

GEN-innova[®] GAIN

Startmateriale med ekstra fremgang på luseresistens, håndteringstoleranse og vekst

30-40 %
færre lus

Høy
håndterings-
toleranse

1-2
måneder
kortere tid
i sjø

30-40 % færre lus

Kampen mot lakselus kan bare vinnes ved å ta i bruk både forebyggende og behandlende metoder. Avl og genetikk er en av de få metodene som øker fiskens resistens mot lus gjennom hele produksjonssyklusen. Redusert risiko for lusepåslag, robust fisk som tåler håndtering og kort produksjonstid i sjø er viktige bidrag som kan oppnås ved bruk av ny avlsteknologi.

GEN-innOva® GAIN er et nytt produkt fra AquaGen hvor det benyttes to ulike seleksjonsmetoder for å øke luseresistensen.

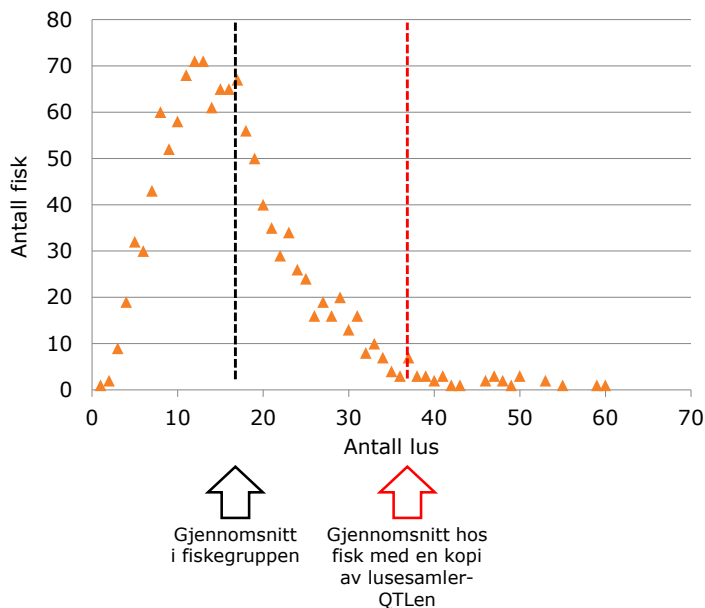
QTL for lusemottakelighet

Basert på gentesting av 4000 lusesmittede fisk har AquaGen funnet en QTL for lusemottakelighet (QTL-innOva® LICE). Denne QTLen er overrepresentert hos fisk med høye luse-tall, såkalte lusesamlere (Figur 1). Ved å genotype stamfisk og fjerne fisk med den uønskede QTLen fra avl og rognproduksjon, får en et lavere innslag av særlig mottagelige fisk i merdene. Neste generasjon, uten lusesamler-QTLen vil dermed totalt sett bli mer resistent mot lus.

Betydningen av QTL for lusemottakelighet under vanlige oppdrettsbetingelser

AquaGen har siden oppdagelsen av QTL for lusemottakelighet arbeidet med å skaffe data fra kommersielle anlegg for å vise effekten av QTLen under kommersiell lakseproduksjon.

Med utgangspunkt i et feltmateriale som omfattet 625 fisk fra 11 ulike lokaliteter i Midt- og Vest-Norge ble det dokumentert at fisk med den ugunstige QTLen hadde et høyere luse-tall også under feltforhold. Fisk med en kopi av den ugunstige markøren hadde i gjennomsnitt 11 % mer lus enn fisk uten markøren, mens fisk med to kopier hadde i gjennomsnitt 28 % mer lus sammenlignet med fisk uten markøren for lusemottakelighet.



Figur 1. Smitteforsøk med lus i kar hvor fisk med en kopi av lusesamler-QTLen har mer lus enn gjennomsnittet for alle fisker i gruppen.

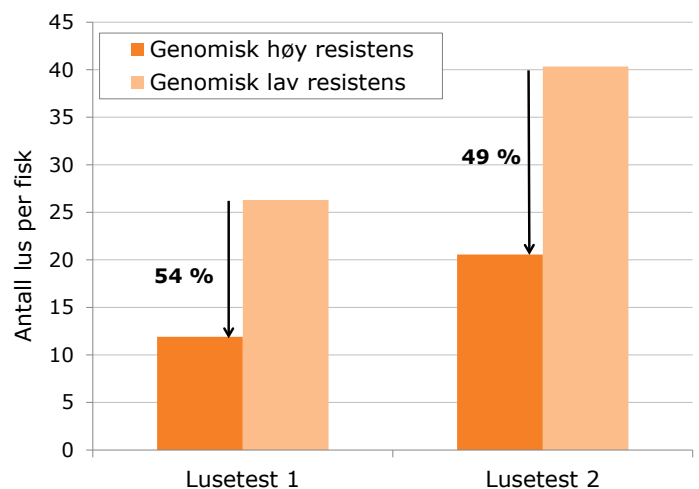
Genomisk seleksjon for luseresistens

For å øke laksens resistens ytterligere tok AquaGen i bruk genomisk seleksjon for luseresistens i 2013. Basert på data fra smitteforsøk er det dokumentert at genomisk seleksjon er langt mer effektivt enn klassisk seleksjon for luseresistens. AquaGen har siden 2013 brukt genomisk seleksjon for å øke luseresistensen i avlsarbeidet. Allerede etter én generasjon med genomisk seleksjon ble det påvist en forskjell i lusetall etter smittetest mellom fisk selektert for høy eller lav resistens på 20-25 %.

Desto flere runder vi gjennomfører genomisk seleksjon for en egenskap, desto sterkere blir effekten. Slik vil 2. generasjon genomisk seleksjon for luseresistens gi en høyere resistens mot lus enn 1. generasjon genomisk seleksjon.

AquaGen har i samarbeid med Sea Lice Research Centre (Universitetet i Bergen) og Universitetet for Miljø- og Biovitenskap nylig gjennomført forsøk med fiskegrupper som har 2 generasjoner med genomisk seleksjon for luseresistens.

Det ble gjennomført to separate smitteforsøk med lus. I disse forsøkene var det henholdsvis 54 % og 49 % færre lus etter 1. dag med lusesmitte (akutt påslag) for fiskegruppene selektert for høy luseresistens (Figur 2). 18 dager etter smitte i forsøkskarene, hadde gruppene som var selektert for høy resistens fremdeles henholdsvis 36 % og 32 % færre lus sammenlignet med lavresistent fisk.



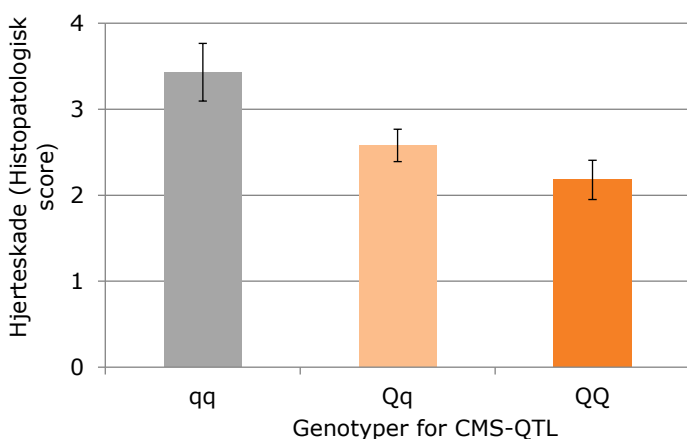
Figur 2. Gjennomsnittlig antall lus per fisk etter 1. dag med lusesmitte (akutt påslag) av fiskegrupper selektert for henholdsvis høy og lav genomisk resistens mot lus i to separate forsøk.

Høy håndteringstoleranse

Kondisjon er avgjørende for hvordan et hvert dyr tåler fysiske belastninger. Et sterkt hjerte kombinert med effektiv respirasjon via gjellene gjør laksen bedre rustet til å tåle håndtering som f.eks. sortering, transport og behandling. Som hos andre dyrearter, er ulike sykdommer hovedårsak til nedsatt organfunksjon og helsetilstand. I avlsarbeidet har vi valgt å fokusere på resistens mot CMS (hjertesprekk) og AGD som enkeltvis eller samlet er en vesentlig årsak til nedsatt hjerte- og gjellehelse.

QTL for resistens mot CMS

AquaGen har funnet en QTL for CMS-resistens som beskytter mot hjerteskatte og gir lavere dødelighet ved CMS-utbrudd. Effekten av QTLen er bekreftet både i feltutbrudd og i kontrollerte smitteforsøk. I feltutbrudd er det registrert rundt 20 % redusert dødelighet for fisk med QTL-innOva® CMS, mens det i smitteforsøk er påvist signifikant mindre hjerteskatte hos fisk med QTL-innOva® CMS (Figur 3).



Figur 3. Effekt av QTL-innOva® CMS på skader i hjertet etter smittebelastning med PMCV av laks på gjennomsnittlig 2,2 kg. Fisk med 1 (qQ) eller 2 (QQ) kopier av den gunstige markøren som er inkludert i QTL-innOva® CMS, hadde signifikant mindre skader i hjertet sammenlignet med den ugunstige genvarianten (qq).

Felterfaring med QTL-innOva® CMS

I 2014-2015 ble fisk med CMS-QTL (QTL-innOva® IPN/PD/CMS) testet mot fisk uten CMS-QTL (QTL-innOva® IPN/PD) under kommersielle feltforhold i to anlegg som historisk sett hadde høy risiko for CMS-utbrudd.

I disse to anleggene var det flere merder av de to ulike genetiske produkttypene og fisken ble lusebehandlet flere ganger. Det ble diagnostisert HSMB hos fisk uten CMS-QTL i begge anleggene. Selv om det ikke ble registrert CMS på noen av fiskegruppene, var det lavere dødelighet for fisken med CMS-QTL i forhold til fisken uten CMS-QTL:

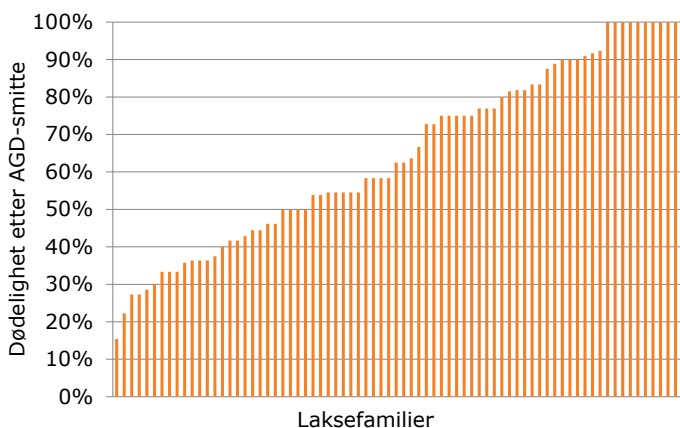
Anlegg	Tid i sjø	Gjennomsnittlig dødelighet (%) med CMS-QTL	Gjennomsnittlig dødelighet (%) uten CMS-QTL
X	14 mnd	5,2 (4 merder)	9,8 (4 merder)
Y	12 mnd	2,3 (3 merder)	3,6 (5 merder)

Genomisk seleksjon for AGD-resistens

Det er registrert en stor økning i antall påvisninger av AGD (amoebic gill disease) siden parasitten første gang ble påvist hos norsk oppdrettslaks i 2006. Amøben fører til ødeleggelse av gjellevev og dødelighet hvis behandling ikke iverksettes.

Sykdommen har i flere tiår vært et stort problem i Tasmania, men der har de oppnådd gode resultater ved å avle for økt resistens mot AGD. Data fra oppdrettselskapet Tassal viste at hyppigheten av badebehandlinger mot AGD ble redusert fra 5 til 2 behandlinger per årsklasse i perioden 2005 til 2013. Disse resultatene er oppnådd gjennom tradisjonell avl, mens potensialet er enda større om en benytter genomisk seleksjon.

AquaGen har utført smittetester med AGD på to ulike årsklasser, i henholdsvis 2014 og 2015. Resultatene viste at det var store forskjeller både i dødelighet (Figur 4) og gjellescore mellom familiene.



Figur 4. Dødelighet etter AGD-smitte av 76 ulike laksefamilier. Det var stor variasjon i dødeligheten, fra 15 til 100 % mellom familiene.

Det ble avdekket en høy grad av arvelighet for AGD-resistens både i form av dødelighet (arvegrader på 55 % og 58 %) og gjellescore (arvegrader på 25 % og 28 %). Ved sammenligning av familiebasert- og genomisk seleksjon viste dataene at genomisk seleksjon ga den mest presise og største effekten for resistens mot AGD.

1-2 måneder kortere tid i sjø

Forbedret tilvekst gjennom avl gir positive effekter på tre hovedområder:

1. Produksjonsskapasitet

Økt produksjon per konsesjon og samlet betydelig økt produksjonsskapasitet for norsk havbruksnæring

2. Utnyttelsesgrad/kostnadseffektivitet

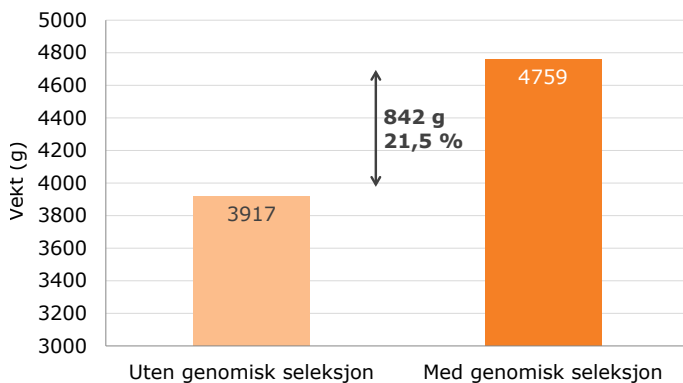
Reduserte faste kostnader gjennom større daglig produksjon for faste innsatsfaktorer

3. Risiko for sykdommer/parasitter

Reduserte helseutfordringer med kortere produksjonstid gir raskere utslakting, kortere produksjonssyklus og dermed tidligere brakklegging av lokaliteter og soner

Vekst er en relativt enkel egenskap å avle på. AquaGen har benyttet masse- og familiebasert seleksjon i 45 år med gode resultater. Erfaringer fra andre dyrearter viser imidlertid en betydelig forbedring også på vekst dersom man supplerer med genomisk seleksjon.

AquaGen har siden 2013 gjennomført sammenlignende vekststudier mellom fiskegrupper avlet med og uten genomisk seleksjon. Fisk fra GEN-innOva®-linjen hadde 21,5 % (842 g) høyere vekt i forhold til fisk uten genomisk seleksjon på samme tidspunkt (Figur 5). Dette er foreldrefisk som skal benyttes til produksjon av rogn i sesongen 2016/2017. Det ekstra tilvekstpotensialet som oppnås tilsvarer 1-2 måneder kortere produksjonstid i sjø, avhengig av hvilken tid på året smoltutsettet skjer.



Figur 5. Vektmålinger på samme tidspunkt av foreldrefisk fra to ulike produktlinjer som går i samme merd. Fisk fra GEN-innOva®-linjen (med genomisk seleksjon) har en høyere veksthastighet enn fisk fra sammenlignbare produktlinjer uten genomisk seleksjon.

Produktegenskaper

AquaGen har utviklet verdens kraftigste «leteverktøy» for å finne stamfisk med genetikk som gjør dem egnet til å møte de biologiske utfordringene laksenæringen står ovenfor. Denne såkalte SNP-chipen kan analysere inntil 930 000 genmarkører per fisk som deretter korreleres med ønskede og uønskede egenskaper. Størrelsen og kvaliteten på SNP-chipen har avgjørende betydning for hva man kan oppnå ved å ta i bruk QTLer og genomisk seleksjon som nå er på full fart inn i de fleste profesjonelle avlsprogrammer knyttet til land- og havbruk.

GEN-innOva® GAIN er det mest avanserte og presist selekterte produktet AquaGen tilbyr. Økt fremgang er målt i forhold til sammenlignbare produktlinjer uten genomisk seleksjon. Egenskapene som rogn får skal oppnås ved bruk av en kombinasjon av familie-, QTL- og genomisk seleksjon av stamfisken.

GEN-innOva® GAIN

-gir beskyttelse mot:

IPN	(QTL-innOva® IPN)
PD	(QTL-innOva® PD)
CMS	(QTL-innOva® CMS)
AGD	(1. generasjon genomisk seleksjon)
LUS	(QTL-innOva® LICE + 2. generasjon genomisk seleksjon)

-gir ekstra fremgang for:

VEKST (Familie- og individbasert seleksjon +
2. generasjon genomisk seleksjon)

Seleksjon for sterk og jevn filetfarge kan velges som et tillegg (QTL-innOva® RED).

GEN-innOva® GAIN gir ekstra fremgang for følgende egenskaper:

30-40 % færre lus:

- QTL for lusemottakelighet (fjerne lusesamlerfisk) (QTL-innOva® LICE)
- 2. generasjon genomisk seleksjon for luseresistens

1-2 måneder kortere tid i sjø:

- Familie- og individbasert seleksjon for vekst
- 2. generasjon genomisk seleksjon for vekst

Høy håndteringstoleranse:

- QTL for CMS-resistens (QTL-innOva® CMS)
- 1. generasjon genomisk seleksjon for AGD-resistens