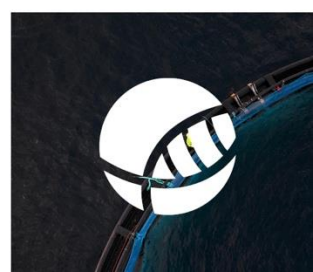
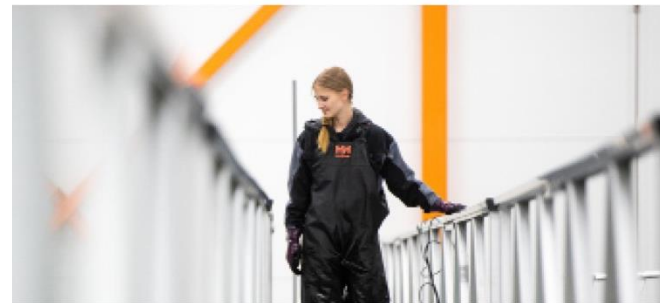


# Avl for luseresistens

Jørgen Ødegård



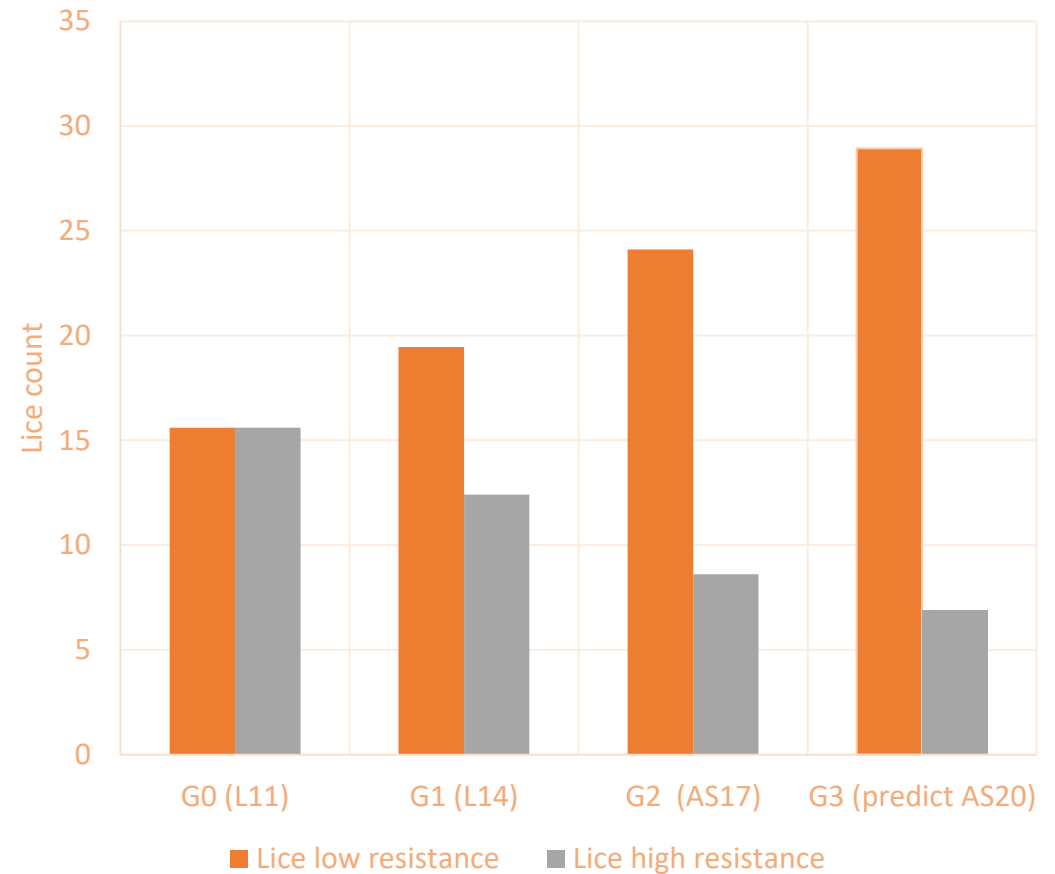
# Avl for luseresistens

---

- **AquaGen har drevet et omfattende forskningsarbeid på luseresistens**
  - 15+ standardiserte tester av genetisk materiale de siste 10 år
  - Norge (lakselus) og Chile (caligus)
- **Betydelige arvelige forskjeller i lusepåslag**
  - Avl for mindre påslag - forebyggende tiltak
- **Utvikling av forsøkslinjer for luseresistens**
  - Høy resistens
  - Lav resistens

# Utvikling av luselinjer

- **Tre generasjoner med genomisk seleksjon**
  - Kan sammenliknes med 6 generasjoner i en retning
  - Sterkt materiale for å studere potensiale for avlsarbeid
- **Siste generasjon: ~75% reduksjon av lusepåslag i luse-test**
  - Resistent linje vs. uselektert

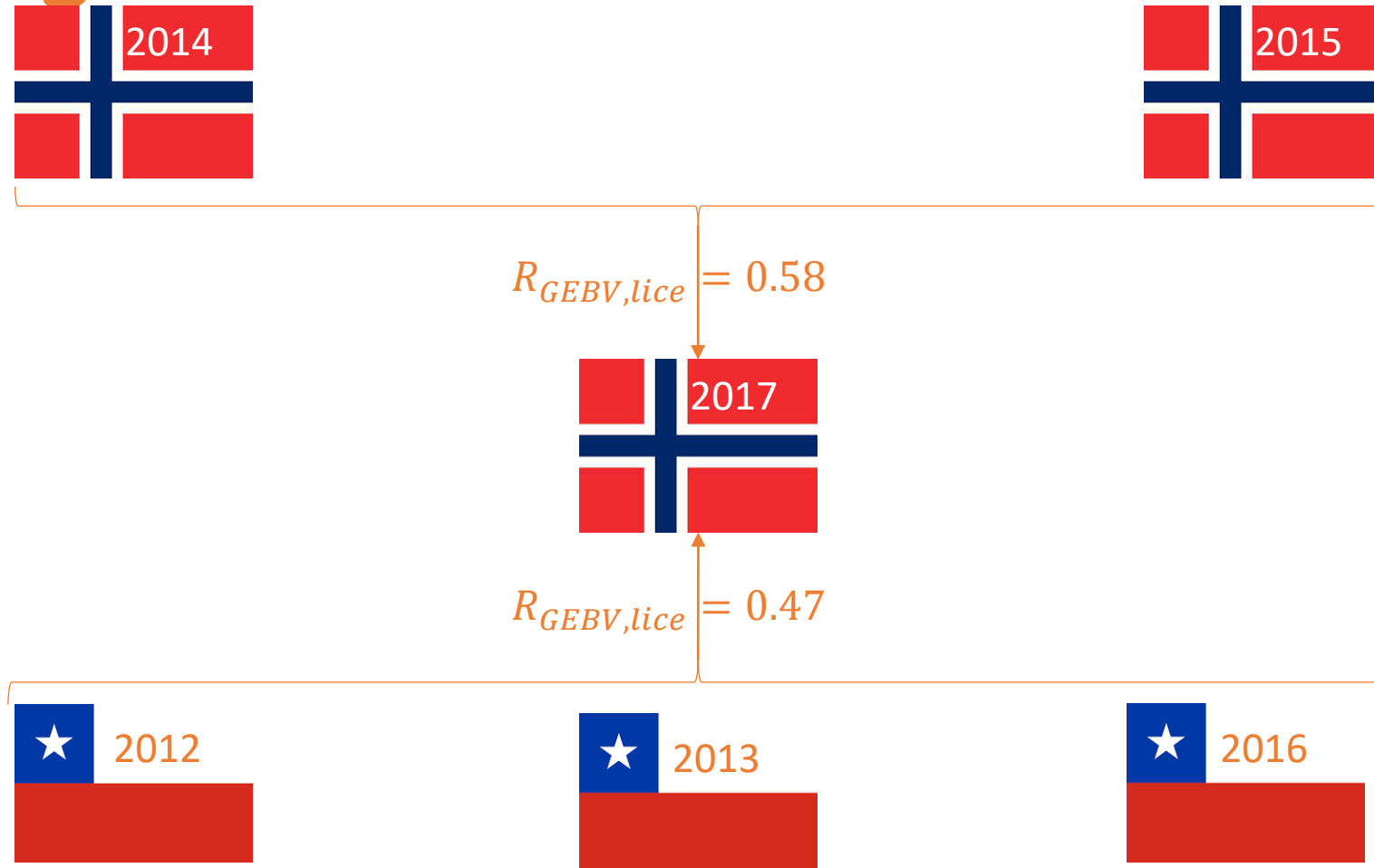


# Testingsmetoder

---

- **Luse-tester foretatt på VESO Vikan**
- **Kar-tester**
  - Ulike familier testes i samme kar
- **Infiserer med 25-35 kopepoditter per fisk**
  - Jevnt fordelt i karet
- **Antall fastsittende lus telles manuelt etter 10-11 dager**
  - Individuelt lusetall koblet med DNA informasjon er grunnlaget for resistens-avl

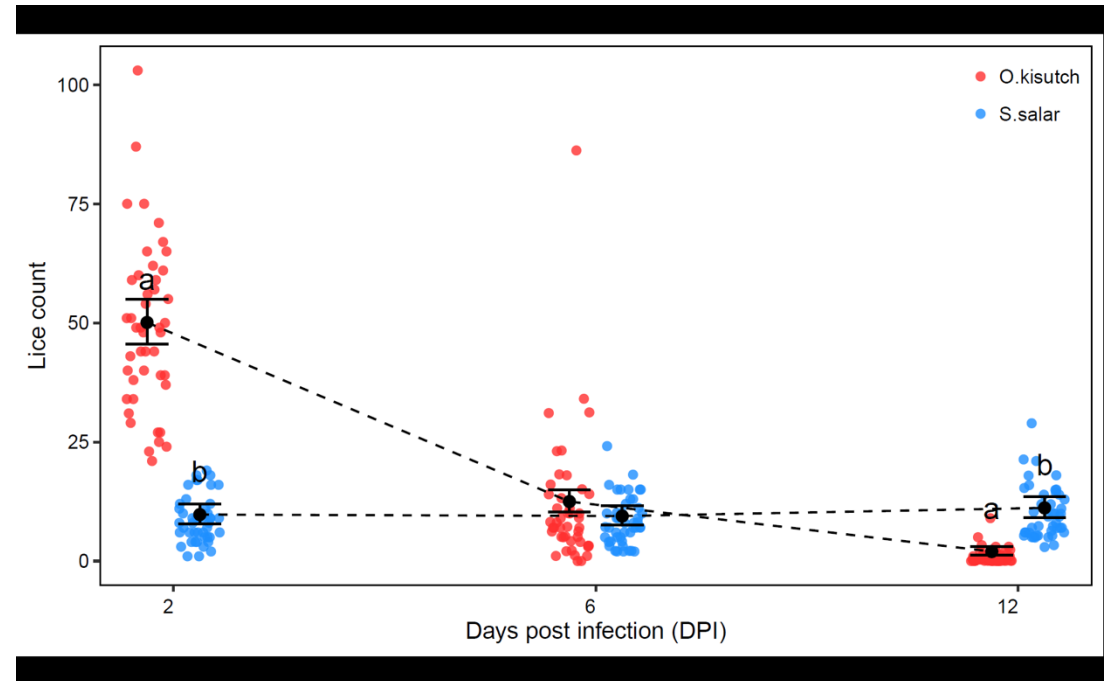
# Resistens mot lakselus og Caligus er styrt av samme genetik



# Resistens hos Coho og Atlantisk laks

## Immunrespons vs. forebygging

- Coho er kjent for å være resistent mot lus
- Coho og Atlantisk laks ble blandet i samme caligus-test
- Coho var mye mer “attraktiv” for lusa
  - 5x mer lus etter 2 dager
- Etter påslag bekjempet Coho lusa
  - Lusetall tilnærmet 0 etter 12 dager
- De to artene har ulike strategier
  - Coho – bekjemper lus *etter* påslag (immunrespons)
  - Atlantisk laks - begrenser påslag



# Vil avlen gjøre Atlantisk laks mer som Coho?



Immunrespons vs. forebygging

- **Eller: Vil avlen forsterke unngåelsesstrategien som Atlantisk laks allerede har?**
- **Forsøk i Chile: Lus telt på ulike tidspunkt etter påslag**
  - Stort antall fisk
- **Dersom høyresistent fisk *bekjemper* lus etter påslag via immunrespons**
  - Antall lus 2 dager etter påslag er ikke samme egenskap som 12 dager etter påslag
- **Dersom høyresistent fisk *unngår* lus ved påslag**
  - Antall lus etter 2 dager er samme egenskap som antall lus etter 12 dager

	LC, day 2, C1	LC, day 12, C1	LC, day 3, C3	LC, day 12, C3
LC, day 2 C1	1			
LC, day 12, C1	0.94	1		
LC, day 3, C3	0.83	0.84	1	
LC, day 12, C3	0.87	0.94	0.81	1

**Avlen forsterker laksens evne til å forebygge lusepåslag**

# Avl for å redusere lusepåslag i felt

---

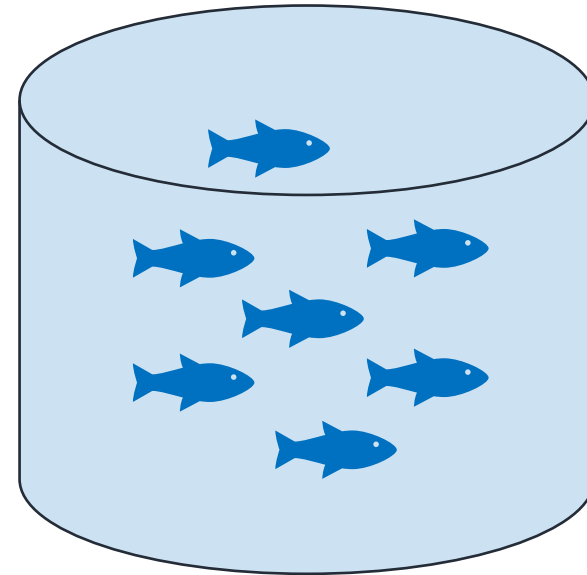
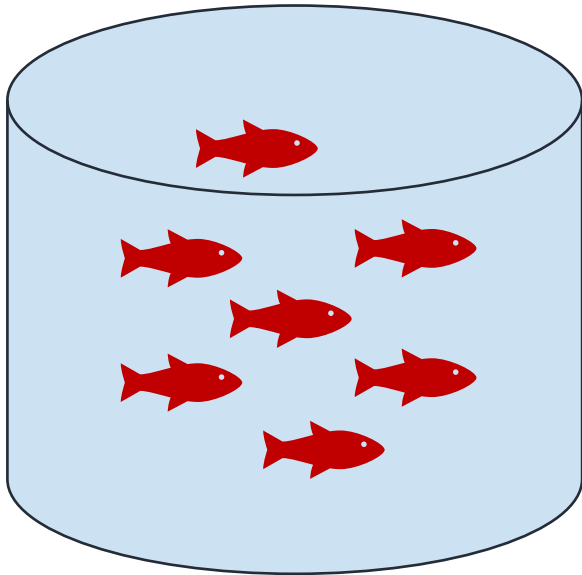


- **Unngåelse kan betraktes som første linje i immunforsvaret**
  - Avl for denne egenskapen har svært stor effekt i grupper med variert bakgrunn
  - Lusa kan velge en «attraktiv» vert fremfor en mindre «attraktiv» vert
- **Dersom avl skal gi gevinst for næringa må *hele* grupper fisk få økt resistens**
  - Målet er å oppnå gruppe-beskyttelse
  - Generelt lavere lusepåslag dersom all fisk blir mindre «attraktiv»
- **De senere år har det blitt gjort forsøk for å teste genetisk gruppe-effekt på lusepåslag**
  - Fisk med ulik resistens i ulike kar



# Fisk av høy/lav resistens testet i ulike kar

## Gruppe-beskyttelse



- 12 ulike kar (6 stk. med 25 lus/fisk, 6 stk. med 8 lus/fisk)
  - 3+3 tanker/genetisk linje
  - 50 fisk/kar (300 fisk per linje)
- Lusa må velge tilgjengelig fisk
- Påvirkes totalt lusepåslag av gruppas resistens/attraksjon?

# Kar med 25 lus/fisk



# Kar med 8 lus/fisk



# Er standard lusetest egnet til å fange opp effekten?

---



- **Ved lusepåslag:**
  - Vannstand senkes
  - Vanntilførsel stoppes
  - Lus og fisk stenges inne i karet over noe tid
  - Lusa får urealistisk gode betingelser
- **Kan en utforme en mer realistisk test?**

# Oppfølgingstest – kar med gjennomstrømming



- **Kar med kontinuerlig gjennomstrømming ved tilførsel av lus**
- **Lusa må feste seg til verten mens den driver forbi med strømmen**
  - Lus som ikke fester seg til en vert innen relativt kort tid vil bli skylt ut av karet
  - Evne til å forebygge påslag kan forventes å ha større betydning
  - Lusa har ikke lenger “ubegrensede” muligheter til å finne en vert
- **Begrenset tilgang på fisk fra “luselinjene”**
- **Genomisk seleksjon ble benyttet på tilgjengelig fisk**
  - Et lite antall ekstrem-fisk ble utvalgt
  - Forskjell mellom høy- og lav-resistens fisk omtrent halvparten av luselinjene
  - 3 kar à 20 høy-resistente fisk + 3 kar à 20 lav-resistente fisk
  - Et mindre antall fisk i blandede kar

# Oppfølgingstest – kar med gjennomstrøming



# Konklusjoner

---

- **AquaGen har investert og vil fortsatt investere betydelig i forskning på genetisk luseresistens**
  - 15+ smitte-tester
  - Utvikling av ekstreme genetiske linjer
  - Forståelse for de underliggende mekanismene bak resistensen
- **Atlantisk laks og coho har to ulike resistens-strategier mot lus**
  - Atlantisk laks: *Unngå* påslag, liten/ingen bekjempelse etter påslag
  - Coho: Dårligere evne til å unngå påslag, bekjemper lus *etter* påslag
- **Avl for redusert lusetall i Atlantisk laks forsterker artens eksisterende strategi mot lus**
  - Sterkere unngåelse
  - Avles ikke i retning av Coho-type resistens
- **Unngåelse kan betraktes som en del av første-linje forsvaret til fisken**
- **Genomisk seleksjon for økt/ redusert lusepåslag (resistens) er ekstremt effektivt i kar med fisk av blandet resistens**
  - Opptil ~75% redusert påslag sammenliknet med uselektert fisk

# Konklusjoner

---

- **Avl som verktøy for å redusere lusepåslag i felt – krever gruppebeskyttelse**
- **Standard kar-test: Ulike linjer i ulike kar**
  - Ingen signifikant gruppebeskyttelse på kar-nivå
  - Lusa får urealistisk gode betingelser for påslag
  - Lusetallet reflekterer evne til å unngå lus *relativt* til andre fisk i karet
- **Test med gjennomstrømmingskar**
  - Lusa må feste seg til en vert før den skylles ut av karet
  - Moderat signifikant gruppebeskyttelse på kar-nivå
- **Potensiale for gruppe-beskyttelse i felt**
  - Kan ikke konkludere basert på kar-forsøk
  - Vil bli fulgt opp med videre forskning
- **Rask tilvekst - redusert tid i sjø**
  - Redusert eksponeringstid for lus – færre behandlinger
  - Sterkere avl for luseresistens – mindre fremgang på tilvekst





AquaGen

# De gode genene

Kraften i genetikken sikrer oppdretterne en sømløs, sikker og ansvarlig produksjon av fisk – helt fra starten av.

