



Kan lusa bli resistent mot det meste og bli en

Monsterlus?

Nå lanseres mange nyheter innenfor ikke-medikamentell behandling mot lakselus. Resistenssituasjonen langs kysten viser at lusa tilpasser seg behandlingen vi utsetter den for. Kan vi ende opp med en monsterlus som tåler alt den blir utsatt for - innenfor den behandlingen laksen også tåler? Altså lus som tåler alle medikamenter, varmt vann, ferskvann, laserskudd og spyling, og som stortrives på alle laksestammer uansett hva de føres med?

Av Erik Sterud, parasittolog | erik@lakselever.no

Erik Sterud er til daglig fagsjef hos Norsk Lakseelver. Tidligere i karrieren har han bl.a. vært forsker innenfor parasittologi ved Veterinærinstituttet.

Denne artikkelen har han skrevet i kraft av sin kompetanse som parasittolog, uavhengig av hans nåværende jobb.

Manus innsendt NF 16. februar

Ikke-medikamentell behandling av lakselus er et høyaktuelt tema som har blitt diskutert på flere seminarer og møter siden nyttår. Målet for alle synes å være at vi snarest mulig må bort fra dagens situasjon der medikamenter er førstevalget. Nye midler og metoder for lusebekjempelse kan grovt deles i tre grupper:

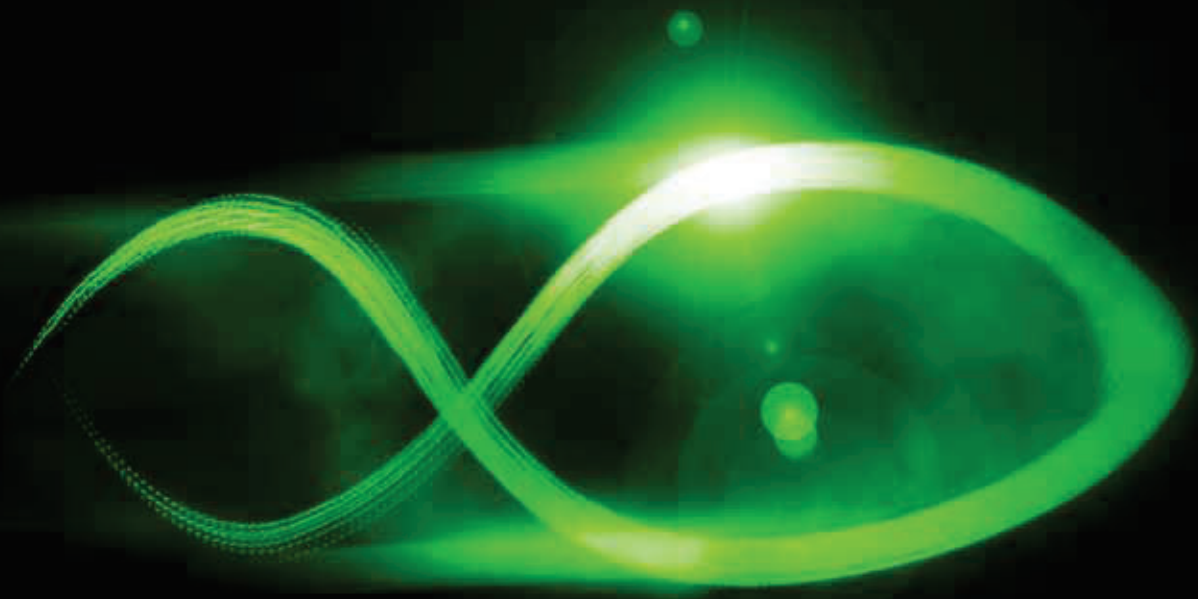
1. Fysisk beskyttelse mot påslag gjennom skjerming. Dette inkluderer hel lukking, delvis lukking (skjørt) og tvungen nedsenking av fisken (inkl. snorkelmerd).
2. Fysisk eller biologisk lusefjerning med laser, varmt vann, ferskvann, spyling eller renseskål
3. Økt motstandskraft mot lus hos oppdrettsfisken, gjennom avl og/eller nytuviklet før

Temaet for denne artikkelen er ikke hvor godt de nye produktene eller metodene fungerer i utgangspunktet, men om lusa etter hvert vil bli motstandsdyktig mot dem. Når ikke-medikamentelle metoder presenteres, får man inntrykk av at lusa er en uforanderlig organisme. Det er slett ikke tilfelle. Endres livsbetingelsene for en hel lusepopulasjon, vil det skapes et seleksjonspress som favoriserer noen individer og diskriminerer andre. Jo sterkere dette seleksjonspresset er, desto raskere kommer endringene på populasjonsnivå. Siden lakselusa er en parasitt, kompliseres bildet av dens forhold til verten – laksen og regnbueørreten. Symbiotiske samliv, som forholdet mellom en vertsart og dens parasitter, er resultatet av lang tids såkalt co-evolusjon. Endres én av partene vil

Sustainable Performance

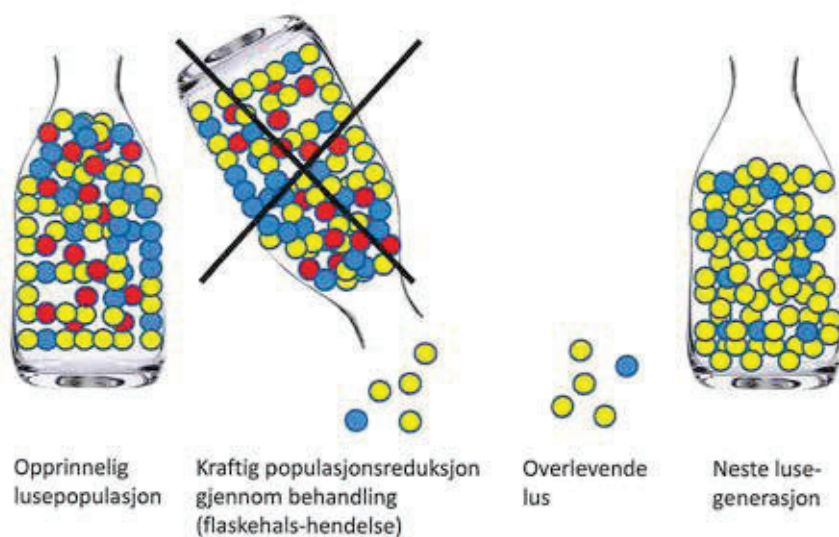
AQUAVAC®

Fiskehelseprodukter fra
MSD Animal Health



www.msd-animal-health.no

 **MSD**
Animal Health



Figur 1. En lusebehandling er det man i biologien ofte kaller for en flaskehals-situasjon. De som overlever er det som får sjansen til å føre slekta og sine egne egenskaper videre. Resultatet blir flere resistente lus i neste generasjon.

dette som hovedregel fører til endringer også hos den andre parten.

Lusa har forandret seg

Det beste eksempelet på at lakselusa forandres, er resistenssituasjonen vi nå har langs hele kysten. I alle fylker viser lakselusa redusert følsomhet mot ett eller flere av de vanlig brukte kjemiske behandlingsmidlene. Dette er et resultat av hyppige behandlinger med de samme midlene over flere år. Dette skyldes ikke verken gale prosedyrer eller feil gjennomføring, men er snarere en tilnærmet lovmessighet som man kjenner f. eks. fra antibiotikabehandling av både dyr og mennesker.

I denne konklusjonen ligger det ingen kritikk mot Nærings- og fiskeridepartementets og Mattilsynets håndtering av lusesituasjonen. Noen har tatt til orde for at stadig lavere lusegrenser fører til hyppige og resistensfremkallende behandlinger. Selv om det ligger en viss logikk bak slike påstander, glemmer man at høyere lusegrenser ville gitt et langt høyere smittepress. Noe som i seg selv ville skapt et økt behandlingsbehov. Vi må ikke glemme at lusa tross alt har et stort skadepotensial også på oppdrettsfisk. Lusebehandling handler også om fiskevelferd og helse for oppdrettsfisk. Enda mer lus kunne dessuten åpnet

veien for andre patogener. Når dette er sagt bør det naturligvis tilføyes at en stadig halvering av lusegrensene ikke kan fortsette. På et tidspunkt har man halvert seg lå langt ned at det neste naturlige trinnet er 0.

Hvordan skapes resistens?

Den biologiske forklaringen på resistensutvikling er et voldsomt menneskeskapt seleksjonspress i favør av lus som tåler lusemedikamentene. Medikamenttoleranse kan oppstå plutselig som resultat av mutasjoner (spontane genetiske endringer) eller gradvis som resultat av tilvenning. Grunnlaget for enhver seleksjon, og etter hvert evolusjon, er uansett biologisk variasjon. Når en lusepopulasjon i en oppdrettsmerd blir utsatt for lusemedikament kan det være noen lus som har genvarianter som gjør dem immune mot det aktuelle middelet. Det kan også være noen lus som ikke får den nødvendige dødsdosen, fordi fisken de sitter på ikke har spist lusefôret, eller bademidlene ikke er optimalt distribuert i merda eller brønnbåten. Resultatet av varierende tåleevne og/eller sub-letale doser, er at noen ganske få lus overlever behandlingen. Nettopp disse overleverne er det som får sjansen til å føre slekta og sine egne egenskaper videre. Resultatet blir flere resistente lus i neste generasjon. En lusebehandling er det man i biologien ofte kaller for en flaskehals-situasjon, som er illustrert i **Figur 1**. For et dyr som lakselusa betyr stor formeringsevne, altså mange avkom og kort generasjonstid, at resistente lus raskt blir dominerende i den totale lusepopulasjonen, siden følsomme lus bukker under.

De første tegnene til begynnende populasjonsresistens mot et legemiddel kalles nedsatt følsomhet. Dersom man da fortsetter å bruke de samme midlene oppstår etter hvert full resistens.

Hvor raskt kan resistens oppstå

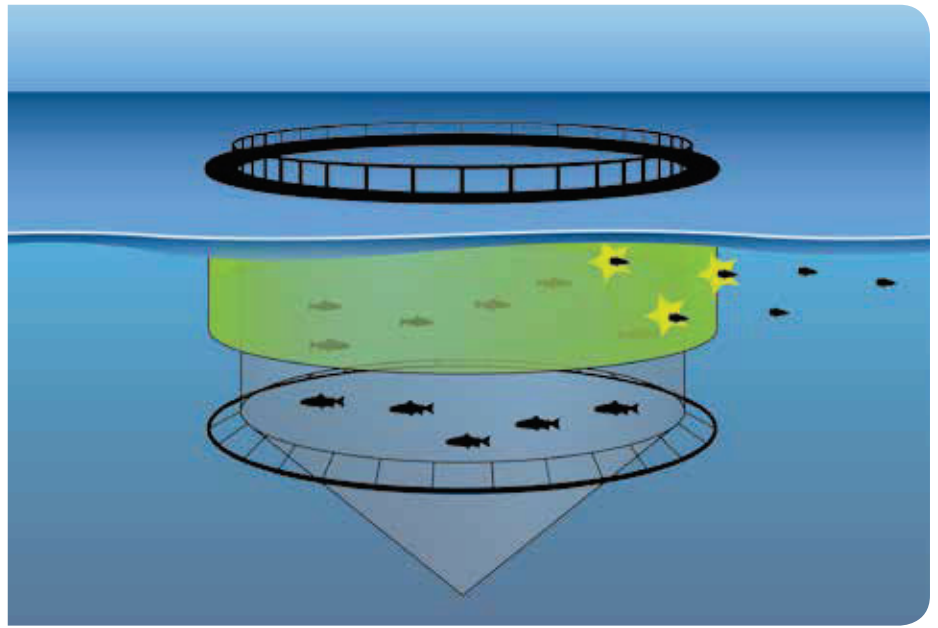
Tiden det tar fra full virkning, via nedsatt følsomhet og til punktet hvor man kan si at lusa er resistent mot et

“

Det beste eksempelet på at lakselusa forandres, er resistenssituasjonen vi nå har langs hele kysten.

”

behandlingsmiddel varierer. En særdeles viktig faktor er antallet gener som styrer egenskapen hos lusa. Jo færre gener som er involvert desto raskere kan det gå. Styrken på seleksjonspresset, eller vidden på flaskehalsen om man vil, er også avgjørende. Her oppstår det gjerne et paradoks, siden seleksjonspresset blir sterkere desto mer effektive midlene er i utgangspunktet. En lusepopulasjon kan altså bli raskere resistent mot et effektivt middel enn mot et mindre effektivt middel. Hyppigheten av behandling med samme middel, både internt på en lokalitet og regionalt, er svært avgjørende. Likeledes om man skyver seleksjonsprosessen i en annen retning innimellom, ved å bruke andre bekjempelsesmidler. Dette siste kalles rotasjon av midler og er svært avgjørende for resistensutviklingen.



Figur 2. I et system med skjerming eller nedsenking vil det være de mest dyptgående luselarvene som infiserer fisken og får sjansen til å formere seg. Dette kan i teorien skape et seleksjonspress i retning av lus som går dypere i sjøen. Likevel er det ifølge artikkelforfatteren lite sannsynlig at effekten av skjerming vil avta som følge av endrede egenskaper hos lusa. Tegning: Sintef.

Muligheter for tilvenning til nye midler og metoder

Luseskjørt/snorkelmerd

Luseskjørt, snorkelmerder og liknende løsninger (figur 2), hindrer kontakt



Våre genetikere forsker systematisk på avl, og selekterer ut individer med rette kvalifikasjoner til å produsere neste generasjon. Gjennom genomisk seleksjon har vi utviklet rogn som gir høy resistens mot lus og sykdom, og i tillegg bedre vekst og økt slakteverdi.

Vi var først med å benytte genomisk seleksjon i lakseavl. Forspranget kommer deg til gode.

KAMPEN MOT

LUS

STARTER MED GODE GENER



SalmoBreed AS
www.salmobreed.no
post@salmobreed.no

 A Benchmark Company



Figur 3. Thermoliceren virker ved å utsette fisk med lus for varmt vann i en kort periode. At lusa kan tilpasse seg så varmt vann som brukes i behandlingsøyemed, er derimot usannsynlig, konkluderer Sterud. Tegning: Steinsvik.



“

Vi kan trygt regne med at lusa alltid vil tåle kortvarig varmebehandling mye dårligere enn laksen

”

mellom fisk og lus i de øverste meterne av vannsøylen. Dette er ikke 100 % effektive metoder, men på de riktige lokalitetene kan de redusere påslaget vesentlig. Lakselusa holder seg naturlig øverst i vannsøylen (der villaksen vanligvis finnes), og har i tillegg en vertikal døgnvandring som maksimerer mulighetene for å treffe på en vert. I et system med skjerming eller nedsenking vil det være de mest dyptgående luselarvene som infiserer fisken og får sjansen til å formere seg. Dette kan i teorien skape et seleksjonspress i retning av lus som går dypere i sjøen. Dette forutsetter at det er individuelle egenskaper, og ikke tilfeldige forskjeller som bestemmer de enkelte copepodittenes dybdefordeling. Så vidt vites er dette aldri sjekket. Dersom dybdefordelingen er tilfeldig, vil det ikke skapes et seleksjonspress som gjør at lusa sniker seg rundt den fysiske skjermingen, og effekten av skjerming/nedsenking vil ikke avta. Selv om det skulle være individuelle egenskaper hos luselarvene som bestemmer dybdefordelingen, vil dette sannsynligvis være egenskaper som bestemmes av en lang rekke gener. Det vil være en betydelig evolusjonær prosess å endre dette i en hel populasjon. Det er altså lite sannsynlig at effekten av skjerming vil avta som følge av endrede egenskaper hos lusa.

Varmt vann

Lusa tilpasser seg det temperaturregimet den lever under. Det er derfor rimelig å anta

at lusebestanden i eksempelvis Finnmark har en litt annen optimaltemperatur enn lusa på sørvestlandet. At lusa kan tilpasse seg så varmt vann som brukes i behandlingsøyemed (**figur 3**), er derimot usannsynlig. Når høyerestående dyr (selv vekselvarme) har liten grad av tilvenningsevne til kroppstemperaturer utenfor normalområdet, skyldes det blant annet egenskaper hos fettsyrer og proteiner i kroppens celler. For høy temperatur fører f. eks. til varig endring av proteinstrukturen – såkalt denaturering. Det er altså ingen vei tilbake når en eggehvite først har stivnet som følge av temperaturendring. Vi kan trygt regne med at lusa alltid vil tåle kortvarig varmebehandling mye dårligere enn laksen. Årsaken er størrelsen på dyret. Kjernetemperaturen til lusa vil alltid stige til skadelig og dødelig nivå raskere enn kjernetemperaturen til laksen.

Spyling (og annen mekanisk fjerning)

For en parasitt som klamrer seg fast til laksens hud slik som lakselusa, er det å ikke falle av en forutsetning for å få gjennomført livssyklusen. Denne egenskapen er så viktig at den har vært styrende for utviklingen av lusas kroppsbygging. Den flattrykte kroppen, ryggskjoldet med sugkoppeffekt samt lusas bein har blitt slik de er fordi denne utformingen har forhindret lusa fra å falle av. Dette betyr at endrede livsbetingelser i form av jevnlig påvirkning av kraftige vannstrømmer, vil være noe lakselusa

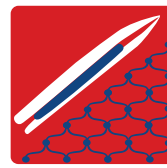


Figur 4. Mekanisk fjerning av lus, som her ved Sakmik sin lusespyler, er det ifølge Sterud svært lite sannsynlig at lusa blir motstandsdyktig mot. Egenskapen med å holde seg fast er bestemt av svært mange gener og det er det rimelig å anta at det også er en stor grad av tilfeldighet som bestemmer hvilke lus som faller av under spyling og hvilke som blir sittende. Foto: Skamik.

som art kan venne seg til gjennom gradvis tilpasning. Her snakker vi imidlertid ikke om egenskaper som er styrt av ett eller få gener. Morfologien til lakslusa er bestemt av svært mange gener. Morforlogiske tilpasninger som følge av endringer i ytre påvirkninger vil derfor ta lang tid. I tillegg er det rimelig å anta at det også er en stor grad av tilfeldighet som bestemmer hvilke lus som faller av under spyling (figur 4) og hvilke som blir sittende. Det vil avhenge av hvor lusa tilfeldigvis oppholder seg på fisken når den behandles, hvordan fisken passerer gjennom spylereheten og hvordan vannstrålene treffer. Jo større grad av tilfeldighet desto mindre vil seleksjonspresset bli. Konklusjonen her må bli at det er svært lite sannsynlig at lusa blir motstandsdyktig mot en effektiv lusespyler.

Laser

Da laser (figur 5) skaper en voldsom temperaturøkning i lusekroppen, gjelder det samme som for laser som for annen temperaturøkning. Dette kan ikke lusa venne seg til. For laserteknologi er det imidlertid et annet problem som kan oppstå – lusa kan bli ”usynlig”. Laseren kan nemlig ikke identifisere en lakselus ved hjelp av intelligens. Laserens ”øye” er blitt programmert til å kjenne igjen bilder av lakselus. Uten å kjenne teknologien i detalj, er det rimelig å anta at laserenheten skyter på alt som har størrelse, form og pigmentering som likner på bildene



OK Marine

PART OF EGBERSUND GROUP

post@okmarine.no / www.okmarine.no / tlf. +47 92284091

RENSEFISK SKJUL



GARDINSKJUL UTTREKKSSKJUL

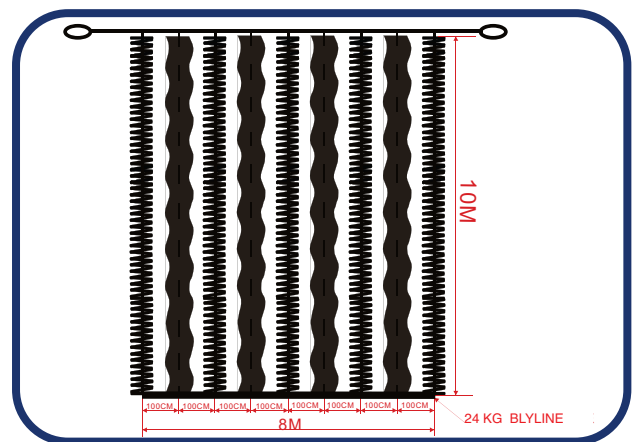
Dobbelt gardin-/uttrekksskjul

13 x 10 m. m/ blytau



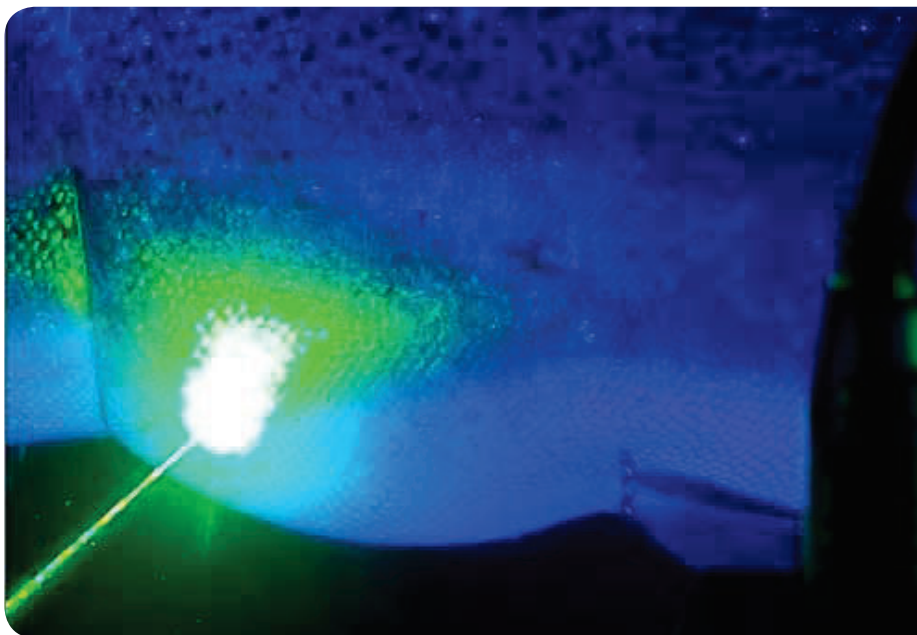
KOMBI SKJUL (Rognkjeks/Leppefisk)

Annenhver stripe: vanlig tare/hel, tykk plast



KONTAKT OSS FOR RÅD OG / ELLER TILBUD

Flere produkter og redskaper finner du på
www.okmarine.no/oppdrettsutstyr



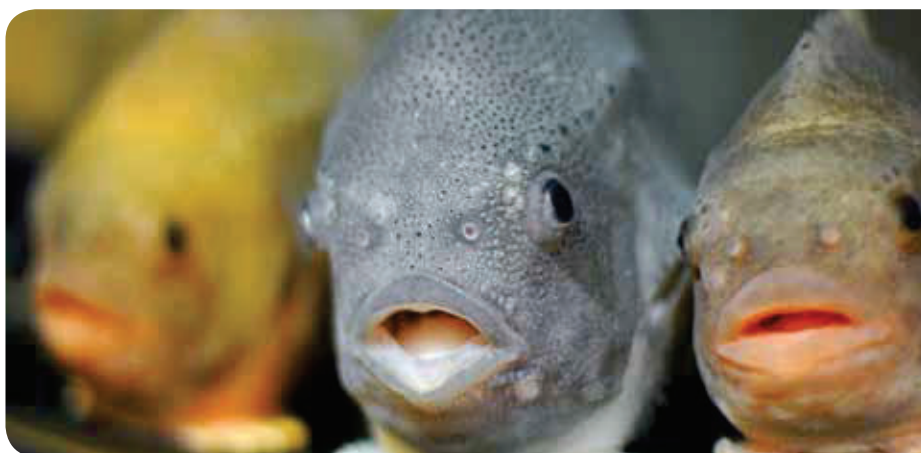
Figur 5. Da laser skaper en voldsom temperaturøkning i lusekroppen, gjelder det samme som for laser som for annen temperaturøkning. Dette kan ikke lusa venne seg til. For laserteknologi er det imidlertid et annet problem som kan oppstå – lusa kan bli "usynlig". - Uten å kjenne nøyaktig hva som styrer pigmenteringen hos lakselus, er det rimelig forvente kraftig seleksjonspress i favør av den lusa laseren ikke ser. Redusert virkning pga. "usynlig lus" kan derfor ikke utelukkes, mener Sterud. Foto: Stingray.

den har lagret. Lakselus kan ha svært forskjellig farge (se bilde 1). Det sentrale spørsmålet er om det finnes lus som er så lys eller gjennomsiktig at laseren ikke "ser" dem. Eller om det er andre systematiske årsaker til at lus ikke blir skutt. som Hvis det gjør det, vil det nettopp være denne lusa som får avkom. Selv om laserenheten kan utstyres med oppdatert software, er det grenser for hvor sensitivt og spesifikt den kan programmeres. Her må det foretas en avveining av risikoen for å la fienden slippe unna vs faren for "friendly

fire". Selv uten å kjenne nøyaktig hva som styrer pigmenteringen hos lakselus er det rimelig forvente kraftig seleksjonspress i favør av den lusa laseren ikke ser. Redusert virkning pga. "usynlig lus" kan derfor ikke utelukkes.

Rensefisk

I likhet med laserenheten er rensefisken (figur 6) avhengig av å se lusa for å få spist den opp. I motsetning til et laserøye er imidlertid fiskens øye koblet opp mot en



Figur 6. I likhet med laserenheten er rensefisken avhengig av å se lusa for å få spist den opp. Men det kunstige økosystemet som tilbys laks, lus og rensefisk i en oppdrettsmerd er imidlertid så fullt av tilfeldige variabler, at "usynlig" lus neppe kommer til å bli den største utfordringen og begrensningen for biologisk avlusning vha. rensefisk. Det skal ikke utelukkes at biologisk avlusning ikke overlever som metode for avlusning, men da fordi metaproblemene knyttet til sykdom og velferd hos rensefisken kan bli vurdert som uakseptable. Foto: Pål Mugaas Jensen

hjerne. Det hjelper alltid. Kamouflasje mot rovdyr er dog en evolusjonær egenskap som mange organismer har utviklet, og som i aller høyeste grad både fungerer og er arvbar. I praksis er slik at noen lus er lettere synlig enn andre lus. Så lenge man har denne biologiske variasjonen vil beiting medføre et seleksjonspress som forbedrer lusas kamufleringsevne. Spørsmålet er imidlertid om dette får noen praktisk betydning. Det kunstige økosystemet som tilbys laks, lus og rensefisk i en oppdrettsmerd er imidlertid så fullt av tilfeldige variabler, at "usynlig" lus neppe kommer til å bli den største utfordringen og begrensningen for biologisk avlusning vha. rensefisk. Det skal ikke utelukkes at biologisk avlusning ikke overlever som metode. Hvis det skjer er det neppe fordi lusa har blitt usynlig for rensefisken. Snarere at metaproblemene knyttet til sykdom og velferd hos rensefisken vurderes som uakseptable.

Ferskvann

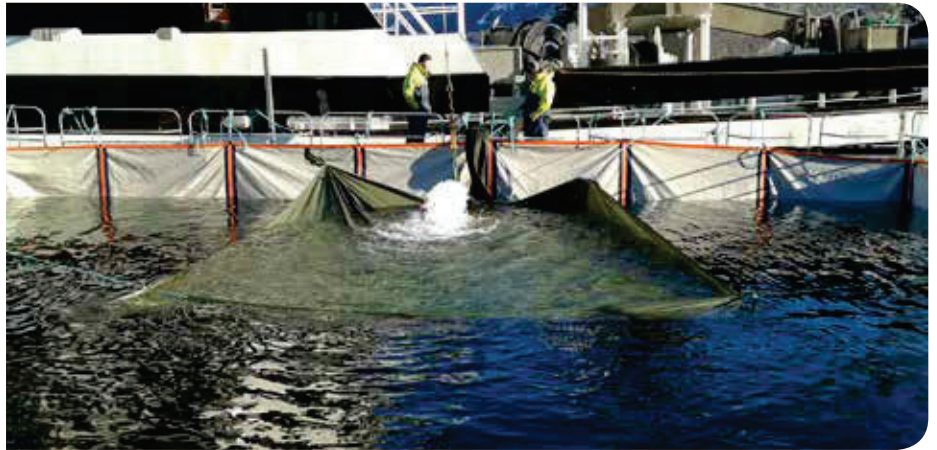
Overgangen mellom saltvann og ferskvann er meget krevende for en organisme, og innenfor de fleste dyregrupper er det få arter som behersker overgangene. Laksefiskene selv er dog gode eksempler på arter som tåler dette. Laksen har også parasitter som tåler overgangen mellom elv og sjø, og som derfor kan sitte på laksen under hele oppholdet i havet. Gjellelusa *Salmincola salmoneus*, som er et krepsdyr i likhet med lakselus, tåler fint begge miljøer. Lakselusa derimot faller av etter noen dager i ferskvann, og den har aldri blitt en euryhalin art (som tåler både s-v. og f-v.). Det er ikke sannsynlig at ferskvannsbehandling (figur 7) i en oppdrettssituasjon vil gjøre lakselusa til en euryhalin art. Erfaring viser imidlertid at det er stor individuell variasjon mellom lus, og de mest gjenstridige individene holder seg levende i ferskvann betydelig lenger enn de svakeste. Et seleksjonspress skapt av regelmessig ferskvannsbehandling mot lakselus, vil nesten helt sikkert føre til en lakseluspopulasjon med individer som i snitt har en lengre overlevelsestid i ferskvann enn den lusa vi har nå. Før eller siden vil lusa tåle så lange ferskvannsopphold at ferskvannsbehandling blir praktisk umulig i en oppdrettssituasjon. En slik kollektiv

tilvenning vil trolig kunne gå rimelig fort om ferskvannsbehandling brukes hyppig.

Økt ferskvannstoleranse hos lusa er ellers en egenskap som kan få implikasjoner for vill sjørret. I dag driver den mange steder "selvmedisinering" gjennom prematur tilbakevandring til ferskvann under sjøoppholdet. Vi kan risikere at denne prosessen tar ennå lengre tid i fremtiden, slik at sjørreten mister verdifull beitetid i sjøen og blir mindre og svakere enn sjørret med uavbrutt beiteperiode. Eller at sjørreten rett og slett dør før lusa faller av.

Lusefôr

Utgangspunktet for disse betraktningene om lusefôr (figur 8), er opplysninger om at effekten av dette fôret skyldes både fôrkomponenter med aktive virkestoffer mot lusa, samt komponenter som øker fiskens motstandsdyktighet mot lusepåslag. Evt. resistens kan oppstå mot en eller begge typer komponenter. Mest åpenbart er kanskje potensialet for resistens mot aktive virkestoffer da dette er



Figur 7. - Det er ikke sannsynlig at ferskvannsbehandling i en oppdrettssituasjon vil gjøre lakselusa til en art som også tåler ferskvann over lengre tid. Erfaring viser imidlertid at det er stor individuell variasjon mellom lusa, og et seleksjonspress av regelmessig ferskvannsbehandling vil nesten helt sikkert føre til individer som har en lengre overlevelsestid i ferskvann enn nå. Før eller siden vil lusa tåle så lange ferskvannsopphold at ferskvannsbehandling blir praktisk umulig i en oppdrettssituasjon. Foto: Hydrosen.

vil utvikles etter samme mal som dagens medikamentresistens. Aktive virkestoffer i fôret vil påvirke lusa som andre kjemiske tilsetninger i fôret (for eksempel emamektin), og føre til en lusepopulasjon som etter hvert blir ufølsom for midlene. Dette vil gå raskt dersom virkestoffene i utgangspunktet har stor effekt og dersom fôret brukes hyppig og/eller langvarig.

Når det gjelder komponentene som påvirker fiskens motstandsevne mot påslag, er usikkerheten større. Når fisken inkluderes i våpenkappløpet endres spillet. Der medikamentresistens dreier seg om å øke forekomst av kanskje bare ett gen i en lusepopulasjon, er det langt flere gener, fordelt på to arter, som involveres i et samspill mellom en parasitt

ENDELIG KOMMER DE HJEM!

NORSKÆTTET LAKSEROGN
DIREKTE FRA ISLAND



StofnFiskur

www.stofnfiskur.is
fiskur@stofnfiskur.is



OVA 52 LAKSEROGN HVER UKE



Som eneste selskap i verden leverer vi førsteklasses robust og hurtigvoksende lakserogn hver uke, året rundt. Vi tilbyr rogn av norsk avstamning, avlet under de reneste forhold naturen kan by på. Islands naturgitte fortrinn med geotermisk varme og rent grunnvann gir oss verdens beste sykdomsfrie avlsmiljø for laks. Til glede for våre norske venner.

Figur 8. Fôr mot lus inneholde både fôrkomponenter med aktive virkestoffer mot lusa, samt komponenter som øker fiskens motstandsdyktighet mot lusepåslag. Evt. resistens kan oppstå mot en eller begge typer komponenter. Mest åpenbart er kanskje potensialet for resistens mot aktive virkestoffer. Når det gjelder komponentene som påvirker fiskens motstandsevne mot påslag, er usikkerheten større. Foto: Ewos.



og dens vert. Selv om man med stor grad av sikkerhet kan si at utviklingen vil gå i en retning der lusefôret mister sin virkning, er det umulig å si hvor lang tid det vil ta. Dette er imidlertid noe fôrleverandørene garantert har tenkt på, og burde kunne si noe om. De vet hvilke mekanismer som er involvert i lusebeskyttelsen, og ikke minst har de sikkert utarbeidet retningslinjer hvor hyppig og lenge skal fôret brukes og hvor mange anlegg som ideelt sett bør ta fôret i bruk.

Avl på motstandsdyktig fisk

Innenfor en laksebestand er det noen familier og individer som har større motstandsevne mot lakselus enn andre. Sentrale avlsaktører har funnet genetiske fellesnevner (markører) hos slik fisk og lanserer nå avlslinjer av laks (figur 9) med større motstandsdyktighet mot lus. Nøyaktig hvilke biologiske mekanismer som er involvert i denne motstandsdyktigheten vet man nok ikke alltid. Det som er klart er at vi ikke snakker om totalresistent fisk. Også slik fisk vil få lakselus. Da har vi en kjent situasjon, med et seleksjonspress som favoriserer den lusa som takler/foretrekker de livsbetingelsene denne "nye" fisken tilbyr lusa. Naturlig seleksjon vil altså uvegerlig gå i en retning der effekten av en fremavlet motstandsdyktighet mot lakselus svekkes. Akkurat som for lusefôret vet vi altså at retningen på utviklingen er gitt, men ikke hvor langt tid det vil ta.

Selv uten å kjenne den prosentvise reduksjonen i lusepåslag på den motstandsdyktige fisken kan vi fastslå

at motstandsdyktig laks utgjør en langt videre flaskehals enn for eksempel en medikamentell lusebehandling. Dette betyr at lusa utsettes for et lavere seleksjonspress og vi kan derfor anta at det vil ta lakselusa lenger tid å tilpasse seg fisk med fremavlet motstandsdyktighet, enn det tar lusa å utvikle resistens mot et nytt medikament. Vi kan også anta at det er flere gener hos lakselusa som er knyttet til egenskapene som skal til for å trives på motstandsdyktig fisk. Dette vil også øke tiden. Det avlsselskapene nå starter, er i praksis et våpenkappløp mot lusa. Vi mennesker endrer laksen, og lusa endrer seg selv og tilpasser seg den nye hverdagen. I denne kampen har lakselusa en enorm fordel. Den heter kort generasjonstid. Lusa har kanskje helt opp mot 20 generasjoner per laksegenerasjon. Selv om avlsselskapene driver kontinuerlig forskning og helt sikkert har nye genetiske "lusemarkører" i kikkerten, klarer de neppe å ta fram en ny avlslinje for hver laksegenerasjon. Påvirket av et sterkt seleksjonspress tar lusa på sin side fram nye avlslinjer for hver generasjon. Og de generasjonene kommer altså rimelig tett. Fiskeavl mot lakselus vil garantert bli et sisyfosarbeid som må gjentas i det uendelige. Dersom levetiden til hvert nye avlsprodukt blir kort, vil denne strategien kunne bli en kostbar affære. Med såpass mange usikkerhetsmomenter er det rett og slett bare en ting å gjøre. Ta de nye produktene i bruk, vente og se.

Rotasjon nødvendig

Slik man bruker rotasjon av dagens medikamenter, vil man øke levetiden på nye metoder gjennom rotasjonsbruk. Naturlig nok gjelder det i første rekke nye midler/metoder der det er stort potensial for rask tilvenning. Det kan imidlertid tenkes at rotasjonen av midler bør være enda mer skreddersydd enn i dag. En oppdretter som har tatt i bruk en ny laksestamme med økt motstandsdyktighet mot lus, ønsker ikke at naboen oppstrøms brukes samme fisk. Det samme gjelder lusefôr. Fører du selv med lusefôr, er det en klar fordel om luselarvene som driver inn i ditt anlegg ikke kommer fra et anlegg der fisken (og lusa) går på samme fôrtype. Hvis du bekjemper lakselus med ferskvann, bør kanskje naboen nedstrøms bruke lusespyler eller en annen metode som ikke in-

“
Selv om man med stor grad av sikkerhet kan si at utviklingen vil gå i en retning der lusefôret mister sin virkning, er det umulig å si hvor lang tid det vil ta
”

volverer ferskvann. I et system der påslag av lus er uunngåelig, er det viktig at fisken infiseres av lus som i størst mulig grad er upåvirket av de midlene man ønsker å bruke. I et fremtidig regime der ikke-medikamentelle metoder skal tas i bruk, vil man måtte ha en koordinasjonsstrategi. Med mange ulike verktøy i verktøykassa vil man i utgangspunktet ha flere kombinasjonsmuligheter enn man har i dag. Utfordringen er selvfølgelig at alle gjerne vil bruke de mest effektive metodene der og da – så lenge de virker. Grensene for de nye produksjonsområdene vil bli trukket i løpet av kort tid. Innenfor hvert område vil det være "en for alle, alle for en" med tanke på muligheter for produksjonsvekst. Det vil være naturlig at konsesjonshavere innen hvert område samles i et områdestyre, der man bl.a. utarbeider og følger en felles strategi mot lakselus, der bruk av ulike bekjempelsesmetoder og -midler må koordineres. Her må selvfølgelig både offentlig forvaltning, teknologileverandørene og fiskehelsetleverandørene i området delta.

Hva med villfisken?

Hittil har dette dreid seg om hva som skjer med oppdrettsfisken og lusa inne i merdene. Men luseproblemet angår jo i høyeste grad også villfisken. Når det gjelder denne er det to spørsmål som er spesielt interessante:

1. Hvilken rolle spiller vill laksefisk som smittereservoar og "evolusjonsbrems" i et miljø der lusa tilpasses oppdrettsfisk?
2. Vil endringene av lakselusa være positive eller negative for villfisk?

Lakselus er antakelig den vanligste parasitten på vill laksefisk i sjøen. Det som er 100 % sikkert er at lusa på oppdrettsfisken i utgangspunktet kommer fra villfisk. Men hvilken rolle spiller villfisken i dag? Enten det er som kilde til "lus egen bak", eller som smitekilde for oppdrettslaks.

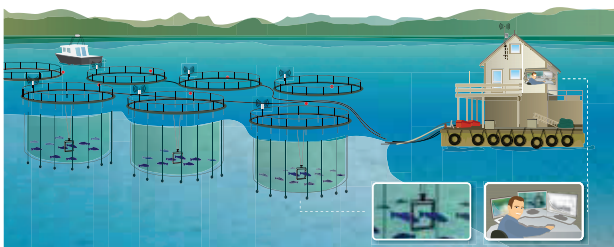
Resistenssituasjonen har gjort det mulig å si litt om dette. Hvis oppdrettslaks stort sett infiseres av lus fra annen

“
Fiskeavl mot lakselus vil garantert bli et sisyfosarbeid som må gjentas i det uendelige.
”

Biomass Daily

Nøyaktige data sikrer optimale beslutninger

- Full oversikt i alle merder
- Daglige målinger fra hver merd
- Nøyaktig gjennomsnittsvekt, størrelsesfordeling og kondisjonsfaktor
- Daglig vekst over en valgt tidsperiode
- Sanntids sammenligninger mellom merder og lokaliteter
- Flere målinger gir bedre informasjon
- Automatisk rapportering av data og systemstatus



www.vaki.is





Figur 9. Kan det hende at en konsekvens av at lakselusa tilpasses et "oppdrettsliv" gjør at vi over tid får en lus som er dårligere tilpasset villfisken? Eller kan det tenkes å ha motsatt effekt, nemlig at man får en lakselus som formerer seg raskere og er mer aggressiv enn den opprinnelige vill-lusa? Dette vet man enn så lenge lite om, men det er slett ikke utenkelig. Bilde viser lus på sjøret i Etneelva. Foto: Atle Kambestad/Kunnskapssenter for Laks og Vannmiljø (KLV)

“

Fra veterinærhold har det blitt uttrykt sterk bekymring for at vi nærmest har utryddet den opprinnelige medikamentfølsomme vill-lusa.

”

oppdrettslaks, og villfisk stort sett infiseres av "vill-lus", ville vi hatt to hovedtyper lus langs kysten. En oppdrettslus med resistens/nedsett følsomhet mot de fleste lusemidlene, og en vill-lus med medikamentfølsomheten intakt. Alt tyder dessverre på at dette ikke er tilfelle. Fra veterinærhold har det blitt uttrykt sterk bekymring for at vi nærmest har utryddet den opprinnelige medikamentfølsomme vill-lusa. Denne lusa har jo egenskaper det ville vært av stor verdi å ta vare på. Når den medikamentfølsomme vill-lusa er utrydningstruet, tyder det på at oppdrettslaksen er den svært dominerende vertspopulasjonen langs kysten, og at det er hendelser inne i merdene som skaper det dominerende seleksjonspresset på den totale lakseluspopulasjonen. Dersom vill laksefisk tjente en viktig rolle som lusereservoar, ville de samtidig virket som en effektiv "evolusjonsbrems". Stadige påfyll av opprinnelig vill-lus, ville sørget for å opprettholde medikamentfølsomheten i den totale lusepopulasjonen. Når dette ikke er åpenbart, er det rimelig å anta at rollen til villfisk er meget beskjeden i den store sammenhengen. Denne hypotesen er heller ikke urimelig når man tenker forholdet mellom antall ville og tamme verter. De ville luseverteene langs kysten utgjøres av en sommerpopulasjon på ca. 400.000 innvandrende gytelaks, samt utvandrende smolt og et ukjent antall sjørøye og sjørøye på beitevandring. Til sammenlikning står det nær 400 mill oppdrettsfisk i merder langs kysten hele året. Disse 400 mill. oppdrettsfisk lever i tillegg under betingelser som gjør livet langt lettere for en infektiv luseelarve på jakt etter en vert enn i livet under naturlige forhold.

En naturlig konsekvens av at lakselusa tilpasses oppdrettslaks og de livsbetingelsene vi byr den på i merdene (alle midler og metoder inkludert), er at vi kan ha fått en lus som er dårligere tilpasset villfisken. Vi har kanskje nå en lusestype som, individ for individ, har mindre negativ påvirkning på villfisk enn den opprinnelige ville lusa hadde. Selv om dette ikke er utenkelig, er det dessverre rimelig å anta at denne mulige positive effekten av en oppdrettstilpasset lus oppveies av et forhøyet smittepress mot villfisken. Det hjelper med andre ord villfisken fint lite, hvis et forhøyet smittepress overkompenserer en eventuell lavere fitness for oppdrettslusa på villfisk.

Et annet betimelig spørsmål er om vår "luseavl" også kan tenkes å ha motsatt effekt. Når vi utsetter lakselusa for et "avlsprogram" slik vi allerede har gjort og vil fortsette med, gjennom bruk av mye midler og metoder, er det ikke usannsynlig at vi også endrer andre egenskaper hos lusa. Kan vi for eksempel ende opp med en lakselus som formerer seg raskere og er mer virulent (aggressiv) enn den opprinnelige vill-lusa? Dette vet man enn så lenge lite om, men det er slett ikke utenkelig. I et naturlig system der det er relativt få verter tilgjengelig, vil det å fremkalle alvorlig sykdom og rask død hos verten kunne ha en kostnad for en lusepopulasjon. I en oppdrettssituasjon med et utømmelig vertereservoar derimot, vil økt virulens ikke ha noen kostnad for lusepopulasjonen. Derfor kan vi dessverre ikke utelukke at det "avlsprogrammet" vi designer for lakselusa vil øke dens skadepotensiale også for villfisk.

Denne konklusjonen åpner for både etiske, moralske og kanskje juridiske spørsmål om det er akseptabelt å initiere en storskala menneskeskapt seleksjon på lakselus slik vi nå mest sannsynlig setter i gang. I vår kamp og iver for å utvikle ikke-medikamentelle metoder mot lakselusa, er dette spørsmål som bør bli tatt alvorlig med en gang. Det minner oss også om at forebyggig alltid er en bedre strategi enn behandling og reparasjon •