



Benchmark[®]
Genetics

Avl for luseresistens

Ingunn Thorland, Senior scientific advisor

FHF lusekonferanse, Trondheim 9. april 2022



Innhold

1. Benchmark – kort om selskapet
2. Historikk om vårt avlsarbeid på lus
3. Metodikk og system for vårt avlsarbeid på lus
4. Resultat
5. Arbeid framover



Benchmark[®]

A leading aquaculture
biotechnology company

Driving sustainability in aquaculture



GENETICS



ADVANCED NUTRITION



HEALTH



Leiande bioteknologiselskap innan akvakultur

Tre foretningsområder med store synergier:



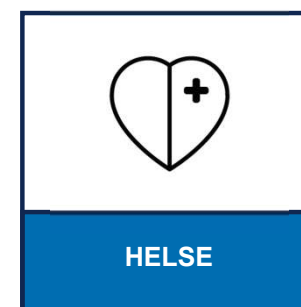
Forbedra genetik sørger for eit avgjerande startpunkt for produksjonseffektivitet og motstandskraft

Avl for luseresistens. Salg av rognkjeks (Island)



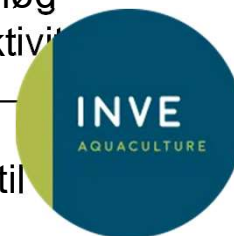
Spesialisert fôr for reker og marin fisk for god fiskehelse og høg produksjonseffektivitet

Fôr tidlige livsstadier til bergylt og rognkjeks



Løysingar for nokre av dei mest prekære fisesykdommane og velferdsutfordringane

Gjennomprøvd system for å fjerne medikamenter fra behandlingsvatnet etter lusebehandling.





Benchmark Genetics

www.bmkgenetics.com



Akvaforsk
Genetics

30+

Avlsprogrammer

20+

Akvatiske arter

Avlsprogrammer

5 Innomhusprogrammer:



SalmoBreed

Atlantisk laks

- SalmoBreed stammen (Norge)
- StofnFiskur stammen (Island)
- SagaChile stammen (Chile)



Tropiske reker



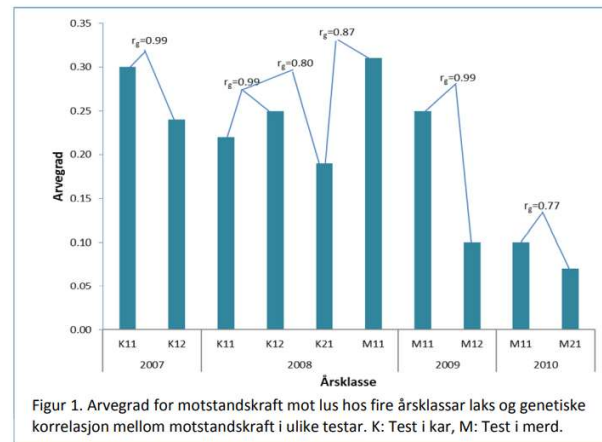
Tilapia



Historikk – Benchmark sitt avlsarbeid på lus

- SalmoBreed ein pioner i avlsarbeid for auka resistens mot lakselus, starta gjennom eit langvarig samarbeid med Nofima (Bjarne Gjerde)
- Har lusetesta alle årgangar sidan 2007
- Første familiebaserte seleksjon gjort i **2010**, genomisk seleksjon sidan **2015**
- Resistens mot *L. salmonis* vekta inn i **avlskjerna**, og også i grunnvektinga av dei **kommersielle produkta** SalmoProtect® og SalmoSelect®

NFR 190487 FHF: 532024. Utdrag frå mange publiserte resultat:



B. Gjerde 2013



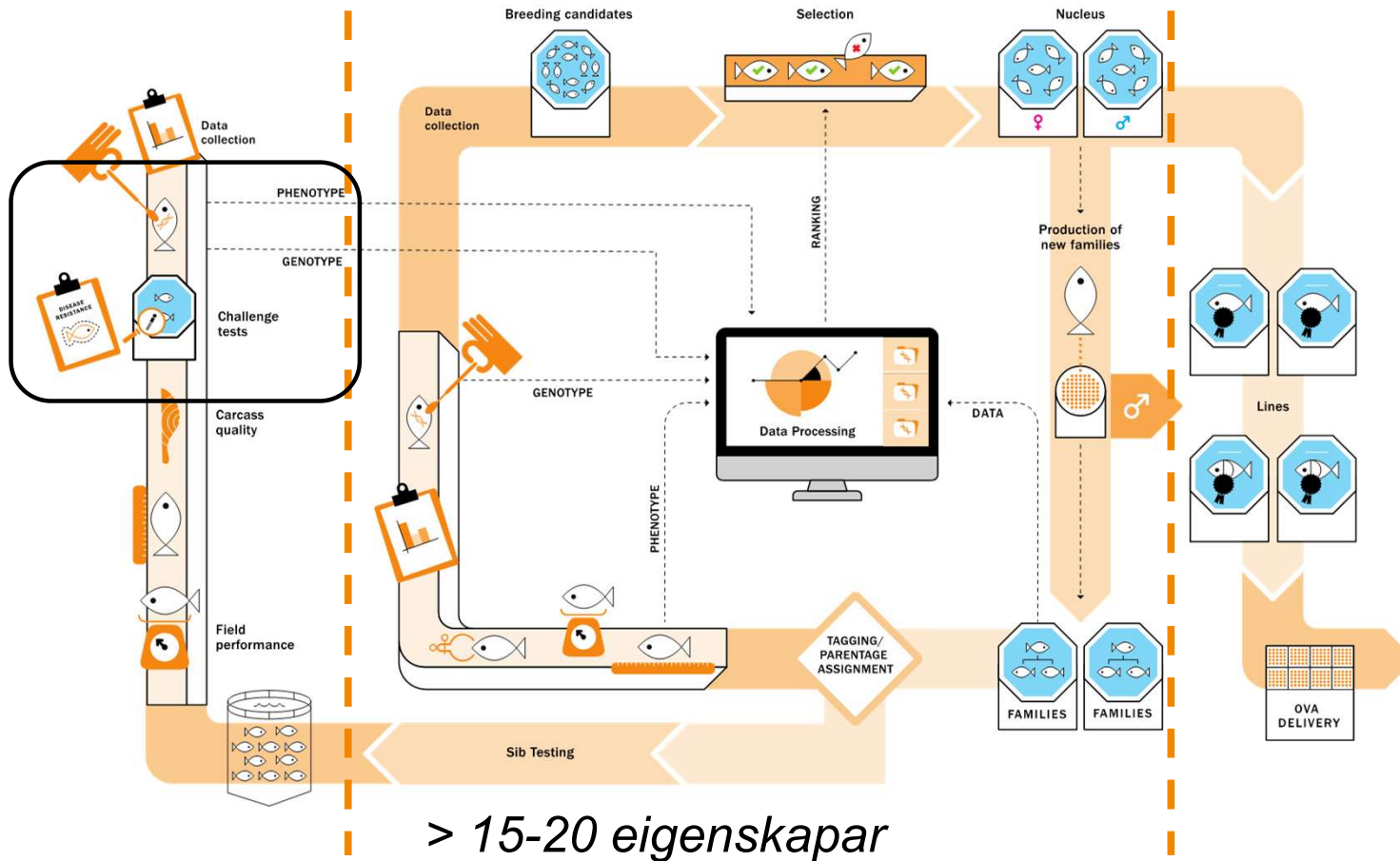
Avlsarbeidet

~2-5
eigenskapar

Test-grupper

Avlskjerne - biosikkerhet

Kommerisielle egg



SalmoProtect®

Lus inne som basis

SalmoSelect®

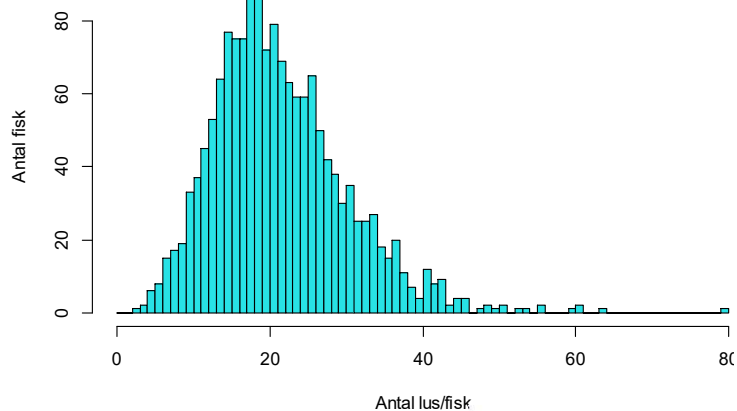
SalmoRAS®



Registrerings-metodikk

Fenotype viktig i alt seleksjonsarbeid!

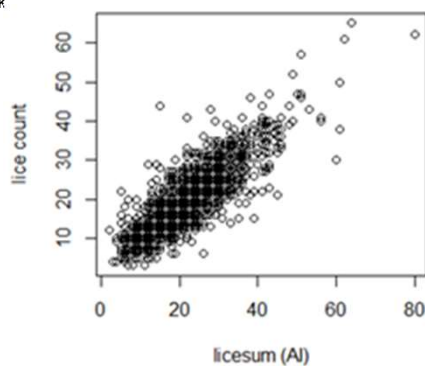
Lusetest: Gjennomsnitt 22 lus/fisk



Arbeidskrevande.

Krev nøyaktig telling.

Korrigerer fenotype for testkar, telle-person.



C. Lozano 2021

Fenotypisk korrelasjon:

$$r_p = 0.856$$

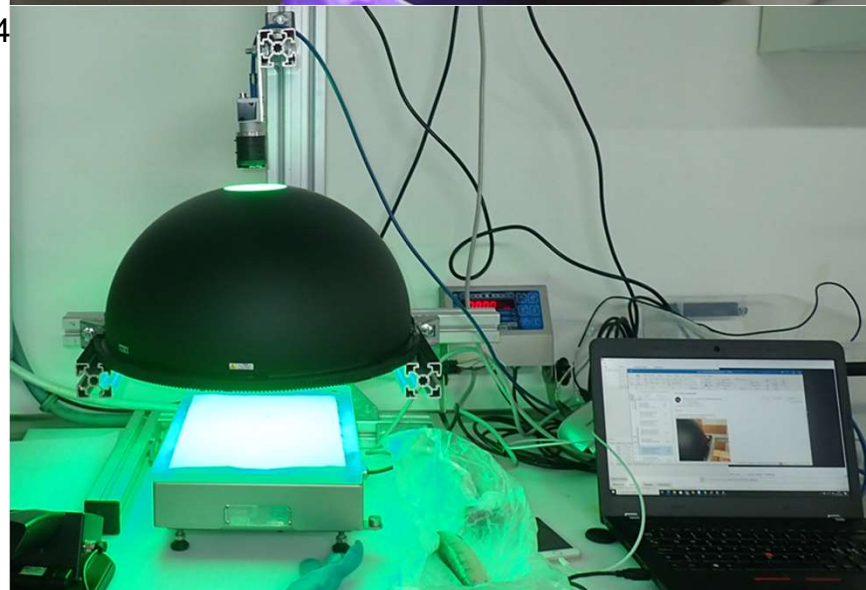
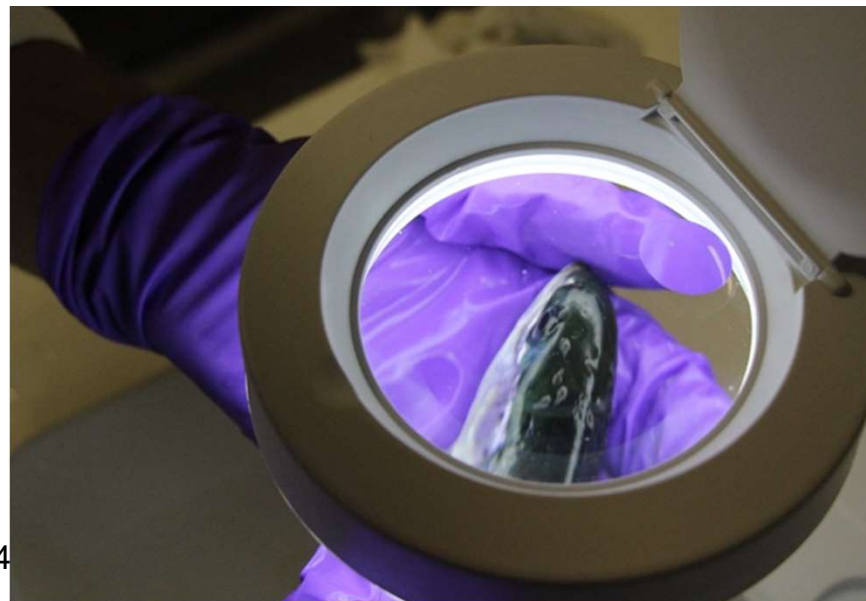
Arvegrader:

$$h^2_M 0.24 \pm 0.04$$

$$h^2_{AI} 0.25 \pm 0.04$$

Genetisk korrelasjon

$$r_g = 0.997$$



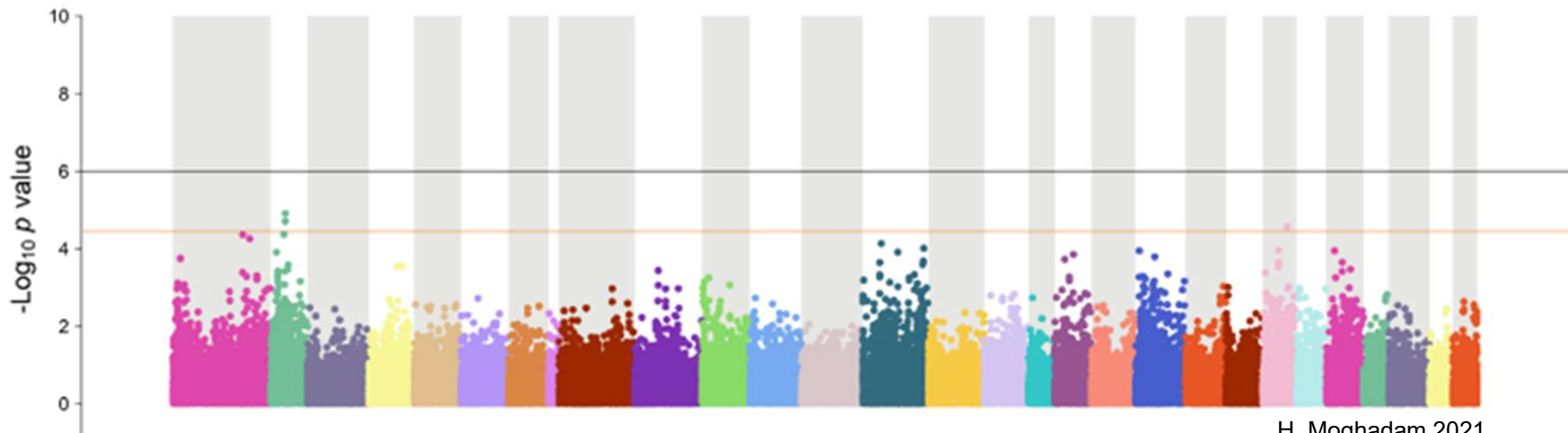
Subjektiv → Objektiv telling (AI) → Stabil, nøyaktig fenotype frå kvar test



Genetisk analyse

Fenotype + pedigree + genotype

Haust 2010 – 2014 Frå haust 2015

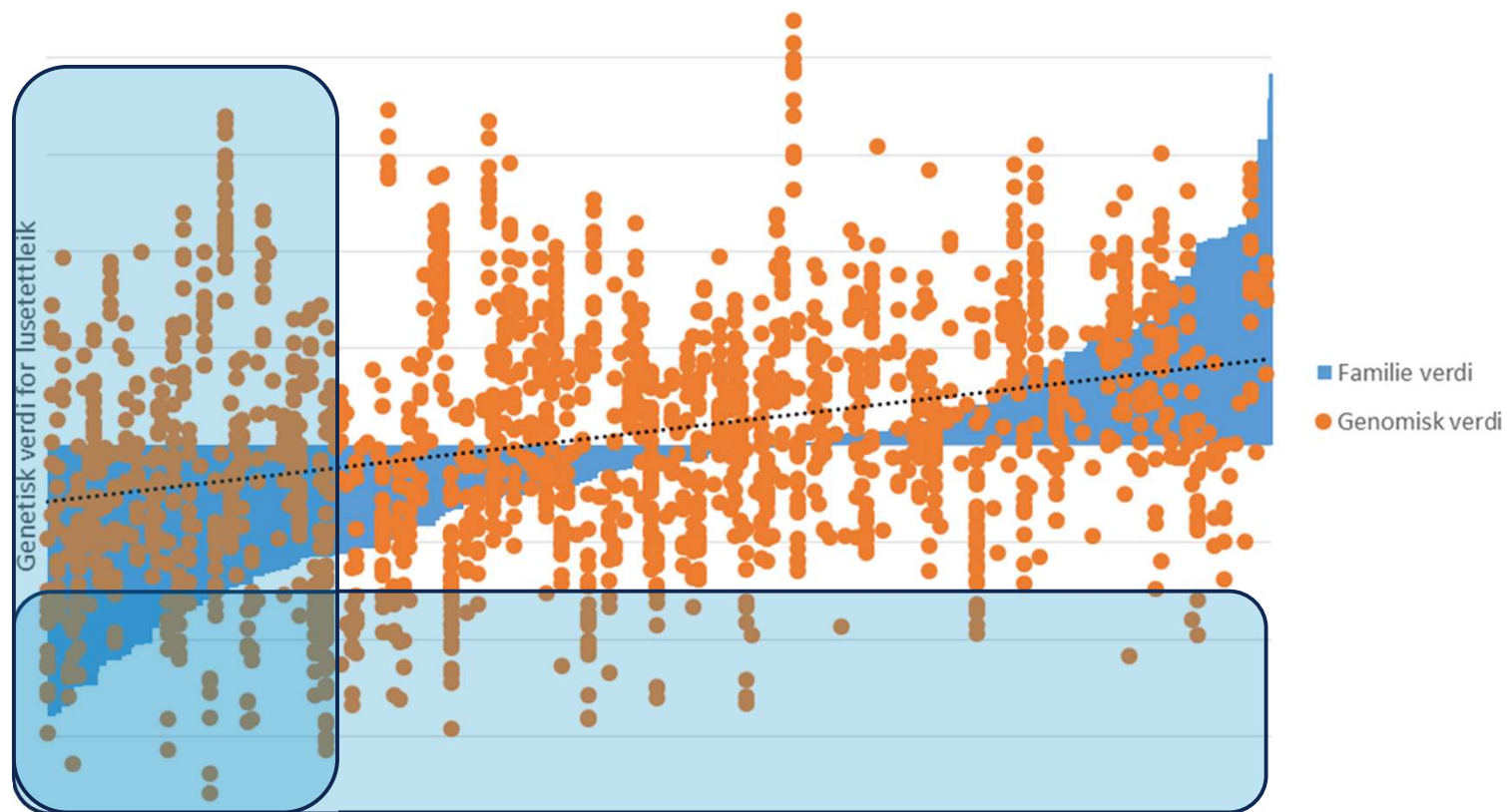


H. Moghadam 2021

Ingen enkeltgen som har sterk innverking på eigenskapen funne:
Ingen QTL/**Markør Assistert Seleksjon (MAS)**
Mange gen spiller inn → **Genomisk Seleksjon (GS)**



Beste stamfisk blir selektert etter genomisk avlsverdi

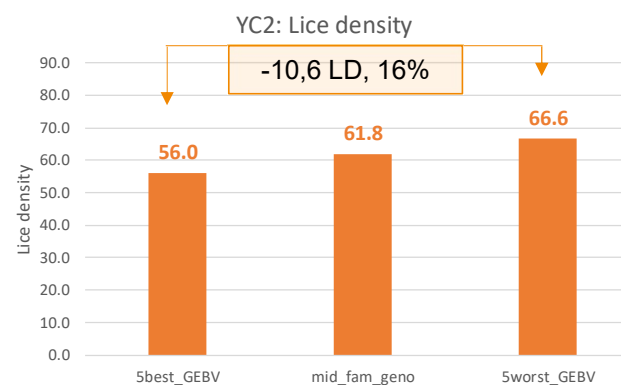
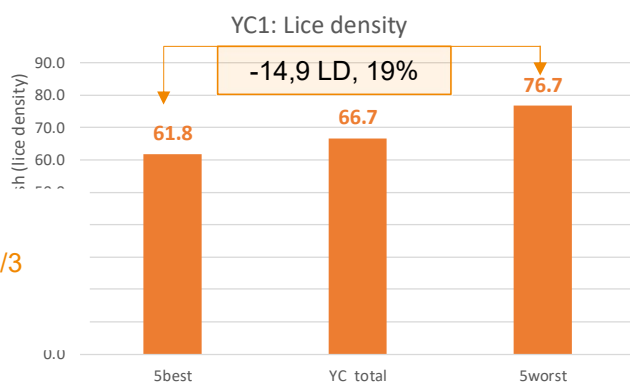
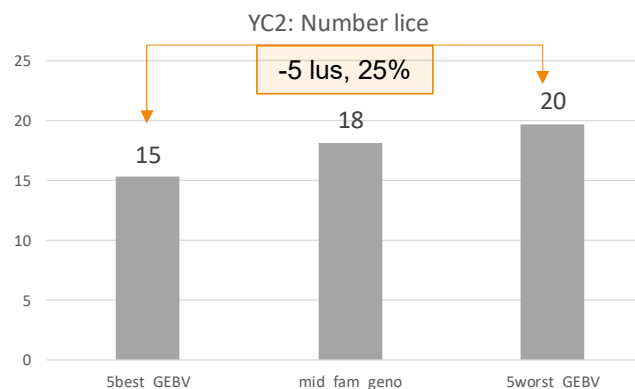
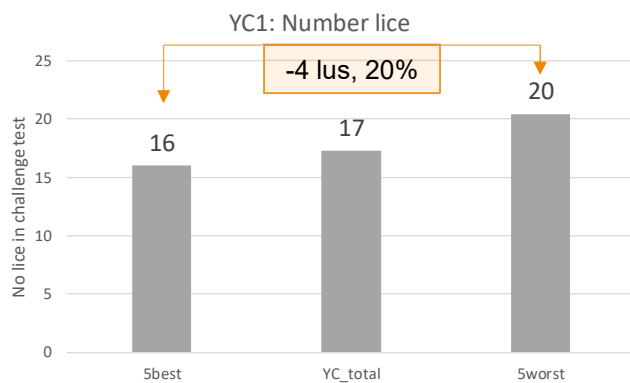


Selekterer beste individ. Mange familiar representert



Resultat – ein seleksjon

To ulike årsklasser 5 beste vs 5 dårlegaste familiar etter GS foreldre.



$$LD = \#Lus / BW^{2/3}$$

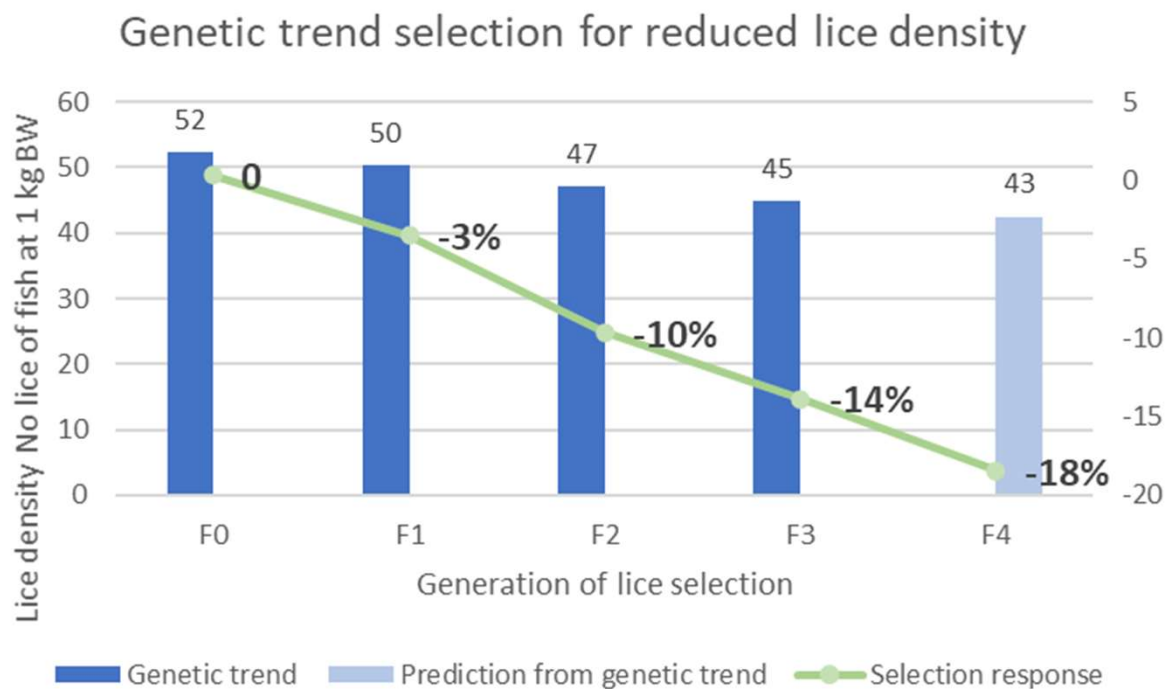
Kontrast mellom
5 beste vs
5 dårlegaste
familiar etter GS:

4-5 færre lus/fisk
i test
Kontrast: 20-25%

10 – 15 færre lus / 1
kg fisk (lice density)
Kontrast: 16-19%



Resultat – genetisk trend – totalt etter 4 generasjoner



I avlskjerne selekterer ein for mange eigenskapar i tillegg til auka luseresistens:

- Små endringar/ generasjon akkumulerer til **meir robust fisk**
- Målet er færre avlusinger i ein produksjonssyklus.
- Genetisk framgang i avlskjerna er 4.7% redusert lusetetthet i test per generasjon



SalmoBreed



Vidare arbeid

Nofima har i «*FutureFish*»prosjekt funne at stoff som skilles ut frå lakseskinn er assosiert med lusepåslag.

Potensiell ny fenotype for framtida?

- Benchmark er med I fleire store luseprosjekt:
 1. *NoLice* (NFR finansierte) leia av Nofima. Arbeider vidare med tema fra FutureFish.
 2. *CrispResist* (FHF finansierte) leia av Nofima. Ulike laksearter undersøkt. Fleire ny genomiske teknikkar utnytta. Ny fenotype?
 3. *GenoLice*. (Finansierte av BBSRC, SAIC og BM) leia av Roslin Institute ser bl.a. på genetisk varisjon i resistens mot både *L. salmonis* og *Caligus* og muligheter for genredigering som verktøy.

NFR 194050 “FutureFish”:

scientific reports

OPEN Variation in volatile organic compounds in Atlantic salmon mucus is associated with resistance to salmon lice infection

G. F. Difford^{1,2}, J.-E. Haugen², M. L. Aslam¹, L. H. Johansen², M. W. Breiland³, B. Hillestad^{4,5}, M. Baranski³, S. Boison³, H. Moghadam⁶ & C. Jacq^{1,7}

Difford et al 2022 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08872-z>

Tone-Kari Knutsdatter Østbye fra Nofima presenterer resultat fra CrispResist seinare på Lusekonferansen





Oppsummering

- Benchmark sitt SalmoBreed materiale har nå 4 generasjonar seleksjonshistorikk for betra luseresistens
- Det er er oppnådd akkumulert seleksjonsrespons på 18% redusert lusetetthet i test, gjennomsnittleg ca 4.5% forbetring per generasjon. **Betra robusthet.**
- Det blir arbeida vidare for å optimalisera og sikra god fenotype for fortsatt avl for forbetra luseresistens.
- Nye FoU-prosjekt ser på nye genomiske teknikkar og undersøker luseresistens over ulike lakseartar og ulike varianter av lakselus (*L. salmonis* og *Caligus*).
- **Avl er eitt av mange verktøy** mot lakselus. Benchmark arbeidet breidt for betra bærekraftig lakseproduksjon med mindre luseproblem gjennom tre foretningsområder:
 - Genetikk: avl for betra luseresistens, sal av rognkjeks.
 - Helse: avlusingsmetodikk – ® CleanTreat
 - Avansert Ernæring: Optimalt startfôr til rensefisk



Takk for meg!

This document and any information contained within it is confidential. It may not be shared without the written permission of Benchmark Holdings Plc and its Affiliates.

Ingunn.thorland@bmkgenetics.com



Confidentiality

This document and the information contained within it, is commercially sensitive and therefore strictly confidential. It is intended solely for internal update.

You are hereby notified that any disclosure, copying, distribution or taking action in relation to the contents of this material, without the prior written permission of Benchmark Holdings plc, is strictly prohibited and infringes the intellectual property rights of Benchmark Holdings plc.

Disclaimer

Benchmark takes no responsibility for any claims that may arise from information contained in this document.

This document contains forward looking statements. These forward-looking statements reflect the knowledge and information available to Benchmark during the preparation and up to the publication of this document. By their very nature, these statements depend upon circumstances and relate to events that may occur in the future thereby involve a degree of uncertainty, and it is acknowledged that the circumstances contemplated by these forward looking statements may not be realised. These forward-looking statements speak only as at the date of this presentation, and each of the Company, and its respective agents, employees, advisers or affiliates, expressly disclaim any obligation or undertaking to update or revise any forward-looking statements contained herein.

Copyright © 2021 Benchmark Holdings plc. This document and the information contain within is the copyright of Benchmark Holdings plc. All rights reserved. Benchmark and associated logos are registered trademarks of Benchmark Holdings plc.