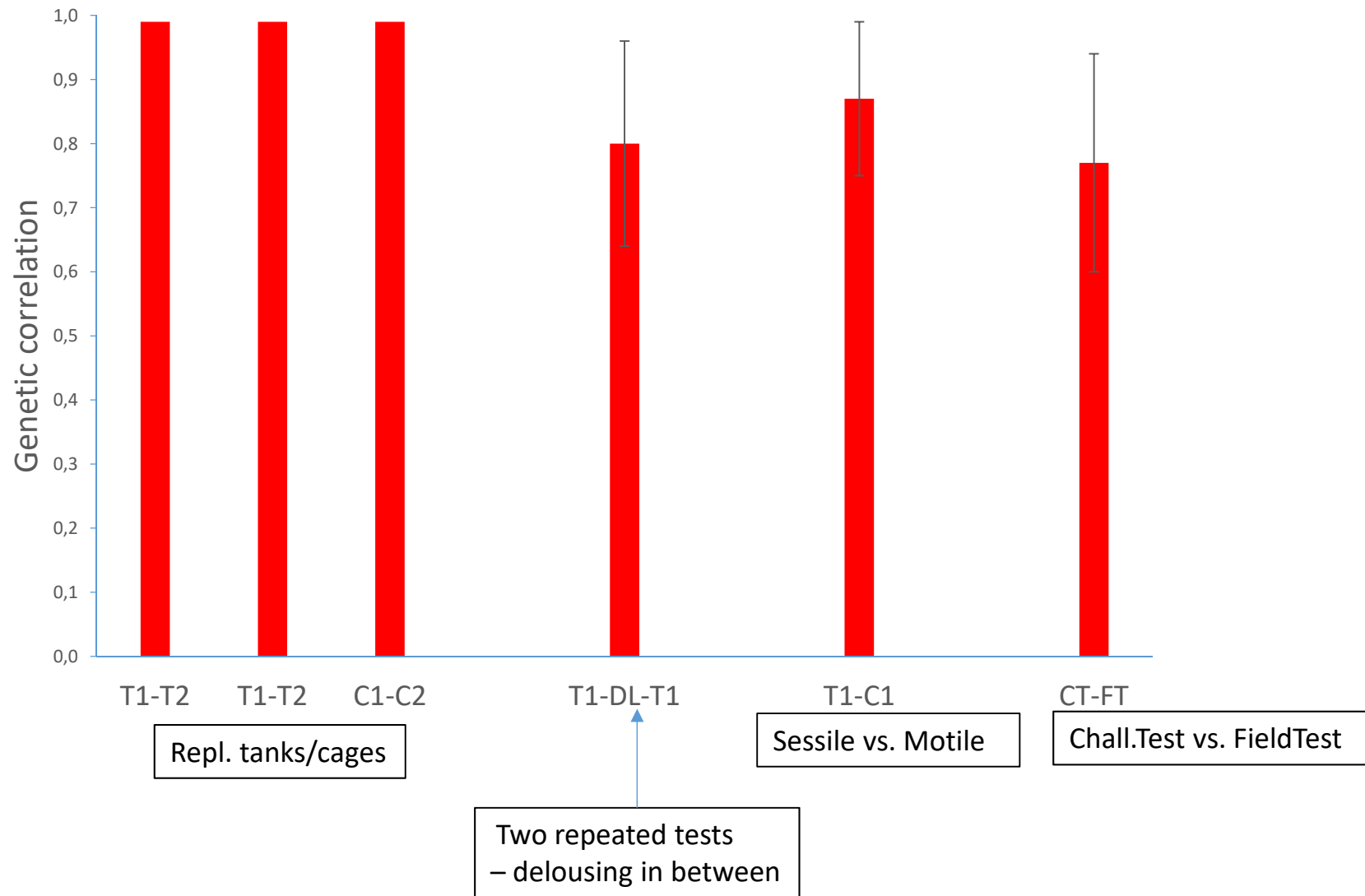


# Heritabilities for lice count (LC) or lice density (LD=LC/Bw<sup>2/3</sup>)

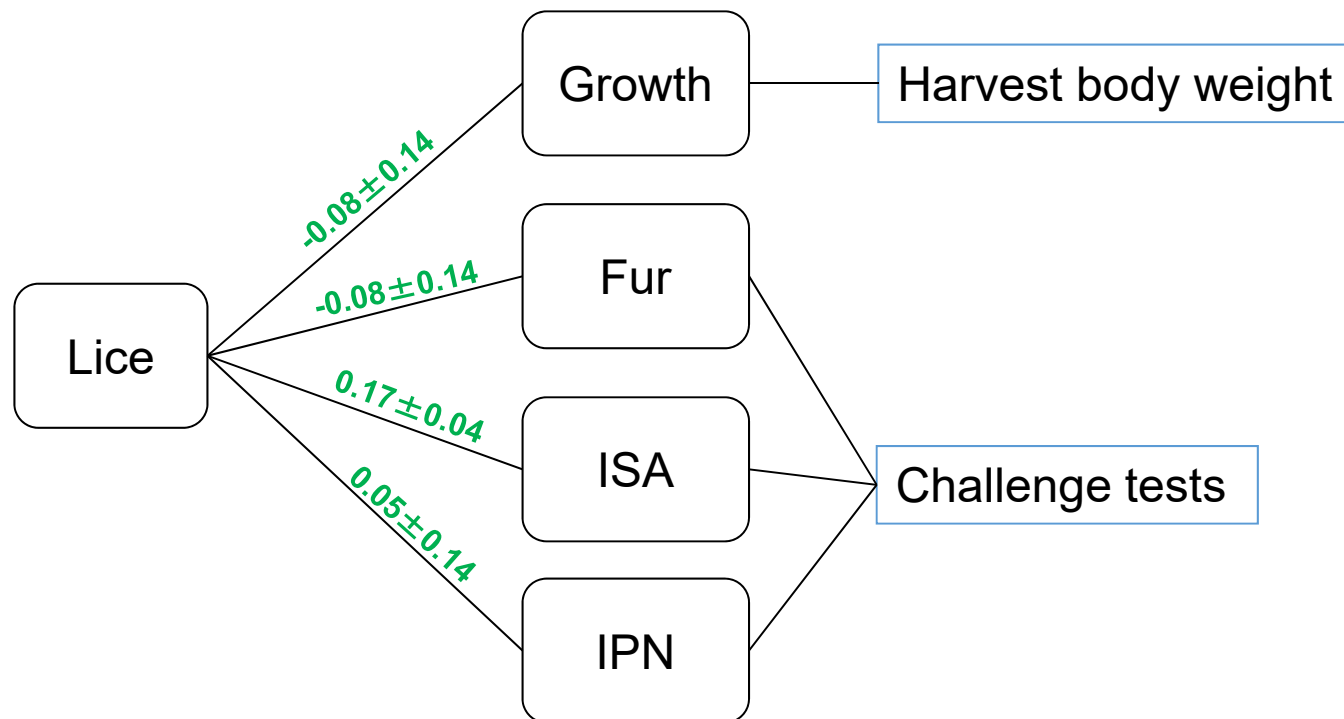


Large genetic variation as  $CV_{LC/LD} = 50-75\%$  ( $x2-3CV_{Bw}$ )

## High genetic correlations between LC (or LD) in different tests



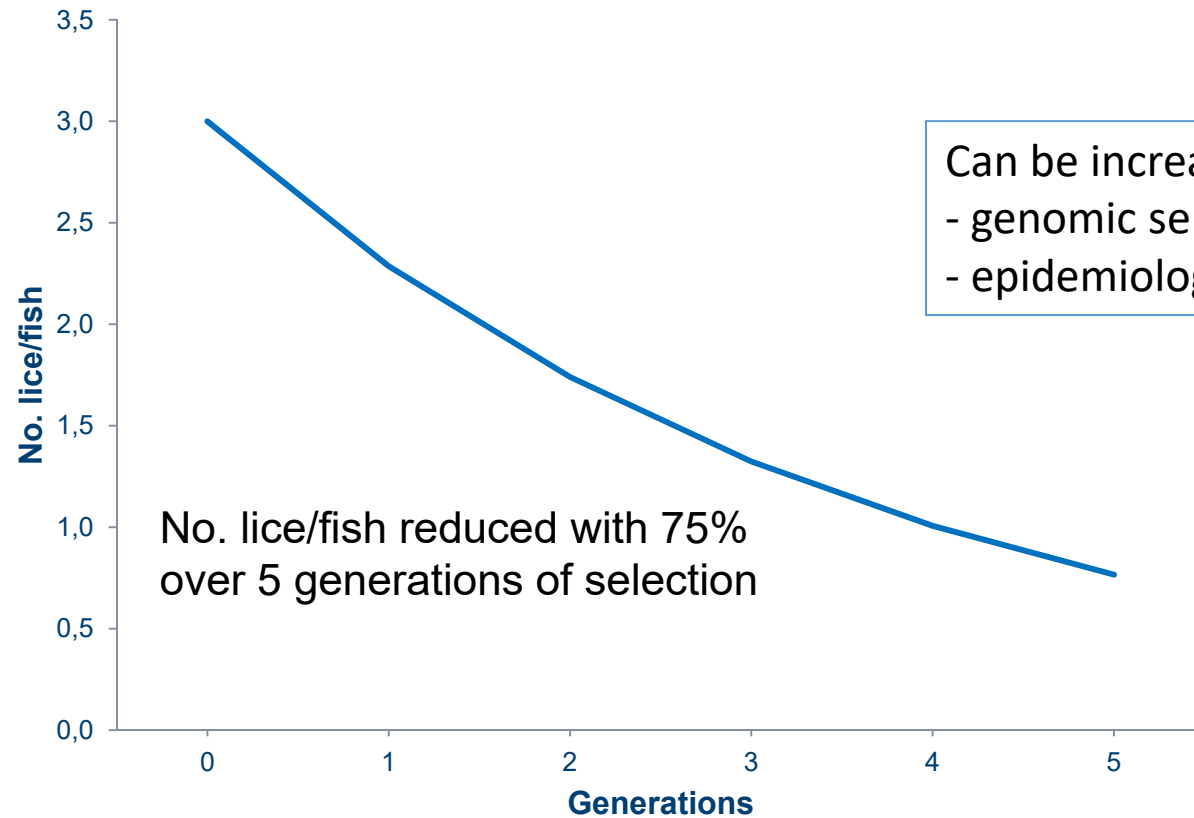
## No unfavourable genetic correlations to other traits, so far



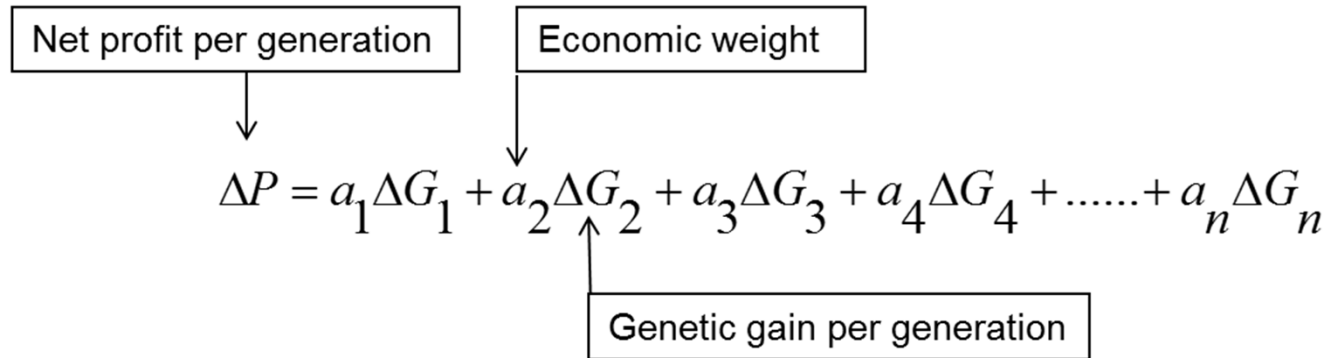


# Predicted genetic gain

- Single trait sib selection
- 300 families, 14 fish tested/family
- $h^2 = 0.20$  both in challenge test and natural infection
- $r_g = 0.9$  between LC in challenge test and natural infection



**However,  
not realistic to select for only increased lice resistance**



**Most breeding companies are in a competitive position**

- selection pressure on traits that give shorter term profit (e.g. growth rate)

## Selective breeding against lice – a long term strategy

- Due to the strict delousing rules it may take many years before a single farmer see an effect of a more lice resistant fish - in terms of reduced number of delousing treatments
- A solution is to use government regulations to force all the breeding companies to prioritize and document increased resistance to the salmon louse.
- However, the industry - and large companies - will see the effect at an earlier stage
- Breeding companies should better document the power of selective breeding for increased resistance to lice - and put more of the selection pressure on lice (and other disease/health traits) and less on growth (personal view)

## Today's Comb. strategies

At each of the **994** grow out farms  
All year round  
NOK 5+ billion

## Future Selective breeding

At each of the **4** breeding company  
Once a year  
NOK 4 mill

Loss in genetic gain for other traits

## Acknowledgements



## Economic value of resistance to lice?

$$\text{Profit} = \text{Revenue} - \text{Cost}$$

The lice problem put constraint on further growth of the industry, with no foreseen low-cost solution.

Loss in revenue should be included in the economic value for lice resistance (Smith et al., 1986)

### **Rescaling theory (scale/rescaling, Smith et al., 1986)**

Extra profit due to change in output from a genetic change that can be matched by rescaling the size of the enterprise should not be counted if it can be achieved without any genetic change.

## «Avl for auka motstand mot lus er Sisyfosarbeid arbeid»

Lusa vil tilpasse seg laksen, og vil til og med bli meir skadeleg for laksen, fordi lusa har eit langt kortare generasjonsintervall enn laksen.

Men bakteriar og virus har langt lågare generasjonsintervall enn lusa.

Mange eksempel på at avl mot bakteriar og virus har gitt positive resultat:

- formidabel positive effekten av avl mot IPN hos laks
- coho laks er tilnærma resistent mot *Caligus rogercresseyi*
- Atlantisk laks større motstand mot lakselus enn regnbogeaure
- Neva-laks større motstand mot *Gyrodactylus salaris* enn norsk laks
- Norske gyro-infiserte laksestammar større motstand mot *G. salaris* enn ikkje-infiserte stammar
- Sau arveleg variasjon i motstand mot parasittar i både tarm og hud, og det er dokumentert auka motstand gjennom avl. Har ikkje kunne dokumentere at parasitten har tilpassa seg vertsdyr med større motstand mot parasitten
- NRF/Geno har sidan 1970-talet selektert for auka motstand mot m.a. mastitt hos mjølkeku med svært godt resultat ( $h^2 < 0.05$ ,  $r_g = -0.3$ )

# Teoretiske studiar

-av parasitt-tilpassing hos vertar med ulik genetisk motstand mot ein parasitt.

Den arvelege variasjonen som er tilgjengeleg for parasitten til å tilpasse seg ein vertspopulasjon med aukande motstand mot parasitten er mest truleg svært låg, og at det difor er lite sannsynleg at parasitten vil endre seg som fylgje av eit avlsarbeid for auka motstand mot parasitten.

At risikoen ved avl mot lus skulle vere større enn for andre tiltak som legemidlar, eller av ein mogleg framtidig vaksine, er lite sannsynleg av ulike årsaker:

- Ein genetisk endring i ein parasittpopulasjon er proporsjonal med det seleksjonspresset som vert lagt på parasitten. Dette seleksjonspresset er svært stort ved bruk av legemidlar som drep praktisk talt alle parasittane utanom dei få som er resistente mot det aktuelle legemiddelet.
- Avl for auka motstand mot lus hos laks er ein langt meir dynamisk og breispektra (truleg svært mange gen involvert) fordi motstanden mot lus hos verten (a) sjeldan er fullstendig, (b) varierer mellom fisk, og (c) relativ liten per laksegenerasjon.

Avl mot lus bør difor vere eit mindre risikofylt tiltak enn bruk av legemidlar eller ein vaksine som mest truleg vil vere retta mot ein spesifikk mekanisme i samspelet mellom vert og parasitt.