

Genetiske interaksjoner mellom vill og oppdrettet laks

Céleste Jacq, Jørgen Ødegård, Hans B. Bentsen og Bjarne Gjerde

Havforskermøtet 2011
Trondheim

Rømming av oppdrettslaks - trusselbilde

- Oppdrettsfisk kan rømme og krysse seg med villfisk
- Vil kryssing med oppdrettsfisk på sikt utarme den genetiske kvaliteten til ville populasjoner?
- Ikke-genetiske interaksjoner mellom villaks og avkom etter rømt oppdrettslaks



Genetisk variasjon mellom ville populasjoner

- Det er påvist genetiske forskjeller mellom populasjoner:
 - Ulike lakseelver
 - Fysiske ulikheter
 - Størrelse, alder ved kjønnsmodning, etc.
 - Genetiske markører (genfrekvenser)
 - Anadrome laksepopulasjoner/ferskvannspopulasjoner
 - Ofte langt større genetiske ulikheter, selv innenfor samme elvesystem

Genetisk variasjon mellom ville populasjoner

- Genetiske forskjeller på DNA-nivå er stort sett påvist i forekomst av ”nøytrale” genmarkører
 - Har ingen effekt på dyret, men kan brukes til å måle slektskap og ulikheter mellom og innen populasjoner
- Nøytrale markører kan være koblet til gener som er av betydning for fitness
 - Lokal tilpasning kan gi forskjeller på markørnivå
 - Indirekte effekt via ikke-nøytrale gener koblet til nøytrale markører
- Tilfeldig variasjon i allelfrekvenser mellom populasjoner
 - Genetisk drift
 - Stor tilfeldig variasjon forventes i små, isolerte populasjoner
 - En «unik» genetisk populasjon kan i realiteten ha et innavlsproblem
- Variasjon frekvens av nøytrale genetiske markører sier derfor ingenting om grad av lokal tilpasning
 - Genmarkørene gir ikke informasjon om fitness
 - Lokal tilpasning kan forekomme uten at dette nødvendigvis kan spores via nøytrale markører

Migrasjon mellom ville populasjoner

- En liten andel feilvandring kan ha stor betydning over tid
- Forhindrer utvikling av store genetiske forskjeller mellom populasjoner
- Opprettholder genetisk variasjon innen stamme
- ”Feilvandring” er antakelig en del av laksens overlevelsesstrategi

Er genetiske særtrekk alltid bevaringsverdige?

- Det er forskjell på spesielt tilpassede stammer og «sære» stammer
 - Finnes det noen effektiv måte å skille disse på?
- Tilpasning til spesielle miljøer
 - Lokal tilpasning som følge av naturlig seleksjon over mange generasjoner
 - Lokal fisk har et konkurransefortrinn i det lokale miljøet
 - Tilpasning kan i noen tilfeller skje forholdsvis raskt
 - Raskere tilpasning jo dårligere utgangspunktet er
- «Sære» populasjoner
 - Små og isolerte populasjoner
 - Større populasjoner kan tidligere ha gjennomgått «flaskehalsen»
 - Genetiske særtrekk kan indikere begrenset genetisk variasjon snarere enn lokal tilpasning
- Populasjonens genetikk er i stadig endring
 - Genetisk drift
 - Naturlig seleksjon kan endres over tid (endret naturlig miljø)
 - Naturlig migrasjon

Genetiske forskjeller mellom ville populasjoner

- ”Sære” populasjoner:
 - Innkryssing av fremmede gener kan være positivt
 - Fjerner innavl
 - Øker tilpasningsevnen
 - Innkryssing fungerer best dersom ”immigrantene” er relativt godt tilpasset til det lokale miljøet
- Spesielt tilpassede populasjoner:
 - Kryssing er nesten alltid ugunstig
 - Den lokale fisken vil i stor grad utkonkurrere ”immigranter”
 - Kryssing må skje i stor skala over lengre tid for å gi betydelig skade
 - Ved innkryssing vil en del elvas kapasitet «brukes opp» på å produsere lite levedyktig fisk
 - Redusert populasjonsstørrelse

Oppdrettslaks

- På 1970-tallet ble det innsamlet rogn av vill-laks fra mange elver i hele Norge
- Dette materialet er grunnlaget for dagens oppdrettslaks både i Norge og i stor grad resten av verden
- Siden har en drevet avlsarbeid på denne fisken
 - Økt genetisk potensial for tilvekst, sykdomsresistens, mm.
- Oppdrettslaksen har ingen gener villaksen ikke har



Innkryssing av oppdrettslaks

- Tilpasning av oppdrettslaksen til et liv i oppdrett har endret populasjonen bort fra det som er optimalt for en vill populasjon
 - Endrede genfrekvenser
 - Ingen nye gener
- Det er vist at oppdrettslaks og kryssinger med denne har vesentlig dårligere overlevelse i vill tilstand

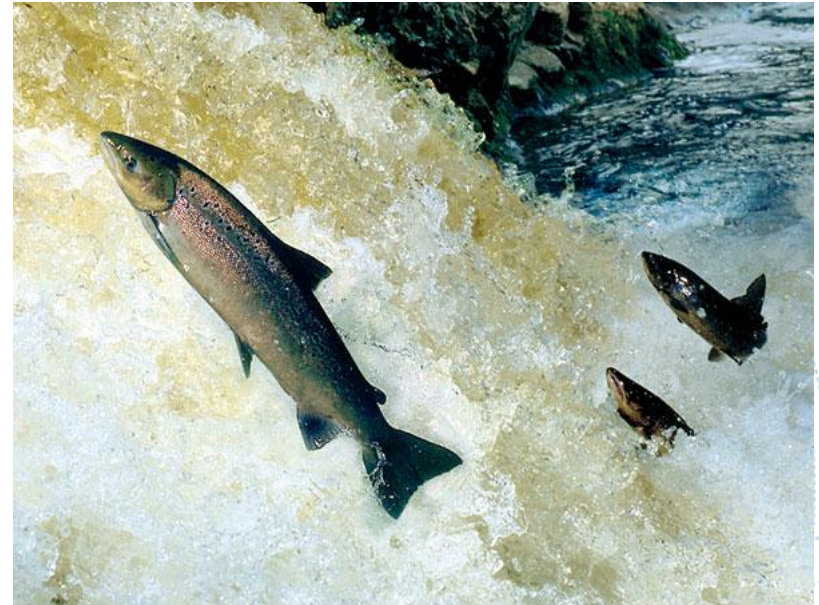
Genetisk "forurensing"

- Vil gener fra oppdrettlaks skape problemer i ville populasjoner i all fremtid?
- Oppdrettlaksen problemer skyldes ikke genfeil
 - Skyldes forskyvning av genfrekvenser i forhold det som er optimalt i vill tilstand
 - Oppdrettlaks har stor genetisk variasjon
 - «Oppdrettsgener» er ikke en homogen, konstant masse
 - Naturlig seleksjon vil påvirke hvilke kryssingsavkom som overlever og reproducerer
 - Økende tilpasning til naturlig miljø over generasjoner



Effekt av innkryssing over tid

- De kryssingene som faktisk overlever er de som i størst grad er tilpasset miljøet
 - Økende likhet med villaks
 - Fitness-relaterte egenskaper
 - Kan fortsatt skilles på genmarkører
- Langsiktig genetisk påvirkning
 - Naturlig seleksjon vil favorisere villaks
 - Evt. etterkommere etter oppdrettslaks vil gradvis bli mindre typiske for sitt opphav
 - Etterkommere i flere ledd er per definisjon fitness



Genetisk «forurensing»

- I enkelte elver med betydelig innslag oppdrettslaks har en observert endrede markør-genfrekvenser over tid
 - Kan tyde på innkryssing av oppdrettslaks
 - Kan også ha andre årsaker (tilfeldig drift, endret naturlig seleksjon)
 - I andre elver er det ikke påvist endringer
- Endringer er ikke nødvendigvis det samme som skade
 - Fitness er ikke registrert, kun DNA-markører
- Populasjoner som i utgangspunktet er svekket vil være mest utsatt for påvirkning av oppdrettslaks
 - Små populasjoner (større relativ innkryssing)
 - Innavlede populasjoner (mindre forskjell i fitness mellom villaks og oppdrettslaks)
 - Endret/skadet naturlig miljø (naturlig populasjon mindre godt tilpasset)

Hva skal bevares?

- Stammens evne til å overleve og reprodusere ?
 - En liten innblanding av oppdrettsfisk kan bli balansert av naturlig seleksjon
 - Fjerner i stor grad avkom etter oppdrettsfisk fra miljøet
 - Tilpasser resterende avkom etter oppdrettsfisk til miljøet
- Stammens genetiske "renhet" ?
 - Er innblanding av oppdrettsfisk (og andre ville stammer?) et onde i seg selv ?
 - Bør fisk av blandet opprinnelse fjernes, uavhengig av hvordan de faktisk fungerer i miljøet ?

Konklusjoner

- Avkom etter oppdrettslaks har vesentlig dårligere fitness i vill tilstand
 - *Positivt* med tanke på å unngå genetisk ”forurensing”
 - Lite levedyktig fisk bidrar lite til neste generasjon
 - *Negativt* for produksjonen i elva på kort og mellomlang sikt
 - Økt produksjon av lite levedyktig yngel
 - Massiv innkryssing kan over tid få svært negative konsekvenser
- Eventuelt langsiktig genetisk bidrag fra oppdrettslaks betyr:
 - Naturlig seleksjon tilpasser fisken til miljøet
 - Uønskede effekter av ”oppdrettsgener” avtar over generasjoner
 - Kollaps i populasjonen er mindre sannsynlig
 - Genetiske særtrekk i ulike stammer kan utviskes
 - Særlig hvis disse *ikke* er knyttet til tilpasning til lokalt miljø
- Negative effekter av rømming kommer på toppen av andre problemer

Takk for oppmerksomheten

