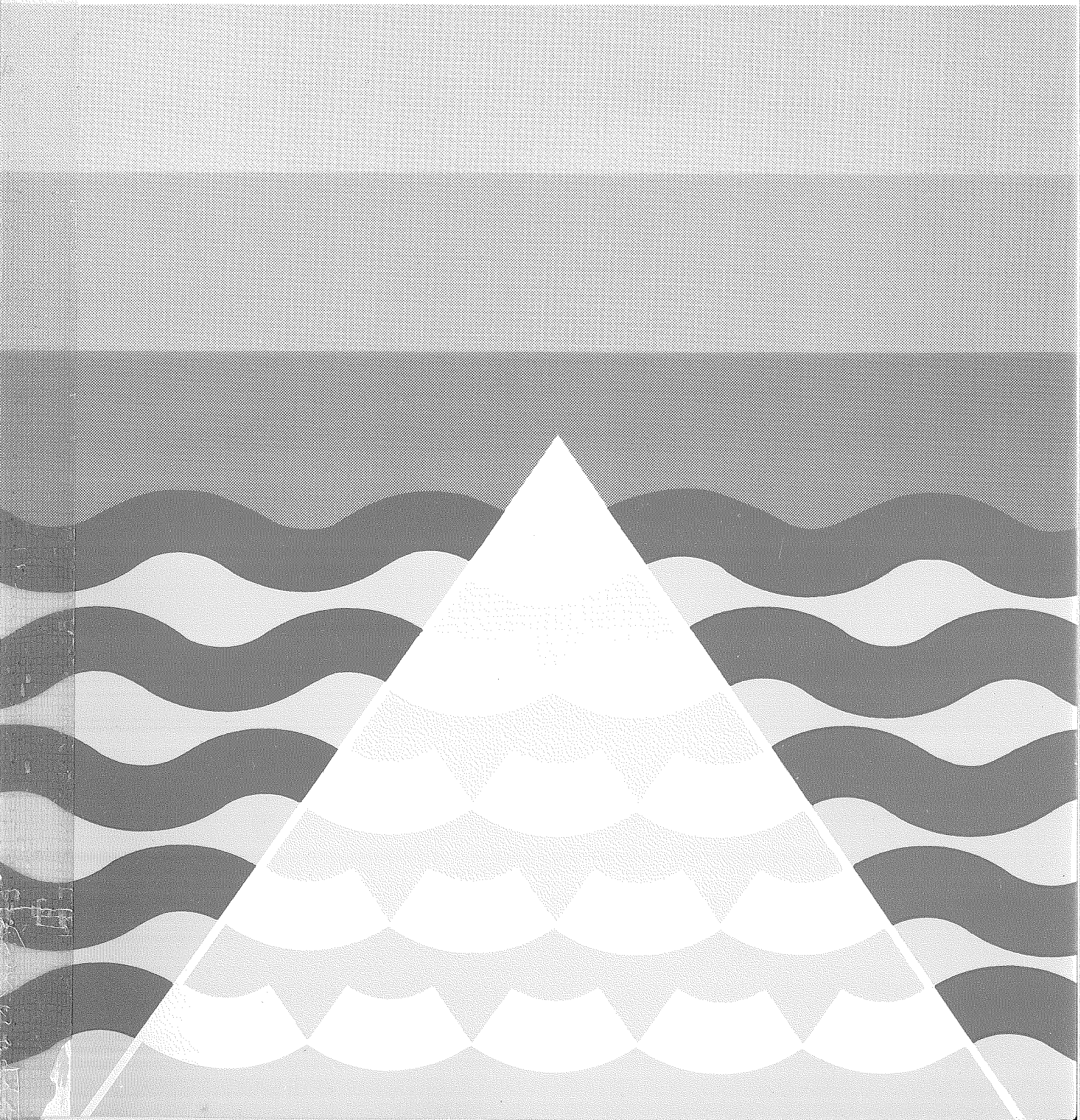


FISKEN og HAVET

SERIE B
1985 NR. 1

RAPPORTER OG MELDINGER
FRA FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT - BERGEN



SERIE B
1985 NR. 1

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

OPPDRETT AV STAMFISK OG KLEKKING AV LAKSEROGN

Sluttrapport fra Stamfiskutvalget

INNHOLD

	Side
1. Forord.....	4
2. Stamfiskutvalget - bakgrunn og arbeidsform.....	5
2.1. Forhistorie.....	5
2.2. Omforming av programmet.....	8
3. Kvalitet og faktorer som påvirker kvalitet.....	10
3.1. Definisjon av kvalitet.....	10
3.2. Arvelige faktorer.....	10
3.3. Miljøavhengige faktorer.....	13
4. Stamfiskoppdrett og klekking av lakserogn i Hordaland og Sogn og Fjordane 1982-83.....	19
4.1. Innledning.....	19
4.2. Stamfiskoppdrett og rognproduksjon.....	20
4.3. Settefiskanlegg.....	37
5. Avlsarbeid.....	56
5.1. Arveleg variasjon i produksjonsegenskapene.....	56
5.2. Familieutvalg og masseutvalg.....	58
5.3. Modell for avlsarbeid.....	59
6. Før til stamfisk.....	63
6.1. Vekst.....	63
6.2. Hovednæringsstoffene.....	66
6.3. Fórmidler.....	70
6.4. Fóring.....	71
6.5. Konklusjon.....	72
7. Betydningen av vitaminer og mineraler i reproduksjon hos fisk.....	76
8. Hormonell kontroll av gytetid og gytealder.....	85
9. Kjemiske og fysiske miljøfaktorer for stamfisk, rogn og yngel.....	91
9.1. Oppdrett av stamfisk i sjøvann.....	91
9.2. Oppdrett av laksefisk i ferskvann.....	99
9.3. Vurdering av vannkvaliteter i klekkeri- og settefiskanlegg.....	109
9.4. Konklusjoner om betydning av miljø for stamfisk og rogn.....	110

10. Håndtering av stamfisk og rogn ved stryking og sortering.....	118
10.1. Oppdretternes praksis ved håndtering av stam- fisk og egg.....	118
10.2. Vurderinger av metoder for håndtering av stam- fisk og egg.....	120
11. Oppsummering og anbefalinger.....	124
11.1. Utvalgets arbeid.....	124
11.2. Registreringer.....	124
11.3. Konklusjon og anbefalinger.....	125
11.4. Forskning og utvikling.....	126

1. FORORD

Denne rapporten er en oversikt over arbeidet til det såkalte "Stamfiskutvalget" som startet arbeidet sitt i slutten av 1981 og avsluttet det i 1983.

Utvalget har tatt for seg alle sider ved oppdrett av stamfisk av laksefisk. Etter hvert som oppdrettsnæringen har vokst, benyttes en større og større del oppdrettsfisk som stamfisk. Som regel blir stamfisk tatt ut av slaktefisken og føret videre i egne mærer fram til kjønnsmodning. Dette gir både fordeler og mangler sammenlignet med bruk av villfanget stamlaks. Fordelene ligger i mulighetene for seleksjon av den beste fisken for oppdrett. Manglene er mer ukjent, men forventes å ha mye sammenheng med ulike deler av miljøet. Dette forholdet uttrykkes ved stor kvalitetsvariasjon for rogn av oppdrettet fisk, og store deler av eggene dør før klekking.

Utvalget har sett på metoder for å tilpasse stamfiskmaterialet til oppdrettsforholdene og bedre produksjonsegenskapene for oppdrettsfisk. Videre å gjøre metodene bedre ved å finne ut hva som er årsaken til vanskene som oppstår, både når det gjelder fór og fóring, miljø for stamfisken og ragna, og arbeidsmetodene. Det er vårt håp at dette i første rekke skal komme oppdrettsnæringen til nytte, men vi håper også å være til nytte for kulturarbeidet med laksefisk. Et hovedformål er også at vår utredning skal føre til støtte ved planlegging av nye prosjekt innen forskning og utviklingsarbeid.

2. STAMFISKUTVALGET - BAKGRUNN OG ARBEIDSFORM

2.1. FORHISTORIE

Bakgrunnen for at utvalget ble opprettet, var at Hordaland og Sogn og Fjordane fiskeoppdretterlag ved daværende formann Steinar Østerbø, tok kontakt med Avdeling for akvakultur, Havforskningsinstituttet i 1980, og ba om å få satt i gang mer omfattende granskinger og utgreiinger for å bedre tilgangen på rogn av god kvalitet for oppdrett. I flere år hadde det da vært mangel på rogn, og mye av den som var i salg, var av varierende og tildels svært dårlig kvalitet. Likeledes var det vanskelig å holde oversikt over tilbud og etterspørsel, og oppdretterlaget ville gjerne prøve å koordinere produksjonen med senere behov for yngel, settefisk og smolt. Også konsesjonsvilkårene skapte vansker for rognproduksjonen fordi få oppdrettere med konsesjon for matfisk ville bruke av konsesjonsvolumet sitt for å holde stamfisk. Særlig var dette tilfelle så lenge rognproduksjonen var usikker og overlevingen av stamfisken heller dårlig. Slik forholdet var da, var produksjon av rogn klart ulønnsom sammenlignet med produksjon av matfisk. Tildeling av ekstra konsesjoner for stamfiskhold var ett moment i forsøket på å forandre situasjonen.

Det var også et viktig ønske fra oppdretterlaget at genetisk foredlet fisk fra det utvalgsarbeidet som foregår ved offentlige forsøksstasjoner, skulle komme oppdrettsnæringen til nytte så snart som mulig, og at det burde finnes fram til kriterier slik at materiale med gode produksjonsegenskaper hos private oppdrettere kunne bli spredd og premiert i en eller annen form.

Hordaland og Sogn og Fjordane fiskeoppdretterlag sendte søknad, i samarbeid med Avdeling for akvakultur, til Kommunal og Arbeidsdepartementet om midler over statsbudsjettet, kap. 573, post 71 "Tilskudd til vekstfremmende tiltak på Vestlandet og i Trøndelag", om kr. 500.000 til praktiske undersøkelser vedrørende stamfisk for fiskeoppdrett. I henhold til de problemene som

eksisterte, var det et overordnet mål for disse undersøkelsene at fiskeoppdrettet skulle sikres stor nok tilgang på rogn med gode arvelige egenskaper og av god kvalitet med hensyn til tidspunkt for modning og til overleving. Følgende delprosjekt ble satt opp:

- a) Forsøk med miljøfaktorers innvirkning på gytetid og gytealder
- b) Forsøk med førets innvirkning på gytetid, gytealder og kvalitet av rogn
- c) Forsøk med hormonell kontroll av gytetid og gytealder
- d) Forsøk med førets innvirkning på gytetid, gytealder og kvalitet av rogn
- e) Kartlegging av behovet for egg, organisering av innsamling og oppdrett av stamfisk, stryking og fordeling av rognmaterialet i et distrikt.

Kommunaldepartementet ga i brev av 6. november 1980 Fiskeridepartementet fullmakt til å tilvise inntil kr. 300.000 fra kap. 573, post 71, til praktiske granskinger av stamfisk for fiskeoppdrett. I brevet ble det sagt at departementet gikk ut fra at prosjektet skulle gjennomføres i samarbeid med Avdeling for akvakultur ved Havforskningsinstituttet, og at det skulle koordineres med resten av avdelingens forsøksprogram, videre at det skulle koordineres med den forskningen som foregår ved Institutt for husdyravl, NLH, og at Fiskeridepartementet kunne fastsette nærmere vilkår for tilskuddet. I brev av 28. oktober 1981 fastsatte så Fiskeridepartementet vilkår i samsvar med Kommunaldepartementet sine retningslinjer, og uttrykte videre at en styringsgruppe burde opprettes med representanter for Avdeling for akvakultur (Havforskningsinstituttet), Vitaminstitutttet (senere Ernæringsinstituttet), Forskningsstasjon for laksefisk, NLH, Fiskerisjefen i Hordaland og Fiskerisjefen i Sogn og Fjordane.

Avdeling for akvakultur ble tillagt ansvaret for at prosjektet ble utført i samsvar med den framlagte søknaden og samordnet

med resten av forsøksprogrammet ved avdelingen. Det ble også påpekt at representanten for avdelingen burde være formann i styringsgruppa.

Konstituerende møte i styringsgruppa ble holdt 13. november 1981. Foruten de institusjonene som er nemnt i Fiskeridepartementet sitt skriv, var en representant for Hordaland og Sogn og Fjordane fiskeoppdretterlag med på møtet. Det var full enighet om at laget burde være med i styringsgruppa.

Styringsgruppa ble så konstituert med følgende medlemmer og varamenn (parentes):

- | | |
|------------------------------------|--|
| Torleif Solberg (Ådne Nilsson) | - Hordaland og Sogn og Fjordane Fiskeoppdrettarlag |
| Erland Austreng (Trygve Gjedrem) | - Forskningsstasjon for laksefisk |
| Oscar Ingebrigsten (Gunnar Nævdal) | - Avdeling for akvakultur, formann |
| Per Otto Hjertenes | - Fiskerisjefen i Sogn og Fjordane |
| Tore Thorsen | - Fiskerisjefen i Hordaland |
| Finn Utne (Olaf R. Brækkan) | - Ernæringsinstituttet |

Etter at Oscar Ingebrigsten og Tore Thorsen fikk permisjon fra sine stillinger, har Gunnar Nævdal fungert som formann og Vilhelm Bjercknes som representant for Fiskerisjefen i Hordaland.

Styringsgruppa er heretter kalt Stamfiskutvalget.

Det var enighet i utvalget om at det burde tilsettes en prosjektmedarbeider som foruten å ta seg av praktiske oppgaver, også skulle fungere som sekretær for utvalget. Da det ikke fantes stillingshjemmel ved Fiskeridirektoratet eller ved de andre institusjonene som deltok i utvalget, ble stillingen utlyst som ett års engasjement med Fiskeoppdretternes Salslag A/L som formell arbeidsgiver. Yngve Ulgenes ble engasjert for ett år fra 5. juli 1982, og engasjementet ble senere utvidet til ut året 1983.

2.2 OMFORMING AV PROGRAMMET.

Det var helt fra starten klart at prosjektet måtte avgrenses i forhold til det som først var foreslått, da det av søknadsbeløpet på kr. 500.000 bare ble bevilget kr. 300.000. Utvalget så det derfor som sin første oppgave å utrede de viktigste faktorene som virker inn på kvaliteten av rogn og stamfisk, delvis gjennom intervju og befaring på anlegg, deretter å utrede status for stamfiskoppdrettet i dag og være med på forsøk i samarbeid med forskningsoppgavene i årene framover. De enkelte sider ved stamfiskoppdrettet er også gjennomgått mer i detalj.

Hovedpunktene vi har tatt opp er:

1. Status for stamfiskoppdrett og rognproduksjon
2. Stamfiskfór og fóring
3. Arv og avlsarbeid - modeller
4. Miljøets innvirkning på kjønnsmodning og kvalitet av rogn
5. Miljøets betydning for stamfisk, rogn og yngel
6. Håndtering, arbeid, sending etc.

Praktiske forsøk i egen regi måtte nødvendigvis utgå på grunn av reduksjonen av bevilgningen, men Yngve Ulgenes har deltatt i forsøk i regi av Havforskningsinstituttet og i samarbeid med Ernæringsinstituttet. Det planlagte kartleggingsarbeidet over behovet for rogn, innsamling og oppdrett av stamfisk, stryking og fordeling av rognmaterialet i et distrikt, har heller ikke

utvalget tatt opp. Hordaland og Sogn og Fjordane oppdretterlag prøvde å organisere dette før utvalget kom i gang i 1980 og 1981, og stod da for en del koordineringsarbeid ved kjøp og salg av rogn. Likeså har vi nokså overfladisk behandlet problemene omkring hormonell kontroll av gytetid og gytealder.

Når det gjelder arv og genetisk foredling, har vi summert opp arbeidet som hittil er gjort ved forsøksstasjonene og vurdert modeller som er foreslått for spredning og utnytting av foredlet materiale. Vi har også vurdert sjansen for arvelig framgang ved masseseleksjon (individutvalg) for gode produksjonsegenskaper med tanke på slikt foredlingsarbeid av oppdretterene selv, men vi har ikke, slik som nevnt i søknaden, satt i gang egne eksperiment med masseseleksjon. Med tanke på den korte tiden utvalget har fungert, ville det være umulig å vurdere effekten av slikt utvalg.

3. KVALITET OG FAKTORER SOM PÅVIRKER KVALITETEN

3.1 DEFINISJON AV KVALITET.

Med rognkvalitet har utvalget ment rognas evne til å gi et økonomisk godt sluttprodukt i kommersielt fiskeoppdrett.

De faktorene vi er interesserte i, er knyttet til ulike utviklingsfaser fra rognstadiet og fram til slaktefisk. Disse faktorene faller naturlig i to hovedgrupper:

- a) Arvelige egenskaper som gir rognas evne til å gi et godt sluttresultat
- b) Ulike sider ved oppdrettsprosessen som virker inn på rognas overlevelse og til å gi et godt sluttprodukt. Dette omfatter blant annet ernæring til stamfisk, miljøet for stamfisk, stryking, rogntransport, vannkvalitet, utstyr og arbeidsprosedyrer i klekkeri osv.

Utvalget har i henhold til dette fordelt oppgavene til medlemmene som har utgreidd ulike sider ved kvalitetskriteriene. Disse utredningene er her presentert som Kap. 5 - 10. Noe er tidligere også presentert i tidsskriftet Norsk Fiskeoppdrett. Status i stamfiskeoppdrettet og rognproduksjonen i et distrikt pr 1982 er forsøkt fastlagt gjennom utsending av spørreskjema og ved intervju. Dette ble i det vesentlige utført av oppdrettskonsulentene Tore Thorsen og Per Otto Hjertnes og av Yngve Ulgenes som også har ordnet opplysningene og presentert materialet i form av en delrapport, (Kap. 4). Hordaland og Sogn og Fjordane ble valgt som distrikt fordi utvalget kom i stand etter initiativ fra oppdretterlaget i disse fylkene.

3.2. ARVELIGE FAKTORER

Oversikt over det arbeidet som er gjort i landet vedrørende arvelig variasjon i produksjonsegenskapene for laksefisk, er gitt i Kap. 5. I denne oversikten er også presentert modeller

vesentlig etter forslag fra forskningssjef Trygve Gjedrem, for praktisk avlsarbeid og metoder for å spre arvelig foredlet materiale fra forskningsstasjonene til praktisk fiskeoppdrett på en rask og effektiv måte.

Forsøkene har vist at villfisk, som blir brukt som grunnlag for oppdrett, er av sterkt varierende kvalitet med hensyn til produksjonsegenskaper, spesielt vekstevne og alder ved første kjønnsmodning. Variasjon innen stammer var omtrent like stor som variasjonen mellom stammer. Også for regnbueørret, som bare finnes som oppdrettsfisk her i landet, er det store variasjoner i disse egenskapene. Hos laks, som har vært i kommersielt oppdrett gjennom flere generasjoner, er variasjonene omtrent like store som hos villfisk. Dette viser at genetisk foredling er av stor verdi for oppdrettsnæringa, og at det er viktig å finne metoder for rask og effektiv spredning av foredlet materiale.

Foredlingsarbeidet kan foregå ved kommersielle oppdrettsanlegg eller sentralt på forsøksstasjoner som blir drevet av faglige organisasjoner eller offentlige institusjoner.

Avlsarbeidet kan utføres ved å:

- a) Gjøre utvalg av de beste individene i en populasjon (masseutvalg)
- b) Gjøre utvalg av de beste familiene (familieutvalg)
- c) Drive krysningsavl der linjer gjennom flere generasjoner er innavlet
- d) Drive krysning mellom naturlige stammer

Så vidt vi kjenner til i dag, er det utvalg (seleksjon) som er veien å gå i foredlingsarbeidet for laksefisk i oppdrett.

Individutvalg (pkt a) blir praktisert av mange oppdrettere i dag idet fisk med tilsynelatende gode produksjonsegenskaper blir brukt som stamfisk for neste generasjon. Et varierende spekter av utvalgsriterier, med veksthastighet som det viktigste, blir lagt til grunn i dette arbeidet (Kap. 4).

Det er vanskelig å kontrollere effekten av det utvalgsarbeidet som blir utført i praktisk oppdrett, men vi antar det har en viss virkning. Bl.a. vil det hindre at utviklingen går i negativ retning i de enkelte populasjonene. En del oppdrettere hevder også at dette er det viktigste formålet med det utvalgsarbeidet de gjør.

Et forslag til modell for avlsarbeid i regi av Norske Fiskeoppdretteres Forening (Kap.5) bygger på måling av produksjonsegenskapene for et stort tall familier hvert år (150 - 200 pr art pr år) og seleksjon, vesentlig basert på familiegjennomsnittet. For å sikre mot sykdom og uhell, er det planlagt to avlstasjoner der utvalgsarbeidet kan foregå. Foredlet materiale kan spres direkte til settefiskeoppdrettere eller til stamfiskestasjoner som oppformerer foredlet materiale. Disse stamfiskestasjonene vil drive individutvalg for tilvekst for så å spre materialet videre til praktisk oppdrett. Denne modellen har vært til vurdering av et utvalg satt ned av Norske Fiskeoppdretteres Forening og Fiskeoppdretternes Salgslag A/L. Rapporten fra dette utvalget konkluderer med at et organisert avlsarbeid vil være til stor nytte bl.a. for å sikre at det materialet som brukes i norsk fiskeoppdrett har de ønskede produksjonsegenskaper. Det hevdes videre at organiseringen av avlsarbeidet bør gå i regi av oppdretternes egne organisasjoner.

Stamfiskutvalget ser positivt på planene om et storstilt avlsarbeid i regi av fiskeoppdretternes egne organisasjoner. Utvalget støtter planene slik de er kommet fram og regner med at arbeidet vil gi avlsmessig framgang. Noe av det viktigste i denne sammenheng er kontroll både med arbeidet som utføres og framgangen som forventes. Utvalget vil dessuten oppmode den enkelte oppdretter med egen stamfisk til å drive planmessig utvalg av stamfisk. Det er grunn til å tro at også dette vil gi avlsmessig framgang for de karakterer som kan avleses for det enkelte individ, og det vil således være med å heve rognkvaliteten med omtanke på arvelige egenskaper.

3.3. MILJØAVHENGIGE FAKTORER.

3.3.1. Fór og fóring

Ulike sider ved fór og fóring av stamfisk er utredet i kapitlene 6 og 7. En hovedkonklusjon fra dette bakgrunns materialet må være at det synes å være liten grunn til å spesialfóre stamfisk med hensyn til hovednæringsstoffene protein, fett og karbohydrat. Godt produksjonsfór synes å resultere i fisk med god næringsmessig balanse både til vekst, kjønnsmodning og gyting. I denne sammenhengen kan nevnes at det synes ikke å være nyttig med altfor fet fisk framfor begynnende kjønnsmodning. Overfet fisk er mest vanlig for regnbueørret, men kan også forekomme for laks. For fet fisk er et resultat av for sterk fóring, og det gir bare uttrykk for at noe av det fóret fisken spiser, kan den ikke gjøre seg nytte av.

"Stamfiskfór" trenger altså ikke være særlig mye ulikt produksjonsfór m.h.t. hovednæringsstoffene. Dette vil si at ca 50% av den omsettelige energien bør komme fra protein, og fettinnholdet bør ligge rundt 15%. Moderate mengder karbohydrat synes ikke å være skadelig og kan dessuten dekke en del av energibehovet. Et viktig moment er at fórråstoffene er av høy kvalitet og at lagring ikke skjemmer fóret. Dette hindrer bl.a. harskt fett og delvis nedbrutt protein.

Med hensyn til hvilken betydning ulike vitaminer og mineraler har i reproduksjon hos fisk, er det ennå mye uklart. Forsøk er satt i gang for å undersøke noe av dette. Her er det bl.a. vist at mangel på vitamin C (askorbinsyre) i fóret til stamfisk reduserer klekkeprosenten for rogn av regnbueørrett.

Ut fra det høye innholdet av vitaminer i rogn i forhold til andre vev i fisken, er det grunn til å tro at vitaminer har stor betydning i reproduksjonsfasen. Vi vet imidlertid ikke årsakene til at eggene har så høye konsentrasjoner i forhold til andre vev. På den annen side vet vi at vitaminene er nøkkelstoffer i vitale deler av stoffskiftet, og mangel kan derfor

være en medvirkende årsak til varierende kvalitet på både stamfisk og egg.

Hvis vi sammenligner det antatte behov hos fisken for mikronæringsstoffer med det som tilsettes i fóret, viser det seg at stamfiskfór som regel er tilsatt vitaminer i overskudd. Et problem som kan oppstå er at ved lagring vil ustabile komponenter bli ødelagt og kan derfor bli minimumsfaktorer. Det er bl.a. vist ved forsøk at C-vitaminer er svært ustabilt ved til-laging av tørrfór og ved lagring av fóret ved for høye temperaturer. I våtfor vil sannsynligvis C-vitaminet tapes mye raskere enn i tørrfor. Et annet forhold er at vi vet svært lite om tilgjengelighet av mikronæringsstoffer under ulike betingelser og fórsammensetninger.

På bakgrunn av de mange uklare sidene ved fór og fóring av laksefisk i sammenheng med reproduksjon, vil Stamfiskutvalget sterkt tilrå at forsøk med ulike ernæringsfaktorer blir utført for å få dette mer klarlagt.

3.3.2. Kjemisk og fysisk miljø for stamfisk

Intervju-undersøkelsen på kommersielle anlegg viser at det i praktisk oppdrett kan være store variasjoner i miljø for stamfisk. Dette omfatter bl.a. temperaturbilde gjennom sesongen, variasjoner i saltinnhold og strømforhold. Dessuten spiller også faktorer knyttet til rutiner ved oppdrettet en viss rolle. Herunder kommer hvor tett stamfisken går i mærer, metoder for håndtering av stamfisken ved sortering og stryking, vannmiljøet under kjønnsmodningsperioden osv.

En del oppdrettere tar stamfisken fra sjøvann ved stryking. Andre fører stamfisken over i brakkvann eller ferskvann kortere eller lenger tid før stryking. Etter stryking er også praksis forskjellig idet noen oppdrettere setter stamfisken direkte tilbake til sjøvann etter stryking, mens andre lar fisken gå gradvis fra ferskvann til sjøvann igjen.

Ut fra de foreliggende opplysningene fra intervju-undersøkelsen, er det vanskelig å si noe om hvordan de forskjellige behandlingsrutinene brukt i norsk oppdrett påvirker stamfiskkvaliteten. Som nevnt i Kap.4 var det ingen oppdrettere som kunne hevde at deres egen behandling av stamfisk ga dårlig resultat regnet i forhold til andre.

Som nevnt i Kap. 9 har vi gjort noen små forsøk for å undersøke effekten av ulike vannkvaliteter ved kjønnsmodning. Resultatene fra disse forsøkene viser i hovedsak at overføring av stamfisk fra sjøvann til brakkvann eller ferskvann ved modning kan ha stor innflytelse på stamfiskens og rognas overlevelse. Hvilke mekanismer som er involvert i denne prosessen, gjenstår å finne ved videre undersøkelser.

I den perioden stamfisken modnes, er temperaturen i ferskvann som regel lavere enn i sjøvann. Temperaturen synes å virke inn på modningsprosessen og dermed på tidspunktet for stryking, men de data vi har på dette, gir ikke grunnlag for konklusjoner.

Et velkjent fenomen er at anlegg som bruker villfisk som stamfisk synes å ha bedre resultater enn anlegg med oppdrettet stamfisk vedrørende overlevelse av egg og stamfisk. "Villfiskanlegg" har som regel stamfisken i ferskvann eller brakkvann før modning. Opplysninger om effekten av å holde villfisk i sjøvann til modning har vært meget vanskelig å hente fram i det fisken og rogn fra denne i slike tilfeller ofte blir blandet sammen med oppdrettsfisk og rogn fra disse. De få opplysninger vi imidlertid har, tyder på at villfisk som har modnet i sjøvann, gir bedre resultater enn oppdrettsfisk.

Et annet velkjent trekk er at kvaliteten av oppdrettet stamfisk og rogn viser store variasjoner fra år til år og mellom anlegg. I motsetning til dette viser vill stamfisk og rogn av denne mye jevnere kvalitet. I hvor stor grad dette har sammenheng med ukontrollerbare miljøfaktorer eller oppdretterens stell av fisken, kan vi ikke si noe om. Utvalget vil derfor sterkt tilrå at det blir satt i gang undersøkelser for å slå fast virkningene

av ulike miljøfaktorer som temperatur, salinitet og andre. På bakgrunn av de få nevnte forsøkene på stamlaks, kan det være grunn til å tro at her er en del av årsakene til de store variasjonene. Slike forsøk kan kombineres med vurderinger av miljøforhold ved ulike stamfiskanlegg, og villfanget stamlaks bør være en del av materialet. Bl.a. biokjemiske analyser synes å være avgjørende for å kunne avdekke og forstå variasjoner som er forårsaket av miljøet.

3.3.3. Håndtering av stamfisk

Av avlsmessige grunner bør stamfisk helst være de største individene. Dette medfører automatisk store problemer med håndtering og kan forårsake relativt store dødeligheter av stamfisk. Det synes å være store hanner, gjerne overmodne, som særlig dårlig tåler håndtering. Naturlig nok er problemet størst når strykesesongen blir lang, opp til 3 måneder (se Kap. 4).

Etter mange av dagens metoder synes ofte påkjenningen på stamfisken å være unødig stor. Stamfiskutvalget etterlyser derfor undersøkelser og beskrivelser av teknologi og metoder som skåner både fisk og personell.

På en annen side tåler stamfisk en del påkjenninger dersom den er i god fysiologisk tilstand og er lite stresset av miljøfaktorer, og strykesesongen er relativt kort. Hvis så er tilfelle, ser det ikke ut for at normal god håndtering virker særlig sterkt inn på overleving av fisk og egg. Disse forhold er tydeligst med bruk av villfisk som stamfisk. Denne fisken kan til tider få ganske røff behandling, men resultatene med stamfisk og egg synes ikke å være særlig påvirket av dette.

Det har vært hevdet at såkalt "kvitprikksjuke" har sin årsak i hardhendt behandling av stamfisk, men dette er ennå ikke bevist.

Som konklusjon synes vi det er grunnlag for å hevde at normal god behandling under sortering og stryking, slik det er beskrevet bl.a. i lærebøker, bør kunne gi tilfredsstillende resultat for egg og stamfisk.

3.3.4. Kjemisk og fysisk miljø for rogn

Behandlingen av rogn og melke under selve strykeprosessen skulle være kjent for de fleste. Tørrbefruktning synes å være beste metode for befruktning selv om også våtbefruktning vil gi gode resultater i de fleste tilfeller. Befruktning på 85-90% bør kunne oppnås.

Alle former for forurensing (vann, fiskeslim, bedøvelse og andre fremmedstoffer) bør under alle omstendigheter holdes borte fra rogn og melken før befruktning. Et normalområde for temperatur i rogn og melke ($1 - 10^{\circ}\text{C}$) må opprettholdes og befruktningen bør skje så snart som mulig etter stryking.

Vannkvalitet under befruktning og svelling er også viktig. Surt vann i denne prosessen har vist seg å være meget ødeleggende. Vi vil derfor fremheve at alle som stryker og sveller rogn er sikre på at svellevannet er av god kvalitet. Dette vil i praksis si pH mellom 6 og 8 og temperaturer mellom 4 og 10°C . Sjøvann må ikke brukes her!

Transport av nybefruktet rogn blir i dag mye praktisert og har vist seg å skape problemer i mange tilfeller. Noen forsøk er gjort for å undersøke effekten av varierende sendetid på overlevelse av eggene i klekkeriet, men disse har vært nokså begrenset, og standardisering har vært vanskelig. Det synes som om sendemåten (båt, bil, fly) spiller en underordnet rolle. Temperaturen og antall timegrader er derimot svært viktige faktorer. Når celledelingen kommer igang, synes rogn å bli mer følsom for støt. Hvis den da ikke er kommet på plass i klekkeriet, må store tap ventes. Erfaring og forsøk synes å vise at skadene øker i omfang med økende lengde av transporten, og at varighet av transport utover ca 120 timegrader fra befruktning til innlegging er meget uheldig for lakserogn. For å være noenlunde sikker, vil vi derfor foreslå at en ikke overstiger ca 50 timegrader ved transport av nybefruktet rogn. Øyerogn tåler noe mer håndtering enn nybefruktet rogn, og transport av denne kan være en måte å løse problemet på.

Hvis transport av nybefruktet rogn fortsatt skal foregå i stor skala, vil utvalget foreslå at undersøkelser som tar sikte på å klarlegge hva som skjer under transport og standardisere selve transportprosedyren. Også her bør det undersøkes hvorvidt forskjeller oppstår som følge av andre forhold enn de ved selve transporten, f.eks. stamfiskens fysiologiske tilstand, miljø for stamfisk etc.

Håndtering av rogn i klekkeriet blir praktisert på mange ulike måter. Noe som likevel synes å være felles, er at det må utøves svært stor forsiktighet mellom befruktning og øyerogn.

Oppdrettere med tidligere erfaring fra klekkeridrift har som regel innarbeidet en rutine som passer for vedkommende anlegg. For nybegynnere synes det likevel riktig å tilrå at rogna ikke berøres fra innlegging til øyerogn, og at rogna behandles hyppig og regelmessig med malakitt for å holde soppveksten nede.

Vannkvalitet spiller en stor rolle i klekkeri og settefiskanlegg (kap 8), og denne delen av miljøet har sannsynligvis vært årsak til store tap i enkelte tilfeller. Målinger av giftige gasser og metaller, samt nøkkelparametere som kan avdekke generell forurensing, bør gjennomføres ved alle lokaliteter. Dette gjelder ikke bare før oppstarting av anleggene, men senere også som en del av driften. Sur nedbør er nå et alvorlig problem i store deler av Norge og bør overvåkes meget nøye i forbindelse med klekkeri og settefiskanlegg. Ut fra de mange tildels merkelige situasjoner med høy dødelighet av yngel i ferskvann, vil Stamfiskutvalget tilrå at det blir gjennomført mer vidtrekkende undersøkelser for kartlegging av vannkvalitet i norske settefiskanlegg. Herunder kan en sannsynligvis også avdekke om de store tapene av egg og yngel delvis kan skyldes vannkvalitet.

4. STAMFISKOPPDRETT OG KLEKKING AV LAKSEROGN I HORDALAND OG SOGN OG FJORDANE 1982-83

YNGVE ULGENES, PER OTTO HJERTENES OG TORE THORSEN.

4.1. INNLEDNING

Stamfiskutvalget gjennomførte våren og høsten 1982 en statusundersøkelse ved stamfisk-, klekkeri- og settefiskanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane.

Det ble laget spørreskjema for:

- a) Oppdrett av stamfisk og rognproduksjon
- b) Drift av klekkeri- og settefiskanlegg

Spørsmålene var laget slik at de dekket hovedpunktene i de ulike deler av produksjonen. Som følge av dette ble skjemaene nokså omfattende, og det var derfor naturlig å innhente dataene i form av intervju.

Våren 1982 ble i alt 23 anlegg besøkt. Disse kan inndeles slik:

- 1 stamfiskanlegg
- 8 settefiskanlegg
- 12 settefisk- og stamfiskanlegg
- 2 kultiveringsanlegg

Høsten 1982 ble det i tillegg innhentet data fra 3 kultiveringsanlegg i Hordaland. Til sammen ble det foretatt intervju ved 26 anlegg, 21 anlegg med kommersiell drift og 5 anlegg for kultivering. Med begrepet "kultivering" menes anlegg som produserer laks- og ørretyngel for utsetting i vassdrag. Av de kultiveringsanleggene vi besøkte, var ett statlig, mens fire ble drevet av lokale foreninger.

Hensikten med intervjuundersøkelsen var å få en noenlunde oversikt over stamfiskmaterialet i anleggene, og utstyr og metoder som brukes til produksjon og klekking av rogn. Et viktig siktemål med en fortegnelse av slike data, var om mulig å få bedre innsyn i sannsynlige årsaker til de store variasjoner i rognkvalitet som synes å forekomme i oppdrettsnæringen.

Siden oppdretterne her har gitt en muntlig oversikt over sitt materiale og sine resultater, er tallmaterialet som beskriver situasjonen noe usikkert, og presentasjonen av dataene er derfor gjort hovedsakelig i tekstform.

4.2. STAMFISKOPPDRETT OG ROGNPRODUKSJON

4.2.1. Stamfiskens opphav og egenart

Det aller meste av stamfiskmaterialet som ble benyttet i kommersielt oppdrett, var oppdrettsfisk med en eller flere generasjoner bak seg i oppdrettsanlegg. Av de besøkte anleggene som var "rene" oppdrettsanlegg, og som denne sesongen hadde egen stamfisk (11 stk), var det sju som hadde bare oppdrettet stamfisk. To anlegg hadde en blanding av oppdrettsfisk og villfisk, og to hadde bare villfisk (Tabell 4.1). Alle kultiveringsanlegg med egen stamfisk, brukte kun villfisk, enten bare fra det vassdraget de lå ved eller blandet med fisk fra andre vassdrag.

Vedrørende opphav til stamfisken med en eller flere generasjoner i oppdrett, var det vanskelig å få sikre data. Ved sju anlegg hadde stamfisken flere generasjoner i oppdrett, mens tre anlegg hadde stamfisk av første generasjon oppdrettsfisk fra villfisk (Tabell 4.1). Ett av de tre sistnevnte anleggene hadde stamfisk med en blanding av en og flere generasjoner i oppdrett. Stamfiskens opprinnelige elvestamme var kjent ved de fleste kommersielle anleggene. Kultiveringsanleggene brukte bare kjente elvestammer.

Tabell 4.1. Stamlaksens opphav ved oppdrettsanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane sesongen 1981-82 (*).

Flere generasjoner i oppdrett.	2 ^A 3 ^A 4 ^A 8 ^A 12 ^A
Første generasjon i oppdrett.	2 ^A 17 ^A 19 ^A
Blanding villfisk og flere generasjoners oppdrettsfisk.	14 ^A 20 ^A
Villfisk.	10 ^B 16 ^A 23 ^A 24 ^B 25 ^B 26 ^B

* Av diskresjonshensyn er hvert anlegg gitt et nummer. Oppføring av samme anlegg i to rubrikker betyr at anlegget har begge typer av stamfisk.

A = kommersielt oppdrettsanlegg

B = kultiveringsanlegg

Opplysninger om størrelsen av stamfisk ble innhentet for strykesesongen 1981/82. Tabell 4.2 viser hvordan hunnfisken fordelte seg i de tre størrelsesklasser det var naturlig å inndele i etter dataene. Hovedvekten av stamfiskmaterialet falt i gruppen 6 - 10 kg. Ett anlegg hadde stamfisk i størrelsesorden 2 - 6 kg, mens fire anlegg hadde strykemoden fisk på over 10 kg. Dataene for hannfisk er meget usikre, men indikerer at hovedtyn-gen av hannene var noe større enn hunnene (Tabell 4.2).

Spredning i størrelsen på stamfisken (hunner) syntes å være moderat uten at vi kan kvantifisere dette noe nærmere.

Oppbevaringsmåten for stamfisk gjorde det i de fleste tilfeller svært vanskelig å få gode opplysninger om aldersfordeling i stamfiskmaterialet. Tabell 4.3 gjengir de data som var mulig å tabellføre. Det ser her ut for at hovedtyngden ligger på aldersgruppen 3,5 år. To anlegg hadde en hovedvekt av 2,5-åring-er i sitt stamfiskmateriale. Med "alder" menes her alder i sjøen. Det forelå ingen opplysninger om stamfiskens totale alder (inkludert ferskvannstadiet). Ved 3 av de 11 forespurte anleggene visste oppdretterne lite eller ingenting om aldersfordelingen på stamfisken.

I sammenheng med dette ble det nesten umulig å få noen forteg-nelse på kjønnsmodningsprosent i forhold til alder. Alle oppdrettere hadde opplysninger om prosent kjønnsmodning av det totale stamfiskmaterialet, men bare 3 av 11 hadde sikre data på kjønnsmodning i ulike aldersgrupper. Tabell 4.4 gjengir skjema-tisk hvilke opplysninger oppdretterne ga om kjønnsmodningspro-sentene. Ut fra de foreliggende data så kjønnsmodningsprosenten ut for å være 40 - 95% etter 3,5 år i sjøen.

Kultiveringsanleggene er ikke tatt med i denne tabellen. Ved disse anleggene ble det hevdet at all fanget stamfisk ble kjønnsmoden.

Tabell 4.2. Fordeling av stamlaksens størrelse ved oppdrettsanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane i sesongen 1981-82 (*).

	2-5	Kg	8 ^A
HUNNER	6-10	Kg	2 ^A 8 ^A 10 ^B 12 ^A 16 ^A 17 ^A 19 ^A 20 ^A 23 ^A 24 ^B 25 ^B 26 ^B
	over 10	Kg	3 ^A 4 ^A 12 ^A 14 ^A

	2-5	Kg	20 ^A 24 ^B
HANNER (**)	6-10	Kg	12 ^A 19 ^A
	over 10	Kg	3 ^A 10 ^B 12 ^A 14 ^A 17 ^A 24 ^B 25 ^B

(*) Se merknader Tabell 4.1.

(**) Ufullstendige data.

Tabell 4.3. Aldersfordeling av førstegangsgytende laks ved oppdrettsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane sesongen 1981-82 (*).

Hovedvekt 2 1/2 år i sjø	12 ^A 19 ^A 20 ^A
Hovedvekt 3 1/2 år i sjø	2 ^A 3 ^A 4 ^A 8 ^A 12 ^A 14 ^A 17 ^A

(*) Se merknader for Tabell 4.1.

Tabell 4.4. Kjønnsmodningsprosent i forhold til stamfiskens alder ved oppdrettsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane sesongen 1981-82 (*).

Anlegg nr.	Ingen opplysn.	Kjønnsmodn.(%) og alder	Sikkerhet om opplysningene
2 ^A		75% av 3,5-åringer	Antakelse
3 ^A		40% av 3,5 åringer	Sikkert
4 ^A		60% av 2,5-åringer	Sikkert
4 ^A		95% av 3,5-åringer	Sikkert
8 ^A	x		
12 ^A		67% av 2,5-åringer	Sikkert
12 ^A		67% av 3,5åringer	Sikkert
14 ^A	x		
16 ^A	x		
17 ^A		70% av 3,5-åringer	Antakelse
19 ^A		50% av 2,5-åringer	Antakelse
20 ^A		75% av 2,5-åringer	Antakelse
23 ^A	x		

* Se merknader for Tabell 4.1.

4.2.2. Foredling av stamfiskmaterialet (avlssarbeid)

Ved 6 av 11 oppdrettsanlegg ble det svart "ja" på spørsmålet om de drev bevisst avlssarbeid mens fem oppdrettere svarte "nei" på dette (Tabell 4.5). Det tyder på at ca halvparten av stamfiskoppdretterne i Hordaland og Sogn og Fjordane driver foredling etter en viss målsetting, mens de øvrige oppdrettere bare prøver å beholde de beste egenskapene i stamfiskbestanden.

Tabell 4.5 viser hvilke kriterier som ble lagt til grunn ved utvalg av stamfisk i oppdrettsanlegg og kultiveringsanlegg. Av 11 oppdrettsanlegg var det ett som ikke brukte noen utvalgs kri-

terier, mens de øvrige 10 brukte ett eller flere av de anførte kriterier. Av kultiveringsanleggene var det bare ett som gjorde noe utvalg av stamfisk. De øvrige strøk alt stamfiskmateriale de hadde.

Tabell 4.5. Kriterier for utvalg av stamlaks ved oppdrettsanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane (*)

Anlegg nr.	Ingen krit.	Bevisst avlsarb.	Vekt	Alder v. kj.modn.	Form	Skjønn (ubest.)
2 ^A		Ja	x	x	x	
3 ^A		Ja	x	x	x	
4 ^A		Ja	x	x	x	
8 ^A	x	Nei				
12 ^A		Ja			x	
14 ^A		Ja	x		x	
16 ^A		Nei	x			
17 ^A		Nei				x
19 ^A		Ja	x	x	x	
20 ^A		Nei	x			
23 ^A		Nei	x			
10 ^B	x	-				
22 ^B	x	-				
24 ^B	x	-				
25 ^B		-	(x)			
26 ^B	x	-				

* Se merknader for Tabell 4.1.

Av de anlegg som gjorde utvalg av stamfisk, var det 8 av 10 som brukte fiskens vekt ved utvalg, enten alene eller sammen med andre kriterier. Vekten ble da brukt som uttrykk for fiskens veksthastighet. To oppdrettere brukte ikke vekt som utvalgskriterium. En av disse er vanskelig å klassifisere i og med at

vedkommende brukte et mer ubestemt "skjønn" ved utvalg, mens den andre av disse to brukte bare fiskens form som utvalgs-kriterium.

Ved fire oppdrettsanlegg ble det brukt tre kriterier samtidig med utvalg: fiskens vekt, alder ved kjønnsmodning og fiskens form. To oppdrettere brukte to kriterier samtidig, henholdsvis vekt og helse og vekt og form. Bruk av alder ved kjønnsmodning krevde kunnskap om alderen på fisken noe som var mulig i de tilfeller stamfisken ble oppbevart separat.

4.2.3. Behandling av stamfisken

Vedrørende behandling av stamfisk sitter vi igjen med det inntrykk at rutinene for matfisk og stamfisk var mye de samme, men med noen forskjeller. Dette gjelder særlig de "blandede" anlegg med både stamfiskmærer og mærer for matfisk.

En vanlig måte å oppbevare stamfisk, var å sette stamfisken i egne enheter (mærer). På tre av elleve oppdrettsanlegg ble det fremhevet spesielt at de plukket "den beste fisken" av matfiskbestanden over i egne mærer. Dette ble gjort ved slakting eller annen sortering.

De anlegg som ikke var rene stamfiskanlegg, hadde vanligvis stamfisk i en eller to mærer i sjøanlegget plassert slik at den stod ytterst på en mær-rekke. Ved rene stamfiskanlegg holdt man stamfisken enten i vanlige sjøanlegg (mærsystem, to anlegg) eller i store kummer på land (ett anlegg). Sannsynlig årsak til at stamfisken i "blandete" anlegg stod ytterst på mær-rekken, er at det her som regel er mindre forstyrrelser (stress) og bedre vannutskifting i mærene.

Dataene på når i sesongen sortering av stamfisk mhp modning startet, er meget ufullstendige. Ved ett anlegg ble starten av sorteringen angitt til ca midten av oktober, mens ett anlegg anga første sortering til få dager før strykingen begynte.

Opplysningene om sorteringen i strykesesongen er mer dekkende. Her oppga åtte anlegg at de sorterte ("så over") fisken en gang pr uke etter første sortering. Ett anlegg sorterte to ganger pr uke under strykingen, mens ett anlegg sorterte annenhver uke. Ett av oppdrettsanleggene anga sortering til sjeldnere enn annenhver uke (Tabell 4.7).

Etter sortering mhp modning gikk fisken i separate enheter (mærer eller kummer) alt etter hvor stor mulighet oppdretterne hadde til dette. Ca 3/4 av oppdretterne delte opp stamfiskbestanden på denne måten før og i strykesesongen.

Daglig stell og ettersyn av stamfisken ble gjort etter de samme rutiner som for den øvrige fisken (matfisk) i anlegget. På spørsmål om stresspåkjenninger ble det derfor hevdet at stamfisken ikke var mer utsatt for stress enn annen fisk.

Sortering mhp modning ble ikke foretatt ved kultiveringsanleggene.

4.2.4. Fóring av stamfisk

Tabell 4.6 viser en oversikt over hvilke fórtyper som ble brukt til stamfisken. Ved ett anlegg ble det bare brukt innkjøpt vekstfór (tørrfór), fem anlegg brukte våtfór eller mjukfór med meltilsetninger (10 - 50% mel), og fem anlegg benyttet kommersielt stamfiskfór (tørrfór), enten alene eller i siste fase før modning. Ett av oppdrettsanleggene fóret ikke stamfisken da denne var villfanget fisk. Fóring av stamfisk ble ikke foretatt ved noen av kultiveringsanleggene. De anlegg der man brukte våtfór eller mjukfór til stamfisken, hadde alle eget fórkjøkken for tillaging av fóret. Råvarene til dette fóret var seiavskjær, brisling, lodde, makrell, reke, krill etc. Ved ett anlegg ble det i våtfóret brukt både 10% bindemel og tilsetning av ekstra vitaminer, bl.a. vitamin E og C. Dette anlegget hadde automatisk utfóring slik at de ekstra tilsettingene ble gjort rett før fóret ble gitt. Ved et annet anlegg ble en innkjøpt vitaminblanding,

Ved fem anlegg ble vanlig vekstfór (våtfór eller mjukfór) brukt hele tiden. Ved fire anlegg skiftet man fra ulike typer vekstfór til stamfiskfór på et visst stadium i fiskens utvikling. Dette ble gjort 1/2 til 1 1/2 år før stryking.

Det ble innhentet få opplysninger om når fóringen av stamfisken ble stanset. To oppdrettere opplyste imidlertid at fóringen ble stanset i midten eller slutten av september p.g.a. sterkt avtagende appetitt.

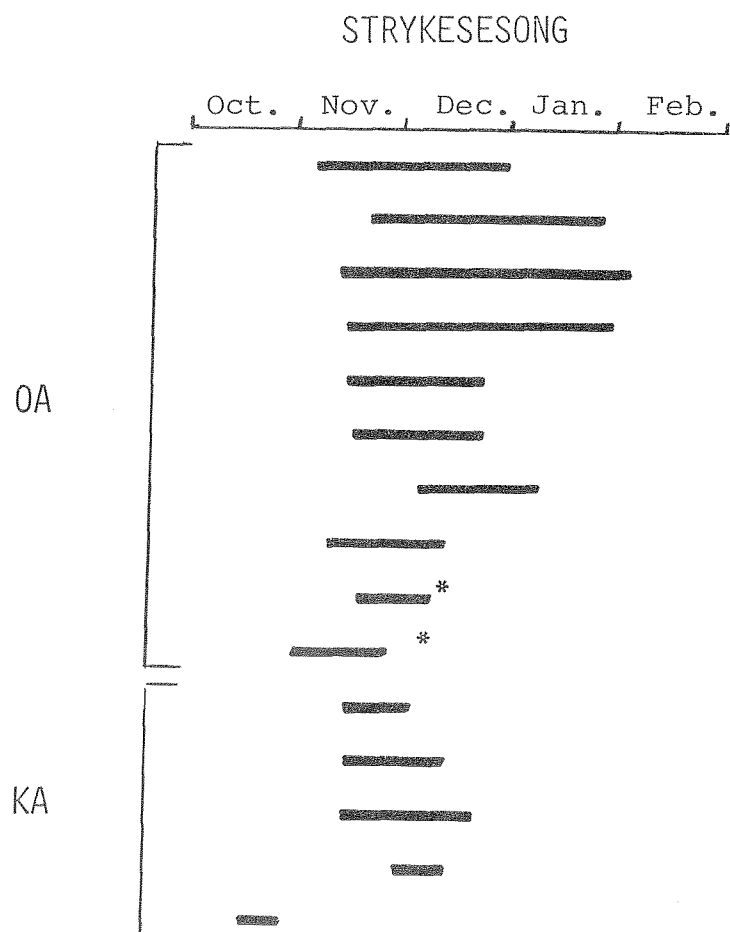
Etter stryking av stamfisken ble det ved alle anlegg forsøkt å restituere fisken så snart som mulig. Metodene som ble brukt var enten å plassere strøket fisk sammen med spisende gjellfisk (seks anlegg) eller å sette den strøkne fisken alene i mår eller kum og fóre den der (fire anlegg). Ved ett av de sistnevnte anlegg ble det hevdet at ved å sette spisende fisk sammen med nystrøket fisk ville den strøkne fisken ta fóre for tidlig og bli kjønnsmoden allerede neste sesong, noe som ikke var ønskelig.

Ved syv av ti anlegg ble fisken resitutert etter stryking for senere å bli brukt om igjen som stamfisk. Elles ble fisken fóret opp til god kondisjon igjen for så å bli solgt som matfisk (tre anlegg).

4.2.5. Stryking av stamfisk

Tidspunkt for starten på strykesesongen og lengden av denne var noe varierende fra anlegg til anlegg. Fig. 4.1 viser i hvilket tidsrom strykingen pågikk i 1981. I denne figuren er ett av de 11 oppdrettsanleggene utelatt fordi det her ikke var opplysninger om strykeperioden. For anlegg nr 22 gjelder dataene tidligere sesonger.

Fig. 4.1 viser ikke på hvilket tidspunkt hovedtyngden av stamfisken ble strøket, men det ble antydnet at det meste av strykingen var over før årsskiftet. Som figuren viser er det noen anlegg som har hatt en meget lang strykeperiode, opp til tre



Figur 4.1. Strykeperioder i oppdrettsanlegg (OA) og kultiveringsanlegg (KA) i Hordaland og Sogn og Fjordane

* = Oppdrettsanlegg som strøk villfisk

måneder i ett av tilfellene. For ett av kultiveringsanleggene kom strykingen uvanlig tidlig (ca 20. oktober), og den var over på ca 10 dager.

Det var ikke ved noen av anleggene noen konkret formening om hvilke faktorer som satte i gang egg-løsningen hos fisken. Temperaturfall i sjøen ble nevnt som mulig årsak. Dessuten ble det hevdet at for villfisk var modningstidspunktet stammavhengig.

Det ble spurt om man kunne se noen forskjell mellom ulike aldersgrupper, størrelsesgrupper eller kjønn mht modningstidspunkt. Av ti oppdrettsanlegg var det her tre anlegg der man kunne påpeke en slik forskjell ved at små fisk (fortrinnsvis 2,5-åringer) så ut til å modnes først. Ved de øvrige sju oppdrettsanleggene kunne man ikke påvise noen forskjell, og ulike aldersgrupper eller størrelsesgrupper så ut til å modnes om hverandre. Forøvrig var det få opplysninger om dette. Ved ett av de fem kultiveringsanleggene ble det sagt at store fisk (6 - 10 kg) ble seinere modne enn liten fisk (2 - 4 kg). Som tidligere nevnt visste man ikke noe om fiskens alder ved disse anleggene.

Selve strykeprosessen var etter vår erfaring nokså lik ved de anlegg vi besøkte ved intervju-undersøkelsen. Stamfisken ble gjennomgått ca. en gang hver uke for sortering og stryking (Tabell 4.7). De mest modne fiskene gikk om mulig i egne mærer eller kar.

Tabell 4.7. Strykeprosedyre og hyppighet av stryking ved oppdrettsanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane *

Anlegg nr.	Bedøvelse	Vannkvalitet	Hyppighet	Sveller roгна **
2 ^A	Klorbutol	sjø	1 gang pr uke	+
3 ^A	MS-222	brakkv.	1 gang pr uke	-/+
4 ^A	MS-222	ferskv.	1 gang pr uke	-
8 ^A	Klorbutol	sjø	hver 14. dag	-
12 ^A	Klorbutol	sjø	1 gang pr uke	+
14 ^A	Klorbutol	sjø	I alt 2 ganger	-
16 ^A	Klorbutol	sjø	1 gang pr uke	+
17 ^A	+	sjø	1 gang pr uke	+
19 ^A	Klorbutol	sjø	1 gang pr uke	+
20 ^A	Klorbutol	sjø	1 gang pr uke	+
23 ^A	Klorbutol	ferskv.	2 ganger pr uke	-
10 ^B	Klorbutol	ferskv.	1 gang pr uke	-
22 ^B	MS-222	ferskv.	1 gang pr uke	-
24 ^B	Klorbutol	ferskv.	1 gang pr uke	+
25 ^B	Ingen bed.	ferskv.	1 gang pr uke	-
26 ^B	Klorbutol	ferskv.	1 gang pr uke	+

* Se merknader for Tabell 4.1.

** + = sveller roгна

- = sveller ikke roгна

Transport av stamfisk ved stryking var minimal. Fisken ble håvet fra mærer eller kar og strøket ute på sjøanlegget (brygge eller båt), eller båret fra sjøanlegget inn i hus og strøket der. Et annet alternativ var å plassere stamfisken i kar som stod på land, rett før stryking. Fisken ble da tatt fra disse og strøket ved karet. Alle kultiveringsanleggene hadde stamfisken i kar stående der strykingen foregikk. Ingen av de fore-

spurte oppdretterne kunne vise tilbake til dårlige resultater som følge av transport.

Under strykingen var fisken bedøvet i de aller fleste tilfeller. Bare ved ett av kultiveringsanleggene(nr.25) lot man konsekvent være å bruke bedøvelse. Noen anlegg bedøvet bare stor fisk (over ca. 6 kg), mens andre strøk all stamfisk i bedøvet tilstand (Tabell 4.7).

Det vanligste bedøvingsmiddel var klorbutol. Dessuten ble MS-222 også benyttet. Ved ett av anleggene var navnet på bedøvingsmiddelet ukjent (merket "+" i Tabell 4.7, anlegg nr.17).

Bedøvet stamfisk ble skylt i rent vann og tørket med papir eller håndklær (frotté e.l.). De fleste fremhevet at det ble brukt minst mulig makt for å stryke rogn ut av fisken. Enkelte hevdet imidlertid at et visst press var nødvendig, særlig mot slutten i strykingen av hver fisk. Noen fremhevet at de mest mulig lot rogn renne ut av fisken. Ikke alle tømte fisken helt for rogn under strykingen, men tok nesten bare den rogn som rant ut av fisken og satte stamfisken over i karet igjen for så å stryke den på nytt etter en uke.

Bruk av makt under selve strykeprosessen er vanskelig å gradere etter denne intervju-undersøkelsen da dette naturlig nok ble vurdert subjektivt av den enkelte oppdretter.

Tiden mellom stryking og befruktning varierte mellom 5 min. og 4 timer; det vanligste var ca 15 min. Ved ett av anleggene ble all rogn og melke samlet ute på sjøanlegget. Rogn ble så tatt inn i klekkeriet der all rogn ble blandet i en stor balje (ca. 60 liter) og melken ble slått over. På denne måten gikk det ca 4 timer mellom stryking og befruktning. Vedkommende hevdet å oppnå tilfredstillende resultater på denne måten.

Tabell 4.8. Erfaring med dødelighet av stamfisk ved oppdrettsanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane *

Anlegg nr.	Dødelighet		Stamfisk opphav **
	hunner	hanner	
2 ^A	lite	>60%	o.f.
3 ^A	10%	100%	o.f.
4 ^A		Totalt 25-50%	o.f.
8 ^A	lite	lite	o.f.
12 ^A	60%	>90%	o.f.
14 ^A	ingen	ingen	o.f./v.f.
16 ^A		-	o.f./v.f.
17 ^A		Totalt ca. 60%	o.f.
19 ^A		Totalt ca. 50%	o.f.
20 ^A	lite	50%	o.f./v.f.
23 ^A	lite	lite	v.f.
10 ^B	ingen	ingen	v.f.
22 ^B		-	v.f.
24 ^B	20%	ingen	v.f.
25 ^B		-	v.f.
26 ^B	ingen	ingen	v.f.

* Se merknader for Tabell 4.1.

** o.f. = oppdrettsfisk, v.f. = villfisk

De øvrige anlegg brukte å stryke et varierende antall fisk, enten adskilt eller samlet i samme balje, for så å befrukte rogn umiddelbart. Her ble tiden mellom stryking og befruktning fra ca 5 min. til ca 1 time.

Såkalt tørr befruktning ble benyttet ved alle de forespurte anlegg. Denne prosedyre innebærer at vannfri rogn blir blandet med melke. Vanligvis ble melke av 2-3 hanner brukt til hver rognporsjon. Blandingen stod i 3 - 4 min. før vann ble slått over rogn og overskuddet av melke skylt bort. Ved sju oppdrettsanlegg og to kultiveringsanlegg ble rogn sveltet i 2 - 4 timer der den da fikk stå helt urørt. I det ene av disse anleggene ble svelling av rogn foretatt bare der den skulle sendes eller leveres. Den rogn som ble tatt til eget bruk, ble lagt direkte i klekkebakkene etter skylling. Også ved andre anlegg var det vanlig å legge rogn i klekkebakkene umiddelbart etter befruktning og skylling.

Det ble ikke opplyst ved noen anlegg om man tok hensyn til vannkvaliteten ved svellingen. Det eneste var noen få opplysninger om svellevannets temperatur. Det så ut for å være vanlig med temperatur fra 2 til 5 °C. Ved ett anlegg ble det hevdet at vanntemperaturen var ca. 0-1 °C når vannet ble slått over rogn, og at temperaturen steg gradvis under svellingen da blandingen stod ca 2 timer i romtemperatur.

4.2.6. Dødelighet av stamfisken

Tabell 4.8 viser i noen grad hvilke erfaringer oppdretterne hadde med dødelighet av stamfisk. Kunnskap om dødelighet var for de aller fleste nokså usikker, og den ble således anslått til nærmeste 10%.

Som Tabell 4.8 viser har det også mht dødelighet vært nokså variable resultater. Tapsverdiene gikk helt fra 0 til 100%. Dødeligheten ser ut til å ha vært relativt høy i oppdrettsanlegg

og svært lav i kultiveringsanlegg. Ett av kultiveringsanleggene hadde hatt noe dødelighet på hunnfisken, men ikke på hannfisk. I oppdrettsanleggene så dette ut til å være omvendt idet hannene her var mest utsatt. Det så ut for at særlig de store hannene falt ut. Dødelighetstallene gjelder for perioden etter stryking. Det var ingen som anga noen dødelighet før stryking.

Årsakene til dødelighet er meget uviss selv om mange av oppdretterne hadde teorier om dette. Sårskader var ofte fremtredende etter stryking. Infeksjoner i disse sårene kan ha vært en mulig årsak til dødelighet. Det var ingen av oppdretterne som hadde sendt prøver av stamfisken til veterinær for eventuell diagnose på sykdom. Helsetilstanden både før og etter stryking ble vurdert visuelt av den enkelte. Ett av kultiveringsanleggene sendte imidlertid prøver av stamfisken for å sjekke eventuell forekomst av Gyrodactylus.

Ingen oppdrettere ville fremheve stress som direkte årsak til dødelighet på stamfisken.

4.2.7. Levering og transport av rogn.

Av 11 oppdrettsanlegg med egen stamfisk, var det 5 som leverte rogn til andre oppdrettere. Ved de øvrige 6 anlegg ble all egenprodusert rogn lagt inn i anleggets klekkeri. Noen av dem som leverte rogn, brukte også en del av rogn selv.

Det vanligste var å sende rogn som nybefruktet og ferdig svelt. Til emballasje ble det brukt 5 - 12 liters plastbøtter eller kanner. Disse ble fylt fra 2/3 til 3/4 med rogn og resten vann. Vannet som rogn lå i ved forsendelse ble oppgitt å ha temperatur fra ca 2 til 5 °C. Bøttene eller kannene ble vanligvis satt i plastkasser e.l. uten overdekking og ekstra isolasjon for støt eller temperatursvingninger i luften. Beholderne ble også i enkelte tilfeller satt direkte i bagasjerommet på en bil og transportert slik. Rogna ble sendt med båt, bil eller fly alt

etter beliggenhet og hva som var det raskeste og mest praktiske. I noen tilfeller ble alle transportmåter benyttet, noe som krevde mange omlastinger og mye håndtering. Fra to oppdrettsanlegg ble det levert ubefruktet rogn. Behandling og transport av denne var som for nybefruktet rogn med unntak av svelling og beskyttelse mot vann. Ved disse anlegg fremhevet man at overmoden rogn ikke måtte finnes i lag med ubefruktet rogn ved forsendelse.

Øyerogn ble levert fra to anlegg. Slik rogn ble sendt i isopor-kasser beregnet for sending av øyerogn.

4.3. SETTEFISKANLEGG

4.3.1. Tilførsel av vann til anleggene

Hovedforsyning av ferskvann til anleggene ble hentet enten fra basseng eller direkte fra et elvesystem. Ved inntak fra basseng ble vannet hentet fra dyp større enn ca 5m, men et stykke over bunnen (1-2 m) i grunne basseng. Nivået for vanninntaket ble i enkelte tilfeller hevet og senket bl.a. for å regulere temperaturen. Vann fra elv ble enten tatt direkte i strømmende vann, eller det ble ledet i kanal til små inntaksbasseng.

Ved alle klekkeriene, unntatt ett, ble plastrør (PVC/PEL/PEH) benyttet. Ett av klekkeriene var en ombygget kraftstasjon. Her ble vannet ført inn til klekkeriet gjennom gamle turbinrør av jern belagt med sement på innsiden. Rørsystemet ellers i anleggene var nesten utelukkende av plast. Hovedkraner o.l. var som regel av støpejern, i noen tilfeller også de av plast. Plastkraner ble i hovedsak brukt ved klekkerenner og kar. Noen oppdrettere brukte her messingkraner.

En del anlegg hadde tilgang på alternativ vannføring, enten via offentlige vannverk eller andre nærliggende vassdrag eller brønner. Grunnvann ble ikke brukt ved noen anlegg.

Tilgang på pumpet sjøvann var mulig for de aller fleste kommersielle settefiskanlegg, men fire slike anlegg var slik lokalisert at sjøvann ikke var tilgjengelig. Bare ett av kultiveringsanleggene hadde tilgang på sjøvann, de øvrige brukte ikke sjøvann.

4.3.2. Vannkvalitet

Kvaliteten av råvannet (ferskvannet) varierte tilsynelatende en del fra anlegg til anlegg. Oppdretterne hadde selv målt gjennomsnittlige pH-verdier i området fra ca 5,8 til ca 6,5. Ett anlegg oppga noe lavere pH, med verdier ned i 4,7 i enkelte perioder. Det kan her føyes til at de aller fleste hadde erfart at om våren var pH noe lavere enn årsgjennomsnittet.

Få anlegg hadde opplysninger om ledningsevnen i råvannet. De verdiene som foreligger, viser tall mellom 20 og 60 uS pr. cm. Av 25 anlegg hadde 18 tatt en eller flere stikkprøver av råvannet for analyse av metaller og andre komponenter (f.eks. Fe, Cu, Zn, NH_4^+ , NO_2/NO_3 , kimtall). Ett av de undersøkte anleggene tok regelmessig vannprøver som ble sendt inn for metallanalyser. Gjennomsnittstemperaturene for råvannet var avhengig av årstider og lokalisering av anleggene. Temperaturene i november ved innlegging av lakserogn lå fra 1 til 9°C (Tabell 4.9). I januar/februar lå råvannstemperaturen rundt $0,5 - 2,5^\circ\text{C}$ med hovedvekten rundt $1 - 1,5^\circ\text{C}$. Ved noen anlegg kunne råvannstemperaturen i kritiske perioder nå helt ned mot 0°C . I april måned ble gjennomsnittstemperaturene oppgitt til å ligge fra $2 - 13^\circ\text{C}$, med hovedvekten rundt $5 - 7^\circ\text{C}$.

Samtidig med intervjuundersøkelsen ble det tatt stikkprøver av ferskvannet i anleggene. Vannet ble analysert av Kåre Julshavn ved Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt, og verdiene er gitt i Tabell 4.12 og 4.13. Tallene viser lave verdier for Ca, Cu, Fe og Zn. Total aluminium lå noe høyt i enkelte anlegg, med verdier over $100 \mu\text{g Al pr. l.}$ Ved ett av anleggene (nr 18) var total Al-innhold i råvannet over $300 \mu\text{g pr. l.}$, mens det i anlegget (klekkebakkene) var $190 \mu\text{g Al pr. l.}$ Dødeligheten av nyklekket yngel var nokså alvorlig i dette tidsrommet, og det

kan ha vært en sammenheng med det høye aluminiumsinnholdet i vannet. Det ble imidlertid ikke foretatt separasjon av de ulike aluminiumsformene i vannprøvene slik at de målte verdiene gir et begrenset grunnlag for konklusjoner om hvorvidt aluminium var direkte årsak til dødelighet.

4.3.3. Behandling av råvannet

For behandling av råvannet ble det lagt vekt på justering av temperatur, surhetsgrad og filtrering av partikler (Tabell 4.10). For justering av surhetsgrad ble det brukt skjellsandfilter, kalksteinfilter (dolomitt) eller tilsetning av sjøvann, opp til 6 o/oo salt, i klekkevannet.

Skjellsandfiltrene var konstruert for understrøm, og vanngjennomstrømmingen var i hovedsak slik at skjellsanden lå i ro i filteret. To settefiskanlegg brukte sandfilter i tillegg til skjellsandfilter eller kalkfilter. Skumplastmattor ble ved enkelte anlegg brukt i klekkerennene for å fjerne finere partikler i vannet. Det ble også hevdet at dette fjernet det aller meste av gassovermetningen i klekkevannet slik at problemet med luftbobler under bakkene ble redusert. Ved ett av kultivering-sanleggene ble partikler i vannet samlet i en ullstrømpe. Vedkommende hevdet at på denne måten ble klekkevannet holdt meget rent slik at rengjøring i klekkerennene var unødvendig under hele utviklingsperioden for rogn.

Tabell 4.9. Kvalitet av råvannet ved klekkeri/settefiskanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane *

Anlegg nr.	Lednings- evne(uS/cm).	pH-område	Temperatur variasjon (°C) **
1 ^A	-	5,8 - 6,3	8 ^o - 1 ^o - 6 ^o
2 ^A	-	ca. 5,8	6 ^o - 1,5 ^o - 6 ^o
3 ^A	-	ca. 6,2	9 ^o - 8 ^o - 7 ^o
4 ^A	-	6,6 - 7	7 ^o - 3,6 ^o - 5 ^o
5 ^A	-	-	5 ^o - 2 ^o - 5,5 ^o
6 ^A	ca. 60	6 - 6,2	5 ^o - 2,3 ^o - 5 ^o
7 ^A	20 - 30	4,8 - 5,2	3 ^o - 0,5 ^o - 5 ^o
8 ^A	-	6 - 6,2	5 ^o - 1 ^o - 7 ^o
9 ^A	25	ca. 6,6	1 ^o - 0,5 ^o - 4 ^o
11 ^A	-	6,2 - 6,4	5 ^o - 3,5 ^o - 4,5 ^o
13 ^A	-	5,7 - 5,9	5 ^o - 1 ^o - 6 ^o
14 ^A	-	6,5 - 7	3 ^o - 2 ^o - 4 ^o
15 ^A	-	6 - 6,8	? - 1 ^o - 8 ^o
16 ^A	-	ca. 5,8	? - 1,9 ^o - 4,4 ^o
17 ^A	-	ca. 6,5	-
18 ^A	-	4,7 - 5	? - 2,5 ^o - 5,5 ^o
19 ^A	-	-	ca. 5 ^o
20 ^A	-	-	? - 0,5 ^o - 1,3 ^o
21 ^A	-	ca. 6	? - 2 ^o - 5 ^o
23 ^A	22	ca. 5,8	? - 0,5 ^o - 7 ^o
10 ^B	-	6 - 6,6	4 ^o - 0,5 ^o - 5,5 ^o
22 ^B	-	ca. 5,6	8 ^o - 1 ^o - 3 ^o
24 ^B	-	ca. 6,3	7 ^o - 2 ^o - 5 ^o
25 ^B	-	5,5 - 6,1	7 ^o - 1 ^o - 2 ^o
26 ^B	25 - 30	5,5 - 6,5	8 ^o - 2 ^o - 8 ^o

* Se merknader for Tabell 4.1.

** Verdiene representerer gjennomsnittstemperaturene i henholdsvis november, januar og april.

Tabell 4.10. Rutiner for behandling av råvann ved klekkeri og settefiskanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane *

Anlegg nr.	pH-regulering	Filter (**)	Varming (kW)	Lufting
1 ^A	kalk	-	10	-
2 ^A	skjells.	-	15	Risle
3 ^A	sjø	-	48	Inka
4 ^A	skjells.	-	50	-
5 ^A	-	skumg.	50	Luftestein
6 ^A	sjø	-	780	Risle
7 ^A	sjø	sand	-	-
8 ^A	-	-	30	Inka
9 ^A	-	skumg.	150	Inka
11 ^A	-	sand	-	Risle
13 ^A	skjells.	skumg.	100	Risle
14 ^A	skjells.	-	40	Inka
15 ^A	kalk	sand	120	Risle
16 ^A	kalk	-	-	-
17 ^A	-	-	-	-
18 ^A	kalk	-	11	Inka
19 ^A	-	-	-	-
20 ^A	sjø	-	-	Risle
21 ^A	-	-	-	-
23 ^A	skjells.	grus	110	Luftetårn
10 ^B	kalk	skumg.	-	-
22 ^B	skjells.	-	-	-
24 ^B	kalk	skumg.	-	-
25 ^B	skjells.	strømpe	-	-
26 ^B	-	sand	50	Inka

* Se merknader for Tabell 4.1.

** skumg. = skumgummimatte

Tabell 4.11. Vanntemperatur samt kontrollrutiner for klekevannet i klekkeri /settefiskanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane* (jfr. Tabell 4.10).

Anlegg nr.	Vanntemp. på rogn($^{\circ}$ C).	Kontrollrutiner
1 ^A	4 $^{\circ}$ - 6 $^{\circ}$	Temp.dagl., pH lgg /uke
2 ^A	6 $^{\circ}$	Temp.& pH dagl., stikkpr. av N2/O2
3 ^A	7 $^{\circ}$ - 8 $^{\circ}$	Temp.& pH & O2 2-3 gg /uke
4 ^A	3,5 $^{\circ}$ - 10 $^{\circ}$	Temp.dagl., pH lgg /mnd.
5 ^A	6 $^{\circ}$ - 7 $^{\circ}$	Temp.dagl., stikkpr. av O2
6 ^A	ca. 8 $^{\circ}$	Temp. & pH & ledn.evne dagl.
7 ^A	0,5 $^{\circ}$ - 5 $^{\circ}$	Temp. & pH & ledn.evne dagl.
8 ^A	0,5 $^{\circ}$ - 7 $^{\circ}$	Temp. dagl., pH lgg /uke
9 ^A	ca. 8 $^{\circ}$	Temp.dagl., pH & ledn.evne lgg /år
11 ^A	3,5 $^{\circ}$ - 5 $^{\circ}$	Temp. dagl., pH lgg /mnd.
13 ^A	1 $^{\circ}$ - 7 $^{\circ}$	Temp. & pH dagl.
14 ^A	8 $^{\circ}$ - 10 $^{\circ}$	Temp. dagl., pH ca.lgg/mnd.
15 ^A	6 $^{\circ}$ - 8 $^{\circ}$	Temp. dagl., pH & O2 2gg/uke
16 ^A	2 $^{\circ}$ - 4,5 $^{\circ}$	pH ca. 2gg/uke
17 ^A	1 $^{\circ}$ - 4 $^{\circ}$	Temp. dagl.
18 ^A	ca. 6 $^{\circ}$	Temp. sjelden
19 ^A	2 $^{\circ}$ - 4 $^{\circ}$	Ingen
20 ^A	1,5 $^{\circ}$ - 4 $^{\circ}$	Ingen
21 ^A	2 $^{\circ}$ - 5 $^{\circ}$	Temp. dagl.
23 ^A	4 $^{\circ}$ - 8 $^{\circ}$	Temp.& pH dagl.
10 ^B	0,5 $^{\circ}$ - 5,5 $^{\circ}$	Temp.dagl.,pH ca. lgg/mnd.
22 ^B	4 $^{\circ}$ - 8 $^{\circ}$	Temp. dagl.
24 ^B	2 $^{\circ}$ - 7 $^{\circ}$	Temp. dagl., pH ca.lgg/uke
25 ^B	1 $^{\circ}$ - 7 $^{\circ}$	Temp.4gg/uke, pH sjelden
26 ^B	ca. 6 $^{\circ}$	Temp & pH & ledn.evne & N2/O2 av og til

* Se merknader for Tabell 4.1.

Tabell 4.12. Analyser av råvann fra klekkeri/settefiskanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane våren 1982. Verdiene for aluminium (Al), jern (Fe), kobber (Cu) og sink (Zn) er gitt i $\mu\text{g/l}$; for kalsium (Ca) i mg/l *.

Anlegg nr.	Al	Ca	Fe	Cu	Zn	Har tidligere utført vannanalyse.
1 ^A	160	1,2	93	2	24	Stikkprøve
2 ^A	100	1,2	27	1	18	Stikkprøve
3 ^A	110	0,9	80	2	1	Bare Al
4 ^A	90	3,3	80	4	26	Stikkprøve
5 ^A	70	3,3	10	2	14	Stikkprøve
6 ^A	70	2,2	40	2	14	Stikkprøve
7 ^A	110	12,1	80	1	12	Stikkprøve
8 ^A	150	2,0	200	2	10	Ingen
9 ^A	40	1,4	27	3	8	Stikkprøve
11 ^A	30	1,2	80	1	4	Ingen
13 ^A	130	0,5	50	1	10	Stikkprøve
14 ^A	50	9,6	10	3	18	Stikkprøve
15 ^A	100	2,4	100	2	1	Ingen
16 ^A	70	0,3	27	1	14	Stikkprøve
17 ^A	120	0,4	93	1	1	Ingen
18 ^A	310	0,2	160	1	14	Ingen
19 ^A	100	1,6	50	2	4	Stikkprøve
20 ^A	80	0,9	10	11	16	Ingen
21 ^A	100	0,8	80	2	10	Stikkprøve
23 ^A	130	0,2	188	2	14	Rutine
10 ^B	40	1,5	50	2	4	Stikkprøve
22 ^B	100	0,6	40	2	8	Stikkprøve
24 ^{B**}	-	-	-	-	-	Stikkprøve
25 ^{B**}	-	-	-	-	-	Ingen
26 ^{B**}	-	-	-	-	-	Stikkprøve

* Se merknader for Tabell 4.1.

** Fra disse anleggene ble det ikke tatt vannprøver.

Tabell 4.13. Analyser av vann fra klekkerenner og -kar i klekkeri og settefiskanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane våren 1982. Verdiene for aluminium (Al), jern (Fe), kobber (Cu) og sink er gitt i $\mu\text{g/l}$. Verdiene for kalsium (Ca) er gitt i mg/l . (*).

Anlegg nr.	Al	Ca	Fe	Cu	Zn
1 ^A	100	94	93	3	14
2 ^A	110	1,6	27	1	14
3 ^A	100	1,0	13	3	12
4 ^A	90	3,4	80	2	26
5 ^A	90	3,4	40	2	3
6 ^A	70	54,9	50	1	18
7 ^A	130	1,1	27	1	4
8 ^A	150	2,0	210	2	8
9 ^A	60	1,7	13	1	4
11 ^A	30	1,5	67	2	4
13 ^A	130	1,4	40	2	10
14 ^A	110	1,6	67	1	10
15 ^A	110	2,6	130	2	1
16 ^A	60	1,3	27	1	12
17 ^A	120	0,4	80	3	1
18 ^A	190	2,2	40	4	12
19 ^A	110	1,6	67	2	12
20 ^A	90	35,7	67	3	8
21 ^A	100	0,8	27	2	4
23 ^A	190	0,7	120	2	4
10 ^B	40	1,6	100	1	8
22 ^B	110	0,5	93	3	4

* Se merknader for Tabell 4.1.

Kontroll av råvann og behandlet vann ble utført etter nokså ulike rutiner ved de enkelte anlegg (Tabell 4.11). Hyppigst målt ble temperatur og surhetsgrad (pH). Andre ting som ledningsevne, gassmetning og metaller ble sjelden eller aldri målt. pH ble også sjelden målt ved enkelte anlegg.

Ved flertallet av kommersielle anlegg ble klettevannet oppvarmet. Ett av kultiveringsanleggene brukte også oppvarmet vann. De øvrige kultiveringsanleggene samt sju av de kommersielle brukte råvannstemperaturen ved kletteking.

Til oppvarming av klettevannet ble nesten utelukkende brukt rustfrie varmekolber med effekt fra 10 til 780 kW. Ved ett av anleggene ble brukt et hjemmelaget varmingsanlegg med kobberør. Ved et annet klettekeri ble klettevannet delvis oppvarmet ved å la det gå gjennom en tilførselslange som lå på ca 40 m dyp i sjøen.

Med oppvarming av klettevannet ble dette holdt på ca 6 - 8 °C i kletteperioden.

Oppvarmet vann ble luftet for å fjerne eventuell overmetning av nitrogen. Ved to av klettekeriene med relativt moderat oppvarming (10 kW) ble ikke vannet luftet. Det ble ved det ene av disse påpekt at de hadde hatt problemer med overmetning i vannet.

4.3.4. Klettekeriene

Vedrørende klettekerienes standard og oppbygning var det store variasjoner. Alle unntatt ett klettekeri var lukkede bygninger av ulik standard, og i flere tilfeller var bygningene opprinnelig tiltenkt andre formål enn å være klettekerier. En av oppdretterne hadde klettekeri i en åpen garasje. Omtrent halvparten av klettekeriene var helt eller delvis isolerte og ble oppvarmet om vinteren. Lufttemperaturen ble i disse holdt ved 10 - 15 °C i kalde perioder av hensyn til arbeidsforholdene for røkterpersonalet.

Kunstig belysning ble brukt i alle klekkeriene. To av klekkeriene hadde dessuten dagslys som belysning. Belysning i klekkeriene stod på bare når røkterne arbeidet, ellers minst mulig. Lysstoffrør ble brukt ved 14 av 25 anlegg, de øvrige 11 brukte ordinære lyspærer som belysning.

Klekkeutstyret som ble brukt, var i de aller fleste tilfeller vanlig Californisk understrømsystem med 40 cm x 40 cm klekkebakker og 4 - 7 bakker i hver klekkerenne. Noen oppdrettere hadde konstruert egne klekkerenner enten for supplerende kapasitet ved innlegging av mye rogn eller som prøveforetak. To av kultiveringsanleggene brukte kun hjemmelagde klekkesystemer bestående av renner uten klekkebakker.

Det ble også ved enkelte klekkerier delvis brukt andre klekkesystemer som f.eks. 1 x 1 m klekke- eller startfóringskar.

4.3.5. Klekkerutiner

Av de 25 klekkeri- eller settefiskanlegg brukte ni kommersielle og alle kultiveringsanleggene bare rogn av egen stamfisk. Stamfisken ble da holdt enten ved selve klekkeriet i strykeperioden, eller den var lokalisert et stykke unna med opp til 1 times transport av rogn. To settefiskanlegg kjøpte rogn i tillegg til rogn de selv produserte og ni anlegg kjøpte all rogn som ble lagt inn i klekkeriet.

Nybefruktet rogn ble mottatt i plastkar eller glass fylt 2/3 med rogn, resten vann (jf pkt. 4.2.7). Rogna ble målt opp i vann og lagt inn i klekke-enhetene (bakker, renner eller kar). I klekkebakker på 40 cm x 40 cm ble det lagt fra 1,5 til 3 liter nybefruktet rogn. Enkelte oppdrettere hevdet at 1,5 l nybefruktet rogn pr bakke på 40 cm x 40 cm burde være maksimalt, mens andre satte grensen til ca 3 liter pr bakke.

Ved bruk av 1 m x 1 m klekkekar ble det lagt inn ca 12 l rogn pr kar. De kultiveringsanlegg som brukte renner uten bakker la inn nybefruktet rogn i 1 eller 2 lag i disse rennene.

Rogna lå i mørke med lokk over klekkeenhetene eller i mørkt rom under utvikling. Vanngjennomstrømmingen i vanlige klekkerenner med 7 bakker lå på 10 - 12 l pr min og i renner med 5 bakker ca 7 - 8 l pr min. Vanngjennomstrømmingen i de andre typene av klekkeenheter var noe variabel, avhengig av type og størrelse. Vanlig vannforbruk lå på 1/2 - 1 l vann pr liter rogn pr min. (nybefruktet og øyeroegn).

Ett av anleggene desinfiserte nybefruktet rogn med bufodine før den ble lagt ned i bakkene.

Det var noe forskjell mellom anleggene i praksis ved å plukke død rogn. Ved 11 anlegg ble det praktisert å plukke død rogn første periode, fortrinnsvis første døgn etter befruktning, og senere ved behov etter at øyeroegn var observert. Ved tre anlegg ble det plukket død rogn et fåtall ganger (2-4 ganger) i hele utviklingsperioden. Ved 11 anlegg ble det plukket død rogn hele tiden etter behov fra befruktning til klekking. Ved ett av kultiveringsanleggene ble rogn lagt inn i ett lag i egne konstruerte renner, og de hevdet det var mulig å plukke død rogn hele tiden. De øvrige 10 oppdretterne hadde erfart at kontinuerlig plukking av død rogn fra 40 cm x 40 cm klekkebakker med ca 2,5 l rogn i hver bakke var fullt mulig, og dette var derfor innført som vanlig praksis.

4.3.5. Renhold og desinfeksjon i klekkerier

Golv og utstyr brukt i klekkeriene, ble rengjort en gang i uken i klekkesesongen. Mellom sesongene ble alt utstyr og hele rommet desinfisert, i de fleste tilfeller med formalin. Noen oppdrettere lot bare alt utstyr i klekkeriet tørke og stå tørt mellom klekkesesongene.

Desinfeksjon av roгна i utviklingsperioden ble også praktisert i de fleste tilfeller. Ved fem av 25 anlegg ble det ikke brukt noen form for desinfeksjon av roгна. Av de 20 andre brukte 13 oppdrettere malakittgrønt som forebyggende behandling mot sopp 1-2 ganger pr uke. Ved de øvrige sju anleggene ble det ved seks anlegg brukt malakitt kun etter behov, eller et fåtall ganger gjennom hele klekkeperioden (2 - 4 ganger). Ved ett anlegg ble det som desinfeksjon kun brukt bading i Bufodine ved øyerognstadiet.

Rengjøring av selve bakkene og rennene ble kun utført før innlegging, ved øyerognstadiet og delvis etter klekking. Ved øyerognstadiet ble roгна tatt ut av bakkene. Bakkene og roгна ble skylt og sortert før den ble lagt tilbake igjen i rene bakker. Ved kultiveringsanleggene der egne hjemmelagede klekkerenner ble benyttet, var det ikke vanlig å ta ut roгна og skylle den ved øyerognstadiet. De lot den bare ligge i ro fra innlegging til klekking. Ved bruk av vanlige 40 cm x 40 cm bakker ble roгна tatt ut og skylt også ved disse anleggene.

4.3.6. Angitte årsaker til dødelighet av roغن og nyklekket yngel

Noen oppdrettere fremhevet at de hadde erfart tildels svært ujevn klekking av roгна. Det var særlig enkelte partier av innkjøpt roغن og individuelle grupper av roغن, både av egen og annens stamfisk, som viste dårlig klekkeresultat. Som årsaker til dødelighet ble oppgitt disse mulige alternativene:

- stor variasjon mellom stamfisk
- overmoden roغن
- skader ved transport, håndtering og stryking
- skader under følsomme perioder i klekkeriet
- infeksjoner (sopp o.l.)
- dårlig roغنkvalitet (undefinert)
- dårlig vannkvalitet

Det sistnevnte punktet ble ikke fremhevet å være årsak til de forekommende variasjonene, men heller til et mer generelt dårlig resultat i enkelte sesonger. I Hordaland og Sogn og Fjordane er det naturlig at dårlig vannkvalitet ofte sees i sammenheng med sur nedbør, bløtt vann og giftige nivåer av aluminium. Serien av stikkprøver av ferskvann fra klekkerier viste totalmengder av aluminium som i mange tilfeller lå noe høyt, og som i gitte situasjoner kanskje kan være årsak til yngeldødelighet (jfr. pkt 4.3.2 og Tabell 4. 13 og 4.14). Hvorvidt metallinnholdet var direkte årsak til dødelighet av rogn, kan vanskelig sies noe om idet man foreløpig vet lite om rognas følsomhet for aluminium.

Overmoden rogn ble av enkelte hevdet å være en alvorlig dødsårsak i enkelte tilfeller. Dette ble imidlertid motsagt av andre idet stryking av stamfisk foregikk ganske hyppig, og overmoden rogn var relativt lett å oppdage under strykingen. Hardhendt behandling ved stryking og befruktning ble også lite vektlagt som mulig årsak til dødelighet. Transport av rogn over lengre strekninger og med flere omlastinger ble fremhevet å gi dårlig resultat av enkelte partier. Ved ett av anleggene hadde de ved et par tilfeller mottatt rogn som hadde vært transportert mellom 50 og 100 timegrader. Disse partiene ga noe dårligere resultat enn gjennomsnittet, og det ble hevdet at det forekom mye kvitprikksjuke på disse eggene.

Skader påført eggene mens de lå i klekkeriet, ble også hevdet å være årsak til noe dødelighet. Med "skader" menes her påkjenninger som berøring av bakker, plukking av død rogn o.l. mens rogn er i en følsom periode. Videre ble soppvekst på døde egg hevdet å kunne smitte over på levende egg.

Noen oppdrettere hevdet at varierende resultater også delvis var forårsaket av generell dårlig eggkvalitet. Dette viste seg, ble det hevdet, ved at rogn fra villfisk ga noe bedre og jevnere klekkeresultat enn rogn fra oppdrettsfisk. Forøvrig var det ingen som kunne gi noen god beskrivelse av hva som mentes med "dårlig eggkvalitet". Førstegangsgytende laks så ut for å

gi noe bedre eggkvalitet enn flergangsgangsgytere. Også dette var noe uklart definert.

Som kriterier for kvalitet av rogn ble nevnt farge, størrelse og modningsgrad. Fargen på rogn kunne variere mye, og ved ett anlegg ble det hevdet at bleik rogn ga relativt høy dødelighet i klekkeriet. Andre oppdrettere kunne ikke gi noen sannsynlig sammenheng mellom farge på rogn og dødelighet i klekkeriet.

Ellers ble det av en oppdretter hevdet at rognkvaliteten varier- te mer mellom individuelle grupper av fisk enn fra år til år, og at fôr og fôringsrutiner var avgjørende for å kunne oppnå en noenlunde jevn eggkvalitet.

Det kan være av betydning å tilføye at ingen oppdrettere ga noe uttrykk for at de mente at kvaliteten av deres egen stamfisk og rogn var spesielt dårlig. Opplysninger om generelt dårlig eller moderate resultater kom fram stort sett bare ved konkrete spørsmål om dette. Dette viser at undersøkelsen på dette punktet er meget subjektiv.

4.3.7. Mengde innlagt rogn og klekkerresultater

Spørsmålene vi stilte angående klekkerresultatene, var hva som kunne regnes for å være et akseptabelt resultat. Med dette håpet vi å få frem hvilket resultat den enkelte oppdretter kunne oppnå med bakgrunn i erfaringer fra sitt eget anlegg, og vi håpet også at opplysningene kunne være relativt uavhengig av hva andre oppdrettere hadde oppnådd. Det andre spørsmålet vedrøren- de dette var om det siste årets klekkerresultat var i samsvar med tidligere erfaringer.

De foreliggende data om klekkerresultatene og overlevelse av yngel til ferdig startfôring virker usikre i mange tilfeller. Mye av grunnen til dette er at mange oppdrettere bare hadde en subjektiv vurdering av resultatene. I Tabell 4.14 er vist i

hvilken grad oppdretterne førte journal i klekkesesongen. En nokså vanlig måte å registrere dødelighet på, var å måle volumet av døde egg og yngel. Ved noen anlegg ble dødelighet registrert ved å måle volum av døde egg og yngel når dette forekom i relativt store mengder. Fire av de fem kultiveringsanleggene praktiserte å telle døde rogn og yngel hele tiden. Denne metoden ble også benyttet ved tre kommersielle anlegg.

Tallene som ble oppgitt viser klekkeresultater rundt 70 - 80% av innlagt rogn. Klekkeresultatene som ble oppgitt fra kultiveringsanlegg viser tall fra 90 - 95% av innlagt rogn. Det ene kultiveringsanlegget hadde siste året bare innkjøpt rogn av oppdrettsfisk. Denne rogn ga et klekkeresultat rundt 80% og er oppført i tabellen (anlegg nr 22). Hvis vi sammenligner klekkeresultater fra rogn av oppdrettet laks med resultatene for rogn av vill laks ser vi at vill rogn gir inntrykk av noe bedre og jevnere klekkeresultat. Klekking av oppdrettsrogn gir gjennomsnittlig 80% av innlagt, mens vill rogn gir 90 - 95%.

Tabell 4.14. Innlegging av rogn og klekkesresultater ved oppdrettsanlegg og kultiveringsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane. *

Anlegg nr.	Innlagt som **	Klekt av innl. (%)	Overlevd startf.(%)	Var. ***	Registrering/journal.
1 ^A	N/∅	-	-	++	Ingen journal
2 ^A	N/∅	Ca 70	Ca 60	+	Journal
3 ^A	N/∅	Ca 80	Ca 75	0	Journal
4 ^A	N	Ca 90	Ca 85	++	Journal
5 ^A	N/∅	85-90	Ca 80	-	Journal
6 ^A	∅	85-90	Ca 80	+	Journal
7 ^A	N/∅	Ca 80	70-75	+	Journal
8 ^A	N/∅	-	Ca 70	-	Ingen journal
9 ^A	/∅	75-80	Ca 60	++	Journal
10 ^B	N	Ca 90	-	0	Journal
11 ^A	N	Ca 85	75-80	0	Journal
13 ^A	N	Ca 75	55-60	+	Journal
14 ^A	N/∅	-	Ca 75	+	Ingen journal
15 ^A	N/∅	-	70-80	++	Journal
16 ^A	N	85-90	80-85	-	Journal
17 ^A	N	Ca 70	-	-	Ingen journal
18 ^A	N/∅	Ca 80	-	-	Ingen journal
19 ^A	N	ca 75	-	+	Journal
20 ^A	N	ca 90	-	0	Ingen journal
21 ^A	N	ca 70	-	-	Journal
22 ^B	N	ca 80	-	+	Ingen journal
23 ^A	N/∅	ca 95	-	0	Journal
24 ^B	N	ca 90	-	0	Journal
25 ^B	N	ca 90	-	0	Journal
26 ^B	N	90-95	-	0	Journal

* Se merknader for Tabell 4.1.

** N = nybefruktet, ∅ = øyerogn,

*** 0 = liten eller ingen variasjon mellom grupper,
+ = noe variasjon, ++ = tildels mye variasjon.

Tabell 4.15. Innlagt mengde rogn i forhold til konsesjonskapasiteten ved oppdrettsanlegg i Hordaland og Sogn og Fjordane *

Anlegg nr.	Totalt innlagt l (1000) **	Konsesjon (1000)	Beregnet kapa- sitet i l (1000) ***	TI/K ****
1 ^A	30 (135)	35	42 (189)	3.8
2 ^A	230 (1035)	400	240 (1080)	2.6
3 ^A	180 (810)	200	218 (983)	4.1
4 ^A	291 (1309)	350	240 (1080)	3.7
5 ^A	235 (1057)	1200	325 (1464)	0.9
6 ^A	430 (1935)	500	264 (1188)	3.9
7 ^A	456 (2052)	700	492 (2214)	2.9
8 ^A	50 (225)	150	72 (324)	1.5
9 ^A	158 (711)	450	525 (2362)	1.6
11 ^A	-	250	50 (225)	-
13 ^A	180 (210)	500	168 (378)	0.4
14 ^A	30 (135)	130	50 (148)	1.0
15 ^A	-	400	660 (2970)	-
16 ^A	140 (675)	30	112 (504)	22.5
17 ^A	-	90	300 (1350)	-
18 ^A	-	-	10 (45)	-
19 ^A	24 (108)	20	24 (108)	5.4
20 ^A	60 (270)	50	56 (252)	5.4
21 ^A	-	50	73 (328)	-
23 ^A	280 (1260)	500	300 (1350)	2.5

* Se merknader for Tabell 4.1.

** Antall egg er beregnet ut fra et gjennomsnitt på 4500 pr l.

*** Tallene er beregnet ut fra antall klekkeenheter og oppgitt mengde rogn plassert i hver enhet.

**** Forholdet mellom total mengde innlagt rogn (TI) og konsesjonsstørrelsen (K).

De få data angående overlevelse til og med startfóring viser tall mellom 55% og 85%. Disse tallene virker noe høye særlig når vi sammenligner med erfaringer fra forsøk med startfóring av lakseyngel under kontrollerte betingelser. Her betrakter en startfóringssdødelighet rundt 15 - 20% som relativt normal.

Dataene for klekking og startfóring virker i det hele noe høye for de fleste kommersielle anlegg. Ved kultiveringsanlegg har vi egentlig ingen kontrollmulighet for klekkedataene. Det har vi til en viss grad for kommersielle settefiskanlegg. Ut fra utsagn og regnskaper som oppdrettere selv har, kan det være grunn til å tro at produksjonen av smolt i de fleste tilfeller ikke når opp mot den tildelte konsesjon. Den mengde rogn som legges inn i klekkeriene er i de fleste tilfeller svært stor. Alt fra ca 1 til over 20 ganger konsesjonene blir lagt inn i form av egg i klekkeriene (Tabell 4.15). Dette må altså bety at det antall individer som dør fra innlegging av egg til ferdig smolt er svært høyt, og at vi må være forsiktige med å vektlegge de her oppgitte klekkeresultatene. Her må vi også ta i betraktning nødvendige forbehold som f.eks. salg av øyerogn, nyklekket og startfóret yngel slik at verdiene for det enkelte anlegg kan forskyves noe.

Resultatene fra denne undersøkelsen viser stor spredning i materiale og arbeidsmetoder innen oppdrett av stamfisk og klekking av rogn. Dataene har imidlertid en slik struktur at det ikke er mulig å trekke noen bastante konklusjoner som kan forklare årsakene til de observerte variasjonene i kvalitet av rogn og stamfisk. En total vurdering av opplysningene har likevel vært en del av grunnlaget for konklusjonene gitt i Kap. 3 og 11.

5. AVLSARBEID

Av

GUNNAR NÆVDAL og TRYGVE GJEDREM

5.1 ARVELEG VARIASJON I PRODUKSSJONSEIGENSKAPANE

Omkring 1970 vart det sett i gang arbeid for å klarleggje om det er arveleg variasjon i karakterar som påverkar produksjonen hos laksefisk. Dette arbeidet har halde fram sidan den tid. Størst omfang har arbeidet hatt ved Forskningsstasjon for laksefisk, Sunndalsøra og Averøya, finansiert av Norges Landbruksvitenskapelig forskningsråd. Liknande forsøk er utført ved Akvakulturstasjonen Matre og Akvakulturstasjonen Austevoll i regi av Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt.

Utgangsmaterialet var befrukta lakserogn frå omlag 50 norske og nokre få utanlandske vassdrag. Frå kvart vassdrag blei det samla inn rogn for oppdrett av frå to til seksten familiar, det vil seie fullsysken.

Familiane blei oppdretta i kvar sine kar til fisken blei stor nok til å bli merka. Etter merking blei fisken føra opp under normale oppdrettsvilkår, delvis ved forsøksstasjonar, delvis ved kommersielle oppdrettsanlegg. Produksjonseigenskapane for denne fisken er så registrert gjennom heile livssyklusen.

For regnbogeaure er det starta og gjennomført liknande program, men materialet er her innkjøpt rogn frå private oppdrettarar.

Det vart snart klart at det eksisterer store arvelege variasjonar i eigenskapane tilvekst (både i ferskvassfasen og i sjøfasen) og alder ved kjønnsmodning for begge artene. For laks var variasjonane mellom familiar innan stammar omlag like stor som variasjonen mellom stammar, serleg når det gjaldt veksteigenskapane.

Seinare er det også funne arveleg variasjon i karakterar som har med slaktekvalitet å gjere, spesielt feittinnhald (kjøtfeitt) og evnen til å ta opp pigment. Det er også funne arvelege variasjonar i motstandsevna for visse sjukdommar.

Vi treng ikkje her gå inn på metodane som blir brukte for å finne ut kor stor del av dei variasjonar som førekjem, som er arveleg kontrollert. Dette er rekna ut frå likskap innan og mellom familiar, med utgangspunkt i at stor grad av likskap mellom slektningar viser stor grad av arveleg kontroll. Graden av likskap mellom foreldre og avkom er brukt for å stadfesta vurderingar som er gjort på grunnlag av syskengrupper. Det er også vist at innavl (samanparing av slektningar) gir redusert vekst og overleving. Familiane som har vist dei beste produksjonsegenskapane under gode oppdrettstilhøve, har også vist seg å vere dei beste ved moderate og heller dårlege tilhøve.

Ut frå dei resultatane som er oppnådd, kan vi dra desse konklusjonane:

- a) Materialet som blir brukt i norsk fiskeoppdrett i dag, er av sterkt varierende kvalitet med omsyn til arvelege produksjonsegenskapar.
- b) Det synest å liggje godt til rette for å endre produksjonsegenskapane for laksefisk i oppdrett gjennom avlsarbeid.
- c) Gjennom utvalgsarbeid ved Forskningstasjon for laksefisk er tilveksten for laks og regnbogeaure auka 3 - 4 % pr år samanlikna med fisk som ikkje har vore utsett for slikt utvalg.
- d) For å gjere eit sterkt utvalg er det nødvendig å prøve ut eit stort materiale.
- e) Så langt vi kjenner til er det heller ikkje nødvendig å gå inn for å produsera stammer som er særskilt tilpassa ulike deler av landet.

5.2. FAMILIEUTVALG OG MASSEUTVALG

Avlsmetodane deler vi ofte inn i reinavl og kryssningsavl. Reinavl er den enklaste og går i korte trekk ut på at vi vel stamfisk av dei individ og familiane som viser dei beste produksjonsegenskapane. Kryssningsavl er kryssing av stammar eller innavla linjer for å få fram såkalla kryssingseffekt, det vil seie at kryssingsproduktet er betre enn den beste av foreldrepopulasjonen. Kryssing av naturlege stammar av laks, sjøl ved kryssing av norsk og kanadisk laks, har ikkje gitt spesielt gode resultat, og det er lite truleg at dette nokon gong vil få praktisk betydning. Litt meir usikkert er det med kryssing av innavla linjer som det framleis blir arbeidd med, og det er ennå for tidleg å avgjere kva praktiske følgjer dette kan få. Men så langt vi ser det i dag, er det reinavl som har dei største praktiske konsekvensane for norsk oppdrettsnæring. Reinavl kan gjennomførast etter to utvalgsmetodar:

- a. Individutvalg (masseutvalg)
- b. Familieutvalg.

Når det gjeld individutvalg, kan dette vere effektivt når variasjonane i høg grad er kontrollert av arvelege faktorar (høg arvegrad) og for karakterar som kan avlesast på levande fisk, t.d. vekt ved ein bestemt alder. Familieutvalg er basert på utvalg av familiar som i gjennomsnitt viser dei beste produksjonsegenskapane. Ein del karakterar må baserast på familieutvalg fordi ein del individ av kvar familie må slaktast før avlsverdien kan fastsetjast, t.d. pigmenteringsgrad.

Familieutvalg er alltid det mest effektive. Serleg når arvegraden er låg eller moderat høg, er familiegjennomsnittet eit betre mål for avlsverdien for eit individ enn eigenskapen ved individet sjøl. Familieutvalg krev at vi må kunne halde kvar familie for seg til fisken blir stor nok til å bli merka, og det krev også eit omfattande merkearbeid. Dette arbeidet er derfor lite

aktuelt for kommersielle oppdrettsanlegg, eller for forsøksstasjonar som ikkje er spesielt konstruert for eit slikt formål. Individutvalg kan derimot drivast av alle som har overskot av fisk som kan brukast til stamfisk, og dei fleste rognprodusentane driv ei eller anna form for slikt utvalg. Effekten av dette utvalget er vanskeleg å måle og vurdere. Likevel er det grunn til å tru at individutvalg for produksjonskarakterar som vekst og alder ved kjønnsmodning har hatt positiv effekt i mange tilfelle. Eit avlsprogram i regi av offentlege institusjonar eller oppdrettarorganisasjonar bør likevel baserast på familieutvalg. På den måten kan vi nytte ut variasjonar der arvegraden er heller liten, og fordi vi dermed kan drive utvalg for karakterar som ikkje kan avlesast på individet sjøl, men som krev opplysningar om eigenskapane ved familien.

5.3. MODELL FOR AVLSARBEID

Stamfiskutvalget har diskutert ulike metodar for å spreie arveleg framgang frå forskningsstasjonane til praktisk fiskeoppdrett på ein rask måte, eller for å finne eit system der materiale med gode produksjonsegenskapar blant kommersielle oppdrettarar blir tatt vare på og spreidd til så mange som råd er.

Ein av metodane som har vore presentert for utvalget og diskutert, er etter modell frå svineavl. Kort går den ut på at dei setjefiskoppdrettarane som har den beste fisken, blir plassert i ei elitegruppe. Dei driv sjøl masseutvalg for dei karakterane der slikt utvalg kan brukast, og dei kan kjøpe foredla materiale frå forsøksstasjonane og vidareforedle det sjøl. Ved denne modellen må det utviklast eit system for kontroll av produksjonsegenskapane, og det må også utviklast eit prissystem som er slik at arbeidet vil svare seg økonomisk for den som driv det.

Den andre modellen er utarbeidd ved Forskningsstasjon for laksefisk. Modellen er presentert for Stamfiskutvalget. Den blei også lagt fram ved konferansen "Avlsarbeid og smoltkvalitet i norsk fiskeoppdrett", i samband med Fiskoppdrett-83 i Trondheim i august 1983. Føresetnaden er at avlsarbeidet skal styrast av eit avlsråd på landsbasis og avlsutvalg på fylkesbasis. Norske Fiskeoppdretteres Forening har hatt ein komite for å arbeide med planane. Modellen skal her skisserast i korte trekk. Skjematisk er den framstilt i Figur 5.1 og 5.2.

SPREIING AV AVLSMESSIG FRAMGANG

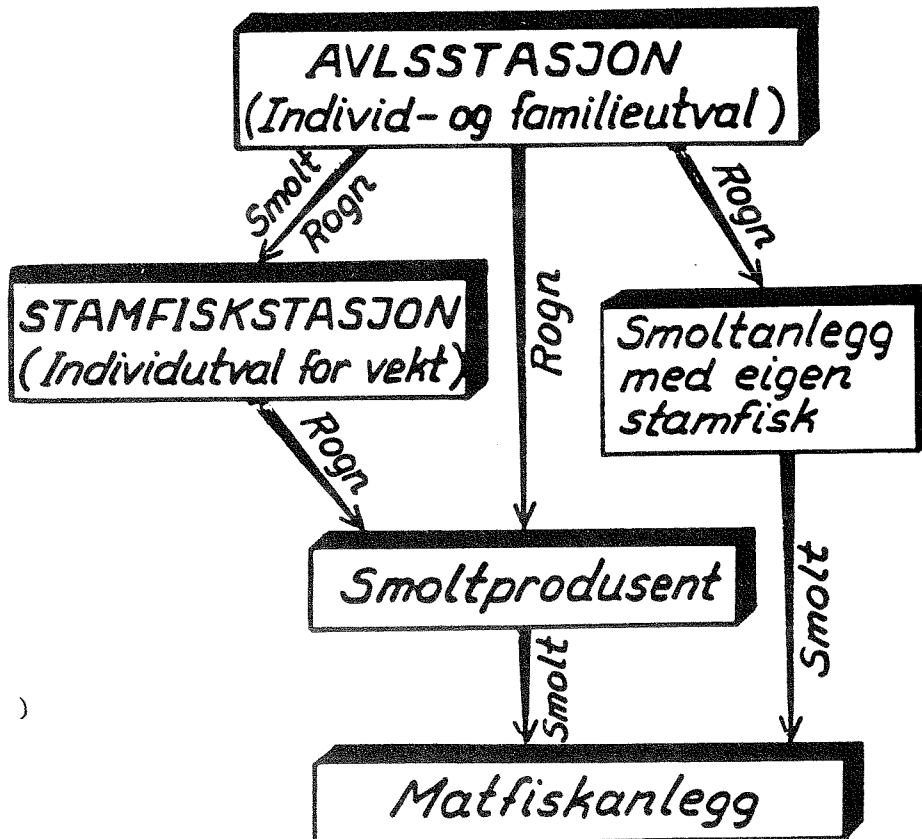


Fig. 5.1

ORGANISERING AV AVLSARBEIDET.

	<i>Organisasjon</i>	<i>Arbeidsområde</i>
<i>Landsplan</i>	<i>Norske Fiske- oppdretteres Forening (NFF)</i> ↓ <i>Avlsråd (Avlskonsulent)</i>	<i>Avlsstasjonar</i> <i>Utval for alle økon. eigenskapar</i> <i>Prod. av rogn og mjølke</i>
<i>Fylkesplan</i>	<i>Fylkeslag av NFF</i> ↓ <i>Avlsutval (Konsulent)</i>	 <i>Stamfisk- stasjon</i> <i>Utval for tilvekst</i> <i>Prod. av rogn</i>

Fig. 5.2

Sentralt står avlsstasjonane der det blir drive individ- og familieutvalg for dei aktuelle produksjonseigenskapane. Det er foreslått to slike avlsstasjonar i landet, og kvar skal ha kapasitet til å teste minst 150 familiar av kvar art (laks og regnbogeaure) kvart år. Forskningsstasjon for laksefisk, Sunndalsøra og Averøy, er foreslått som ein av desse avlsstasjonane. Ein ny avlsstasjon er nå under bygging på Kyrksæterøra, Sør-Trøndelag.

Avlsstasjonane leverer normalt rogn eller smolt til stamfiskstasjonane. Det er rekna med minst 4-5 stamfiskstasjonar på landsbasis. Stamfiskstasjonane er sjøanlegg og gjerne også setjefiskanlegg. Stamfiskstasjonane måler produksjonseigenskapane og gjer utvalg for god tilvekst. Dei leverer til smoltprodusentar som igjen leverer smolt til matfiskoppdrettarar. Avlsstasjonane kan også levere rogn direkte til smoltprodusentar eller smoltprodusentar med eigen stamfisk.

Ved avlsstasjonane blir det utført eit sterkt utvalg, f.eks. ved at ein tek stamfisk berre frå dei 10 beste familiane. Innan desse familiane blir det valt berre dei tyngste hann- og hofiskane. I neste generasjon blir ca. 200 fullsyskengrupper lagt i klekkeriet kvart år. I praksis vil det truleg bli liten skilnad på materialet ved avlsstasjonane og ved stamfiskstasjonane (som også gjer ein del utvalg). Etter ei tid vil det også vere liten skilnad på materialet som er i praktisk oppdrett, og det som blir testa ved avlsstasjonane.

Stamfiskutvalget rår til at den siste modellen blir tatt i bruk, og at Norske Fiskeoppdretters Forening organiserer arbeidet. Inntil arbeidet kjem i gang, vil vi rå til at det arbeidet som i dag blir drive ved forsøkstasjonane, blir halde fram. Vidare vil vi også rå til at det blir gjort individutvalg for gode produksjonseigenskapar ved utplukking av stamfisk i kommersielle oppdrettsanlegg.

6. FÓR TIL STAMFISK

Av

ERLAND AUSTRENG og TORBJØRN ÅSGÅRD

I naturen går reproduksjonen sin gang under høgst forskjellige forhold. Laksefiskene er i så måte ikke noe unntak. De tilpasser seg det meste - men desverre ikke alltid de forhold som rår i oppdrett. Hva er det så vi gjør feil? Det kan vel være noe forskjellig. Her skal vi se litt på enkelte faktorer av betydning innen ernæring og fóring.

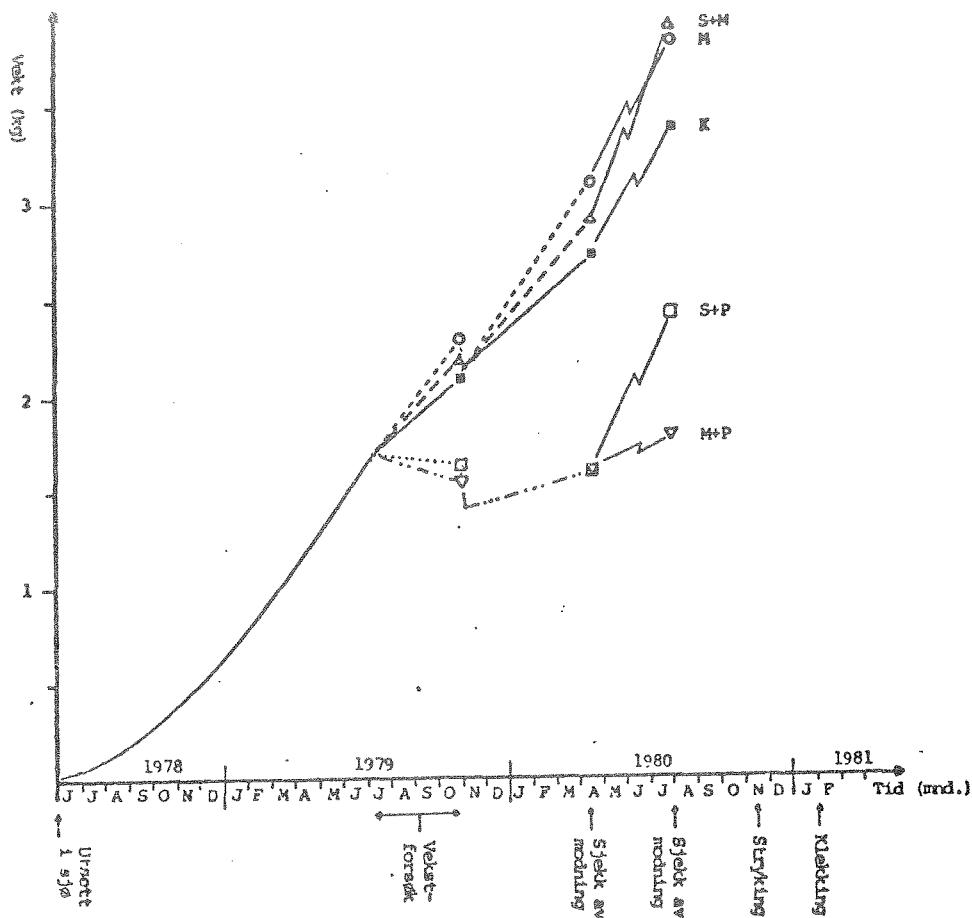
Leiter vi litt i litteraturen etter stoff omkring reproduksjon hos fisk, finner vi svært mange beskrivende artikler. Det meste går på eggenes antall og størrelse samt moras alder og opphavslokalitet. Dessuten er det skrevet en del om hormoner og variasjoner gjennom reproduksjonstida for disse. Begrenser vi litteraturutvalget til det som kan være interessant for oppdrett av laksefisk, er det lite igjen. I det følgende er det derfor tatt med litt om andre arter enn laksefisk der forholdet mellom fóring og reproduksjon er nærmere undersøkt.

6.1. VEKST

Fisk har en kontinuerlig vekst som enten kan komme i form av vanlig vekst eller reproduksjon. En del litteratur viser at fisken må nå en viss størrelse før den "bestemmer" seg for å bli kjønnsmoden eller ikke. Fra ville populasjoner synes det imidlertid som om alder kan kompensere noe for manglende størrelse (WOODHEAD 1960). Dessuten inntreffer kjønnsmodning ved lågere vekt når ernæringstilstanden er dårlig. Generelt er det slik at næringsbehovet øker hos dyr under reproduksjon. Fiskene er ikke

noe unntak. Hos mange arter, deriblant laksefiskene, er det imidlertid en faseforskyvning - det høge næringsbehovet kommer på et tidligere tidspunkt i reproduksjonsfasen enn for mange andre dyr - for så å etterfølges av en periode med lite eller ikke noe næringsinntak. Utløsning av kjønnsmodningsprosessen ser ut til å foregå i flere trinn. Det første trinnet utløses ved at testosteron-mengden i blodet øker, noe som hos laks skjer i januar-februar i gyteåret (WRIGHT, HUNT and SIMPSON 1980). Dette etterfølges av en periode med økt appetitt. Neste store hormonforandring kommer når vandringsen starter, fóropptaket reduseres og gonadeutviklingen kommer i gang. I perioden mellom hormonforandringene skal fisken komme i god kondisjon. Med utgangspunkt i disse refleksjonene, vil det være naturlig å fóre fisken ekstra godt i denne tida. Det foreligger ikke mange fóringforsøk som går på hele sjøperioden, og som gir oss klar informasjon om kjønnsmodningen kan påvirkes av fóring. I et forsøk som vi gjorde ved Forskningsstasjon for laksefisk i 79-81 (delvis publisert av Austreng 1980), hadde vi langtidstest av ulike fórblandinger.

Forsøket var lagt opp for utprøving av fórfisk konservert med ulike syrer. Fórfisken var ei trålfiskblanding (60 % vassild, 20 % sølvtorsk, 10 % uer mm) med høgt fettinnhold. I vekstforsøket var det med både regnbueaure og laks, men bare laksen gikk inn i langtidstesten. Fóret ble konservert i juni 1979. Fóringa starta i juli, og laksen som da hadde gått i sjøen i vel ett år, var i middel 1700 g. Vektutviklingen hos fisken er vist i fig. 6.1. Noen av surfórtyperne ga god vekst. Der det var brukt maur-syre eller svovelsyre + maursyre til konserveringen, ble tilveksten noe bedre enn for det fryselagra kontrollfóret. Propionsyre i fóret ga derimot vekttap.



Figur 6.1. Vektutvikling hos laks i langtidsforsøk med surfór. M = fór med maursyre, P = fór med propionsyre, S = fór med svovelsyre og K = fryselagra kontrollfór.

Ved avslutningen av vekstforsøket i månedskiftet oktober-november ble en del laks satt over i langtidsforsøk. Fisken fikk fortsatt de samme fórtypene for at eventuelle fysiologiske forandringer kunne klarlegges. Fisken ble veid og kontrollert 16. april og 1. august 1980. Fra kjønnsmoden fisk ble det strøket rogn i november, og klekkesresultatet ble kontrollert i mars 1981. Ved kontrollen 16. april hadde tilveksten vært god med de samme fórtypene som ga god tilvekst i vekstforsøket. Fórtypene med propionsyre gav en liten tilvekst gjennom vinteren. Kjønnsutviklingen ble kontrollert på fem fisk fra hver fórtipe. Det hadde ikke foregått noen fortykning eller lengdevekst av gonadene hos noen av fiskene.

Første august ble fem nye laks tatt ut fra hver gruppe. Der laksen hadde hatt god tilvekst, var samtlige hannfisk og fem av seks hofisk i kjønnsmodning. For gruppene med propionsyre i fóret, var to av fire hannfisker og ingen hofisk kjønnsmodne. All rogn som ble lagt inn i klekkeriet, klekket normalt. Resultatene viser at laks med normal vekst andre året i sjøen, har blitt normalt kjønnsmoden. Derimot har fisk med liten eller ingen tilvekst i samme periode, vist sterkt redusert kjønnsmodning. Ved målingene 1. august 1980 viste kondisjonsfaktoren seg å forkare omlag halvparten av variasjonen i kjønnsmodningsgrad (lengde av kjønnsprodukt/ lengde av fisk). For fisk i modning var gjennomsnittlig kondisjonsfaktor 1,18 mens den for de øvrige var 1,02. Dette indikerer at fisken må ha en viss kondisjon for å kunne gjennomføre gytingen. Disse resultatene viser at ved dramatiske utslag av fóring påvirkes reproduksjonen. Spørsmålet er så om fórsammensetningen har betydning.

6.2. HOVEDNÆRINGSSTOFFENE

Proteinets aminosyrer brukes som kjent i første rekke som strukturelement, men er også viktige ellers i stoffskiftet. Eventuelt overskudd brukes som energi. Fettet er i hovedsak en energikilde. I tillegg har enkelte fettsyrer stofflig betydning. Karbohydrat er lite vanlig i fiskens naturlige diett, men det kan dekke en del av fiskens energibehov uten at det er til skade. Den energien som ikke nyttes øyeblikkelig, går inn i fiskens fettlager. Balanse mellom hovednæringsstoffene er viktig. For fisk i vekst, regner vi at opp i mot halvparten av den omsettelige energien bør komme fra protein mens resten kan komme fra fett og karbohydrat. Energien fra karbohydrat bør ikke utgjøre mer enn 12 %. Hvordan bør så fóret til stamfisk settes sammen? SMITH et al. (1979) prøvde tre ulike tørrfór til regnbueaure i lag med et fjerde kontrollfór. Forsøksfórene var beregnet til å ha lågt, middels og høgt protein- og energinivå, mens kontrollfóret låg på linje med høgnivåfóret. Det ble konkludert med at "høg"- gruppa ga større fisk, større egg og flere

egg per fisk. Antall egg per kg stamfisk var høyest hos "låg"-gruppa. Fisk fra "høg"-gruppa reduserte etter hvert fóropptaket sitt til halvparten av inntaket hos "låg"-gruppa. Det siste skulle tyde på at fisk i "høg"-gruppa tidlig kom i god nok kondisjon til å kunne gjennomføre gyting. Balansen mellom hovednæringsstoffene varierte lite i fórene som ble brukt, vesentligst var omfordeling mellom karbohydrat og fett. Ut i fra vår definisjon på balansert fó, var det imidlertid bare fóret med høgt protein- og energinivå som var godt nok. TAKEUCHI et al. (1981 a og b) har gjort et forsøk med tørrfór til regnbueaure, hvor de karakteriserer forsøksfóret som lågprotein- og høgenergifór. Av den omsettelige energien kom 43% fra protein, 45% fra fett og 12% fra karbohydrat. Dette er hva vi i Norge ville karakterisere som et bra balansert fó. Kontrollfóret i det japanske forsøket var et handelsfór med mer protein og mindre fett enn forsøksfóret.

Resultatene viste at forsøksfóret i alle stadier av fiskens liv gav tilfredsstillende vekst. Også overleving av avkommet var meget bra. Det ble ikke påvist forskjeller mellom forsøksfór og kontrollfór.

6.2.1. Protein

Det er kjent at behovet for protein og fett til danning av kjønnsprodukt er stort. For stillehavslaks (Oncorhynchus tshawytscha) er det beskrevet (GREENE 1926) at den under kjønnsmodningen mista 51,6 % av total muskelmasse; fettinnholdet falt fra 15,5 til 2,0 % og proteininnholdet fra 17,0 til 13,7 %. Dette viser at kjønnsproduktene blir sterkt prioritert i stoffskiftet. For å unngå for sterk tæring på muskelprotein, er det viktig med store fettlager før kjønnsmodning og velbalansert protein- og fettforsyning så lenge fisken er villig til å ta opp fó. Når det gjelder forsøk med ulikt proteininnhold i fóret til stamfisk, er det gjort lite med laksefisk. Ut fra de allerede nevnte forsøkene til SMITH et al. (1979) og TAKEUCHI et al. (1981

a og b), synes det som om våre retningslinjer med oppimot 50 % av den omsettelige energien fra protein er høvelig også for stamfisk.

6.2.1. Fett

Fettinnholdet i rogn er høgt hos laksefisk, og under utviklingen overføres fett gradvis til rogn (TAKASHIMA et al. 1971). Så lenge fisken tar opp nok fôr, behøver den ikke tære på kroppslager for å overføre fett til rogn. Både fett, protein og karbohydrat kan tjene som råstoff til oppbygging av fett, men når fisken slutter å ete, må alt byggematerialet til rognfettet komme fra fett eller protein ellers i kroppen. Så lenge fisken har rikelig fettlager, kan fett herfra overføres til rogn. Er fisken derimot mager, vil det bli langt sterkere nedbryting av muskelproteinet. På tilsvarende måte er det med all energien til vedlikehold av livsprosessene i sulteperioden. Prinsipielt er situasjonen den samme for ho- og hannfisk selv om hannfisken bruker mindre energi til gonadeutviklingen og mer til aktivitet enn hofisken. Stamfisk må ha relativt store fettlager til å tære på i reproduksjonsperioden. Energitilførselen til stamfisk må derfor være god så lenge fisken er villig til å ta opp fôr. Et fôr som er balansert i samsvar med de generelle retningslinjer, synes å være høvelig i denne perioden. Generelt prioriteres utviklingen av kjønnsprodukter meget sterkt når den først er kommet i gang. Dette går så langt at foreldrefisken ofte bukker under etter gyting. Blir det knapt med ressurser for å utvikle rogn, resorberes en del rognkorn til fordel for de gjenværende (SCOTT 1962). Ved knapp næringstilførsel får rogn et lågare fettinnhold (KUZNETSOV and KHALITOV 1979). Dette medfører at yngelen har mindre energireserver. Behovet for essensielle fettsyrer er av CASTELL et al. (1972) bestemt til 1 % av fôret eller 2,7 % av energien. I forsøk der klekkesultatene er vist, fant SHIMMA et al. (1977) redusert klekkesbarhet på karperogn der midre enn 10 % av fettsyrene var C 22:6. I et forsøk over tre år med linolenat som eneste kilde for essensielle fett-

syrrer til regnbueaure, viste YU, SINNHUBER and HENDRICKS (1979) at 1 % linolenat var tilstrekkelig for å oppnå normal kjønnsmodning, klekkbarhet og yngelvekst. Den vanlige normen synes derfor tilstrekkelig også for stamfisk.

6.2.3. Karbohydrat

Det er ikke påvist direkte behov for karbohydrat i fóret til laksefisk, og det er da heller ikke vanlig ingrediens i laksefiskenes naturlige diett. Likevel nyttes det en del karbohydrat i fóret. Dette kan gjøres fordi det i flere forsøk er vist at laksefiskene kan fordøye og omsette en del karbohydrat uten at det gir uheldige utslag på vekst eller helsetilstand. Ingen av disse forsøkene har gått i tida fram mot kjønndmodning. En fysiologisk forandring som er iaktatt i forsøk med mye karbohydrat i fóret er at økt karbohydratnivå fører til økt levervekt og økt misfarging av levra (AUSTRENG et al. 1977, REFSTIE and AUSTRENG 1981). Dette må tas som uttrykk for at karbohydrat belaster levra. Vi vet at levra er et aktiv organ ved omdanning av næringsstoffene som brukes til gonadeoppbyggingen. Det kan derfor være grunn til å vise større forsiktighet med karbohydrat i fóret til stamfisk enn til fisk i vanlig vekstfase.

6.2.4. Vitaminer og mineraler

Det er vist at underskudd av vitaminer og mineraler i stamfiskfóret er av stor betydning for klekkeresultatene, men dette er omtalt i Kap. 7. I praktisk fóring vil det være nødvendig å bruke tilskudd.

6.2.5. Karotenoider

Det er ikke klarlagt i hvilken grad karotenoider er nødvendig i fóret til laksefisk. Ut fra det faktum at det skjer en omfordeling av fargestoff fra kjøtt til rogn hos hofisk og fra kjøtt

til skinn hos hannfisk, er det filosofert over i hvilken grad fargestoffene har en fysiologisk betydning i reproduksjon. I et forsøk fant DEUFEL (1965) at fôr tilsatt canthaxanthin sammenlignet med fôr uten farge gav positivt utslag på befruktning og klekkbarhet hos regnbueaurerogn. Resultatene var imidlertid svært gode i begge grupper. QUANTZ (1980) kunne derimot ikke påvise utslag på reproduksjonsresultatene ved å tilføre canthaxanthin eller astaxanthin i fôret.

6.3. FÓRMIDLER

Når det gjelder forsøk for å klarlegge virkningen av ulike fôrmidler i stamfiskfôr, er det ikke mange resultater å bygge på. I en del forsøk er det likevel benyttet ulike fôrmidler uten at dette har virket inn på reproduksjonsresultatene (BILLARD and FREMONT 1980). Erfaringer fra praktisk stamfiskfôring viser også at nær sagt alle vanlige fôrmidler til fisk kan gi brukbare klekkerresultater. I de tilfeller der dårlige klekkerresultater kanskje kan settes i sammenheng med enkelte fôrmidler, virker det som om kvaliteten av disse fôrmidlene har vært for dårlig. Med kvalitet menes her ferskhetsgrad, hygienisk kvalitet og smakelighet.

Det hevdes ofte at våtfôr gir bedre reproduksjonsresultater enn tørrfôr, men det er ikke rapportert forsøk som viser dette. Eventuelle forskjeller i slike sammenligninger kan også skyldes kvalitet på fôrmidlene. Smakeligheten på stamfiskfôret synes å være vesentlig. Fôrmidler med smak som fisken reagerer mot, er direkte uønsket i stamfiskfôret såvel som i alt annet fiskefôr. Brått skifte av fôrmidler som fører til endring i smak, kan også være uheldig, særlig til laks. Dårlig smakelighet kan i mange tilfeller skyldes uheldig håndtering av fôrmidlene. Dette kan bestå i lite hygienisk håndtering eller dårlig lagring. Også på dette feltet er det lite med forsøksresultater. Det har ofte vært reist spørsmål om syrekonservert fôr kan brukes til stamfisk. Forsøket som er referert tidligere, viste ingen uheldige virkninger av å bruke surfôr. Likevel bør det nevnes at over-

gang til bruk av surfór sent i vekstperioden til stamfisk vil medføre forandring i smak på fóret med de uheldige virkninger dette kan ha. Syrekonservering er derimot en god metode for å ta vare på kvaliteten av fórråstoffene. Under kjønnsmodning er fisken i en belastningssituasjon, og en kan vente økt risiko for infeksjon. Et utslag av dette er det sannsynlig at PICKERING (1980) påviste ved at fisken hadde større mottaklighet for ekto-parasitter under kjønnsmodning enn i vanlig vekstfase. For ikke å belaste fisken ytterligere, bør en derfor legge vekt på å holde streng hygienisk kvalitet på fóret til stamfisk.

6.4. FÓRING

Fórtildeling til stamfisk må ta utgangspunkt i den forandring i appetitt som inntreer før og under kjønnsmodning. I første fase skal vi, som nevnt tidligere, vente at appetitten øker. Når fisken så har nådd en tilstrekkelig feithetsgrad, vil fóropptaket bli redusert. Dette er vist av HOAR (1969), se Fig. 6.2. Figuren gjelder for hyse, men med en annen månedsskala kan vi tenke oss at den kunne passe for laks. Figuren skulle gi et godt bilde på hvordan fóropptaket varierer og på hvordan fórstyrken bør varieres gjennom året.

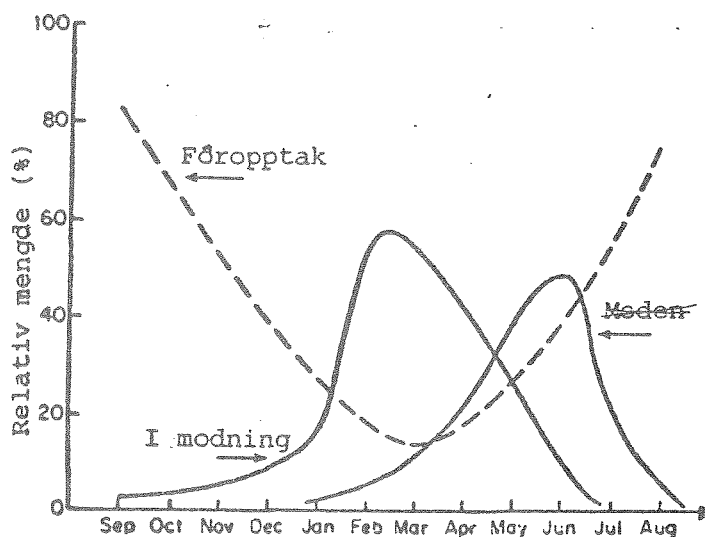


Fig. 6.2. Sammenheng mellom fóropptak og utvikling av kjønnsprodukt hos hyse (HOAR 1969).

Flere forsøk med varierende fôrstyrke til stamfisk av ulike arter viser at redusert fôring virker negativt på reproduksjon (SCOTT 1962, HESTER 1964, BAGENAL 1969 og BILLARD and FREMONT 1980). Rein sulting over en periode på to måneder har virket på samme måte (SHIMMA et al. 1976). I alle disse forsøkene synes de beste resultatene å være oppnådd med sterk fôring. ZAWIAZA and BACKIEL (1970) er også av den oppfatning at svak fôring gir redusert reproduksjon. De mener i tillegg at for sterk fôring også reduserer reproduksjonen. Dette er neppe sannsynlig for laks siden den rett og slett slutter å ta til seg fôr når den har nådd et visst kondisjonsnivå. For regnbueaure kan det muligens være annerledes siden den er mer villig til å ta fôr. Et tankekors i denne sammenhengen er det at vanlig slaktetid både for laks og regnbueaure faller nær sammen med den tida da fisken er feitest som resultat av reproduksjonsforberedelsene. Kanskje vi burde slakte fisken litt tidligere dersom vi ønsker en magrere fisk. Dette vil i så fall være parallellt med det som blir gjort for gris. Vanlig fôring, slik den drives i dag i siste vekstfasen fram mot kjønnsmodning, synes bedre tilpassa stamfiskoppdrett enn matfiskproduksjon.

6.5. KONKLUSJON

Det er få forsøk å støtte seg til for å finne ut hvordan et stamfiskfôr bør være sammensatt, og hvordan fôringa bør gjennomføres. Forsøksresultatene som finnes, vurdert sammen med praktisk erfaring, skulle tilsi at det er liten grunn til å drive spesiell stamfiskfôring hva angår hovednæringsstoffene. I prinsippet skal all produksjonsfôring være slik at fisken er i god nok næringsmessig balanse til å kunne gjennomgå enhver livsyttring. Stamfiskfôr behøver da ikke være forskjellig fra vanlig vekstfôr. Det er likevel nødvendig å legge spesiell vekt på kvaliteten av de enkelte fôrmidler og smakeligheten av det ferdige fôret.

Felles for resultatene fra forsøkene er at gonadene synes å bli prioritert framfor fisken selv. Særlig markert er dette hos laks. En videreutvikling av stamfiskfóringen burde derfor gå i retning av å berge en større del av stamfisken i god kondisjon gjennom reproduksjonsfasen.

LITTERATUR

- AUSTRENG, E. 1980. Syrekonservering av fór til fisk. Norsk Fiskeoppdrett, 5 (5): 4-6.
- AUSTRENG, E., RISA, S., EDWARDS, D.J. and HVIDSTEN, H. 1977. Carbohydrate in rainbow trout diets. II. Influence of carbohydrate levels on chemical composition and feed utilization of fish from different families. Aquaculture, 11: 39-50.
- BAGENAL, T.B. 1969. The relationship between food supply and fecundity in brown trout Salmo trutta L. J. Fish Biol., 1: 167 - 182.
- BILLARD, R. and FREMONT, M. De 1980. Taux d'alimentation pendant la gametogenese et performance de reproduction chez la truite fario. Bull. Fr. Piscic., 53 (279): 49-56.
- CASTELL, J.D SINNHUBER, R.O., WALES, J.H. and LEE, D.J. 1972. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (Salmo gairdneri): Growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. J. Nutr., 102: 77-86.
- DEUFEL, J. 1965. Pigmentierungsversuche mit Canthaxanthin bei Regenbogenforellen. Arch. FischWiss., 16: 125-132.
- GREENE, C.W. 1926. The physiology of the spawning migration. Physiol. Rev., 6: 201-241.
- HESTER, F. J. 1964. Effects of food supply on fecundity in the female guppy, Lebistes reticulatus (Peters). J. Fish. Res. Bd Canada, 21: 757-764.

- HOAR, W.S. 1969. Reproduction. P. 1-72 in Hoar, W.S. and Randall, D.J. Fish Physiology, 3. Academic Press, New York and Lond.
- KUZNETSOV, V.A. and KHALITOV, N.Kh. 1979. Alterations in the fecundity and egg quality of the roach, Rutilus rutilus in connection with different feeding conditions. J. Ichthyol., 18: 63-70.
- PICKERING, A.D. 1980. Changes in blood thyroxine and cortisol levels associated with sexual maturation in hatchery reared brown trout. Society for Experimental Biology's Aberdeen konferanse - juli 1980.
- QUANTZ, G. 1980. Über den Einfluss von carotinoidreichem Trockenfutter auf die Eibefruchtung der Regenbogenforelle (Salmo Gairdneri R.). Arch. FishWiss., 31: 29-40.
- REFSTIE, T. and AUSTRENG, E. 1981. Carbohydrate in rainbow trout diets. III. Growth and chemical composition of fish from different families fed four levels of carbohydrate in the diet. Aquaculture, 25: 35-49.
- SCOTT, D.P. 1962. Effect of food quantity on fecundity of rainbow trout, Salmo gairdneri. J. Fish. Res. Bd Canada, 19: 715-731.
- SHIMMA, Y., ICHIMURA, H. and SHIBATA, N. 1976. Effects of starvation on body weight, lipid contents, and plasma constituents of maturing rainbow trout. Bull. Jpn. Soc. scient. Fish., 42: 83-89.
- SHIMMA, Y., SUZUKI, R., YAMAGUCHI, M. and AKIYAMA, T. 1977. On the lipids of adult carps raised on fish meal and SCP feeds, and hatchabilities of their eggs. Bull. Freshwat. Fish. Res. Lab., 27: 35-48.

- SMITH, C.E., OSBORNE, M.D., PIPER, R.G. and DWYER, W.P. 1979. Effects of diet composition on performance of rainbow trout brood stock during a three-year period. Prog. Fish. Cult. 41: 185-188.
- TAKASHIMA, F., HIBIYA, T., WATANABE, T. and HARA, T. 1971. Endocrinological studies on lipid metabolism in rainbow trout - I. Differences in lipid content of plasma, liver and visceral adipose tissue between sexually immature and mature females. Bull. Jpn. Soc. scient. Fish. 37: 307-311.
- TAKEUCHI, T., WATANABE, T., OGINO, C., SAITO, M., NISHIMURA, K. and NOSE, T. 1981. a. A long-term feeding with rainbow trout by a low protein diet with a high energy value. Bull. Jpn. Soc. scient. Fish., 47: 637-643.
- TAKEUCHI, T., WATANABE, T., OGINO, C., SAITO, M., NISHIMURA, K. and NOSE, T. 1981. b. Effects of low protein-high calory diets and deletion of trace elements from a fish meal diet on reproduction of rainbow trout. Bull. Jpn. Soc. scient. Fish., 47: 645-654.
- WRIGHT, R.S., HUNT, S.V. and SIMPSON, T.H. 1980. Seasonal changes in the blood levels of gonadal steroids in the Atlantic salmon. Society for Experimental Biology's Aberdeen konferanse - juli 1980.
- WOODHEAD, A. D. 1960. Nutrition and reproductive capacity in fish. Proc. Nutr. Soc. 19: 23-28.
- YU, T.C., SINNHUBER, R.O. and HENDRICKS, J. D. 1979. Reproduction and survival of rainbow trout (Salmo gairdneri) fed linolenic acid as the only source of essential fatty acids. Lipids 14: 572-575.
- ZAWIAZA, J. and BACKIEL, T. 1970. Gonad development, fecundity and egg survival in Coregonus albula L. P. 363-397 in Lindsey, C.C. and Woods, C.S. ed. Biology of Coregonid Fishes. University of Manitoba Press, Winnipeg, Canada.

7. BETYDNINGEN AV VITAMINER OG MINERALER I REPRODUKSJONEN

HOS FISK

Av

YNGVE ULGENES og OLAV R. BRÆKKAN

Fra det tidspunktet da eggene løsner i fiskens bukhule og etter stryking og befruktning legges inn i klekkeriet, må de nødvendige næringsstoffene være tilstede i eggene for å sikre den videre utviklingen i reproduksjonen. Dette gjelder både innholdet av de såkalte hovednæringsstoffer såvel som mikronæringsstoffene, og de stammer i det alt vesentligste fra det ubefruktede egget. Det vil i praksis si at hunfiskens ernæring må sikre det totale behov i denne fasen. Melkens spermier bidrar med bare et kromosomsett.

Utvikling av gonadene og innbygging av næringsstoffene i eggene styres av kjønns hormoner. Hunfiskens østrogene hormoner dannes i det umodne ovariet og føres med blodet til leveren. I spesielle celler finner det her sted en syntese av et protein, som kalles vitellogenin, som via blodets serum føres tilbake til ovariet og taes opp av de umodne eggene. Prosessen kalles vitellogenese.

Viktige trekk i eggenes modning er også innbygging av mikronæringsstoffer, vitaminer, mineraler og sporelementer. Mikronæringsstoffene tilføres fisken nesten utelukkende gjennom ernæringen. Ved tilførsel til gonadene taes de enten direkte fra fóret eller ved mobilisering av lagre i vev. Vi må anta at villfisk (laks og ørret) som slutter å spise og vandrer opp gyteelvene lang tid før gytingen finner sted, for en stor del bruker kroppens lagre av både hoved- og mikronæringsstoffer ved utvikling av eggene. Eksempelvis kan nevnes at hos sjøørret (Salmo trutta) ble det funnet at skjellene i huden sansynligvis representerer hovedforsyningslageret før sink innbygd i eggene

(O'GRADY, 1981). Det er også vist at f.eks. kalsium mobiliseres fra fiskens beinvev under påvirkning av kjønns hormoner (MUGIYA and WATABE, 1977).

I de voksende ovariene finner det sted variasjoner i konsentrasjonen av mikronæringsstoffer. SHEARER (1984) fant i den forbindelse at konsentrasjonen av elementene Na, K, Mn, Cr, Cu, Zn, og Fe i ovarier hos regnbueørret varierte gjennom utviklingen av eggene. Når det gjelder totalmengden av elementer i de umodne ovariene, viser også denne størrelsen i noen tilfeller en syklisk variasjon. Derimot viser for eksempel sink en total økning i ovariet hos regnbueørret under hele utviklingen (utregnet etter data fra SHEARER 1984). Det samme gjelder for egg hos koho-laks (Oncorhynchus kisutch) (HARDY et al. 1984).

Når det gjelder vitaminer, er det her også sykliske variasjoner hos fisk. Under utvikling av torskeovariet viste konsentrasjonen av vitamin C en økning i tidlige faser mens konsentrasjonen senere gikk ned (SANDNES and BRÆKKAN 1981), noe som også er funnet hos karpe (SEYMOUR 1981). For vitamin C i torskerogn er det også vist at totalinnholdet har denne sykliske variasjonen (SANDNES, pers. medd.). Disse sykliske variasjonene indikerer at under de senere faser i utviklingen av egg skjer der enten en så hurtig innbygging av hovednæringsstoffer at mikronæringsstoffene blir "fortynnet", eller at innholdet på slutten av eggutviklingen reduseres.

Innhold av mikronæringsstoffer i ovarier er ofte svært høyt hos fisk. MATHIESEN (1938) samt SANDNES and BRÆKKAN (1981) fant svært høye verdier for vitamin C i torskerogn med verdier opp til 536 mg pr kg. Videre er pantotensyreinnholdet i rogn av makrellstørje (BRÆKKAN, 1955a) og torsk (BRÆKKAN, 1955b) av de høyeste verdier funnet i naturen for dette vitaminet. Pantotensyre er viktig for dannelse av acetyl-coenzym-A som spiller en helt sentral rolle i syntesemekanismer og energimetabolismen. Det er imidlertid funnet at pantotensyre foreligger fritt i torskeegg (BRÆKKAN, 1955b), og at den derfor sansynligvis representerer et lager for senere utvikling av foster og yngel.

Undersøkelser av B-vitaminene niacin, biotin og riboflavin i torskeegg har også vist sykliske variasjoner under utvikling av ovariene. For vitamin B-12 var der en senkning i samme periode (BRÆKKAN 1958). At vitamin B-12 kan ha en essensiell betydning for reproduksjonen hos regnbueørret, ble indikert av at dårlig klekte egg hadde lavere innhold av dette vitaminet enn egg med god klekking. Det er funnet klare korrelasjoner mellom eggenes innhold av vitamin B-12 og cobolt (JULSHAMN and BRÆKKAN 1975). Ut fra kjennskap til forekomst og funksjon til mineralet cobolt er det sterke indikasjoner på at dette mineralet kan taes opp av fisken bare i form av vitamin B-12, og at den ikke direkte vil kunne nyttiggjøre seg andre former for cobolt i ernæringen.

BRÆKKAN and BOGE (1962 a,b) viste at i torskerogn økte pyridoxinmengden (vitamin B6) med utviklingen av ovariene. Siden utviklingen av ovariene bl.a. medfører store proteinomleiringer, er det naturlig at pyridoxin som spiller en sentral rolle i proteinmetabolismen, er viktig for fisk under kjønnsmodning.

I tilknytning til studier av betydningen av vitamin C er det funnet at dette vitaminet kan være avgjørende for klekkbarhet av egg fra regnbueørret (SANDNES et al. 1984). Forsøk med dette vitaminet har vært gjennomført siden 1982 ved Akvakulturstasjonen Matre i samarbeid med Ernæringsinstituttet. Det har vist seg at vitamin C er en viktig ernæringsfaktor i stamfiskføret. Forløpige data indikerer at egg som inneholder ca 20 ug pr g vitamin C kan klekke normalt. Dette vitaminet er spesielt viktig å ta hensyn til siden det er svært ustabil ved lagring (SANDNES and UTNE, 1982), og innhold av vitamin C i fisken reflekteres av innholdet i føret til enhver tid (SANDNES, pers. medd).

Ser vi på de fettløselige komponenter, er betydningen av vitamin A og karotenoider tatt opp i flere arbeider. Under utviklingen av egg til øyestadiet vil vitamin A ha betydning for utvikling av synspurpuret (retinal) hvor det går inn som vitamin A-aldehyd. Denne forbindelse er funnet i rogn fra sild (PLACK et al.

1959, BRÆKKAN et al. 1960). Når det gjelder karotenoidene, har GEORGIEV (1972) påpekt muligheten for at de influerer på klekkbarheten av ørretegg (Salmo irideus). Det naturlig forekommende karotenoid hos laksefisk er astaxanthin. I forbindelse med klekking av egg fra laksefisk synes nyere undersøkelser å vise at pigmenteringen av eggene ikke innvirker på klekkbarheten av lakseegg (TORRISSEN 1984)

Vitamin E i tilknytning til reproduksjonen har vært undersøkt hos pattedyr. Hos fisk er vår viten mer begrenset. TAKEUCHI et al. (1981) registrerte at vitamin E i fóret til stamfisk av ayu (Plecoglossus altivelis) overføres til eggene og øker klekkeprosenten. Hos regnbueørret (Salmo gairdneri) fant KINUMAKI et al. (1972) at vitamin E lagres effektivt og mobiliseres fra kroppens vev ved opptak i eggene under utviklingen.

Når det gjelder mineraler og sporelementer hos fisk i sammenheng med reproduksjon, er vårt kjennskap til dette meget begrenset, og opplysningene er tildels divergerende. I en tidlig undersøkelse av BÉRTRAND and VLADESCO (1922) ble det rapportert at sink hadde en fysiologisk betydning for modning hos sild, og at den transporterer elementet fra muskelen til gonadene. SANDNES et al. (1984) rapporterte en sterk korrelasjon mellom sink og vitamin C i torskeovarianer. Det samme forholdet ble funnet mellom jern og vitamin C. Dette kan muligens indikere en sammenheng mellom vitaminet og opptak av de nevnte mineralene i ovarier hos torsk. Vedrørende klekkbarhet fant HARDY et al. (1984) i et seks måneders forsøk ikke noen sammenheng mellom mineralinnholdet i fóret til stamfisk av koho-laks (Oncorhynchus kisutch) og eggenes klekkbarhet. TAKEUCHI et al. (1981) fant imidlertid i et langtidsforsøk på 30 måneder en klar sammenheng mellom mineralinnhold og eggenes dødelighet til øyerognstadiet hos regnbueørret, og forfatterne hevder på denne bakgrunn at mineraltilskudd i stamfiskfór er helt nødvendig.

Som det framgår av de nevnte eksemplene på forsøk med dietter til stamfisk, er resultatene tildels mye divergerende. Dette kan

ha sin årsak i flere forhold. Bl.a. vil artsforskjeller spille en viss rolle. Fiskens basalfór og generelle tilstand ved starten av forsøkene samt kontroll med miljøfaktorene er meget viktige momenter. Små forskjeller i eggens egenskaper kan dessuten overskygges av forholdene i klekkeriet. Det er bl.a. fastslått at eggene har en viss evne til å ta opp metaller og enkle organiske forbindelser direkte fra vannet de ligger i. Dette er f.eks. vist for sink (WEDEMEYER 1968) samt acetat og pyruvat (TERNER 1968). Fenomenet har fått navnet Pütters teori (BLAXTER 1969).

Analyser av innhold av mikronæringsstoffer i ovarier og egg hos fisk har dessuten klare begrensninger for avdekning av deres betydning for reproduksjonen. Til dette må mer spesielle studier gjennomføres.

Et annet stort felt som i dag synes å være viktig å få innsyn i, er hvilke behov stamfisken har for mikronæringsstoffer når disse må tilføres gjennom fóret, og i hvilken grad dette innvirker på eggkvaliteten. I framtiden vil sansynligvis all stamfisk ha gått i et kunstig fóeringsregime hele livet. Da som nå vil det være avgjørende å vite om det fóret vi gir stamfisken, er tilstrekkelig for å ivareta de økte behov som reproduksjonen synes å medføre.

LITTERATUR

- BERTRAND, G, and VLADESCO, R., 1922. Sur l'intervention probable du zinc dans les phenomenes de fecondation chez les animaux vertebres. Bull. Soc. Chim. Fr., 31: 790.
- BLAXTER, J.H.S., 1969. Development: Eggs and larvae. P. 178-253 in HOAR, W.S. and RANDALL, D.J. ed. Fish Physiology, vol III. Academic Press N.Y. and Lond.

- BRÆKKAN, O.R., 1955a. Vitaminer i norsk fisk II. FiskDir. Skr., Ser. Tekn. Unders., Vol 2 (3): 1-18.
- BRÆKKAN, O.R., 1955b. Role of pantothenic acid in the reproductive cycle of ovaries in fish. Nature, Lond., 176: P. 598.
- BRÆKKAN, O.R., 1958. Vitamins and the reproductive cycle of ovaries in cod. FiskDir. Skr., Ser. Tekn. Unders., 3 (7): 1-19.
- BRÆKKAN, O.R., MYKLESTAD, H. and NJAA, L.R., 1960. The effect of acetone treatment on vitamin A-1-aldehyde extracts from herring roe. Acta chem. scand., 14: 779-782.
- BRÆKKAN, O.R. and BOGE, G., 1962a. Further studies on vitamins and the reproductive cycle of ovaries in cod (Gadus morhua). FiskDir. Skr., Ser. Tekn. Unders. 4(2): 1-15.
- BRÆKKAN, O.R. and BOGE, G., 1962b. Vitamin B6 and the reproductive cycle of ovaries in cod (Gadus morhua). Nature, Lond., 193: 394-395.
- GEORGIEV, G.S., 1972. Carotenoids and vitamin A content in Salmo irideus eggs and their significance in the initial periods of the embryogenesis. Folica Balcanica, 2(9): 1-11.
- HARDY, R.W., SHEARER, K.D. and KING, I.B., 1984. Proximate and elemental composition of developing eggs and maternal soma of pen-reared coho salmon (Oncorhynchus kisutch) fed production and trace element fortified diets. Aquaculture, 43: 147-165.

- HIRAO, S., YAMADA, J. and KIKUCHI, R., 1955. Relation between chemical constituents of rainbow trout eggs and the hatching rate. Bull. Jpn. Soc. sci. Fish., 21(4): 240-243.
- JULSHAVN, K. and BRÆKKAN, O.R., 1975. The relation between total cobalt and cobalt in vitamin B 12 during the maturation of ovaries in salmon (Salmo salar). Comp. Biochem. Physiol., 52B: 381-382.
- JULSHAVN, K. and BRÆKKAN, O.R., 1976. The relation between the concentration of some main elements and the stages of maturation of ovaries in cod (Gadus morhua). FiskDir. Skr. Ser. Ernæring, 1: 1-15.
- KINUMAKI, T., SUGII, K., IIDA, H. and TAKAHASHI, T., 1972. Addition of fat soluble vitamins to the feeding stuffs of parent rainbow trout with particular reference to the effect on the vitamin levels of eggs and fry. Bull. Tokai reg. Fish. Res. Lab., 71: 133-160.
- MATHIESEN, E., 1938. Vitamin C i torskerogn. Tidskr. Hermet Ind. 24:
- MUGIYA, Y. and WATABE, N., 1977. Studies on fish scales formation and resorption. ii: effects of estradiol on calcium homeostasis in the goldfish (Carassius auratus) and the killifish (Fundulus heteroclitus). Comp. Biochem. Physiol., 57A: 197-202.
- O'GRADY, K.T., 1981. The resorption of Zn from scales of sea trout (Salmo trutta) during the upstream spawning migration. Freshwat. Biol., 11: 561-565.
- PLACK, P.A., KON. S.K. and THOMPSON, S.W., 1959. Vitamin Al-aldehyde in the eggs of the herring (Clupea harengus L.). Biochem. J. 71: 467-476.

- SANDNES, K. and BRÆKKAN, O.R., 1981. Ascorbic acid and the reproductive cycle of ovaries in cod (Gadus morhua) Comp. Biochem. Physiol., 70A: 545-546.
- SANDNES, K. and UTNE, F., 1982. Processing loss and storage stability of ascorbic acid in dry fish feed. FiskDir. Skr. Ser. Ernæring 2,(2): 39-44.
- SANDNES, K., JULSHAMN, K. and BRÆKKAN, O.R., 1984. Interrelationship between ascorbic acid and trace elements in ovarian development in fish. P. 213-217 in ANON, ed. Proc. Workshop Asorbic Acid in Domestic Animals. The Royal Danish Agricultural Society, Copenhagen, 1984.
- SANDNES, K., ULGENES, Y., BRÆKKAN, O.R. and UTNE, F., 1984. The effect of ascorbic acid supplementation in broodstock feed for reproduction of rainbow trout (Salmo gairdneri). Aquaculture, 43: 167-177.
- Seymour, E.A., 1981. Gonadal ascorbic acid and changes in level with ovarian development in the crucian carp, Carrasius sarrassius (L). Comp. Biochem. Physiol., 70A: 551-553.
- SHEARER, K.D., 1984. Changes in elemental composition of hatchery reared rainbow trout (Salmo gairdneri) associated with growth and reproduction. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 1592-1600.
- TAKEUCHI, M., ISHII, S. and OGISO, T., 1981. Effect of dietary vitamin E on growth, vitamin E distribution and mortalities of the fertilized eggs and fry in ayu, Plecoglossus altivelis. Bull. Tokai reg. Fish. Res. Lab., 104: 111-120.

- TAKEUCHI, T., WATANABE, T., OGINO, C., SAITO, M., NISHIMURA, K. and NOSE, T., 1981. Effects of low protein - high calory diets and deletion of trace elements from a fish meal diet on reproduction of rainbow trout. Bull. Jpn. Soc. scient. Fish., 47: 645-654.
- TERNER, C., 1968. Studies of metabolism in embryonic development - I. The oxidative metabolism of unfertilized and embryonated eggs of the rainbow trout. Comp. Biochem. Physiol., 24: 933-940.
- TORRISSEN, O., 1985. Pigmentation of salmonids - Effect of carotenoids in eggs and start feeding diet on survival and growth rate. Aquaculture, 43: 185-193.
- WEDEMEYER, G. 1968. Uptake and distribution of Zn-65 in the coho salmon egg (Oncorynchus kisutch). Comp. Biochem. Physiol., 26: 271-279.

8. HORMONELL KONTROLL AV GYTETID OG GYTEALDER

Av

GUNNAR NÆVDAL og YNGVE ULGENES

Dette temaet har i svært liten grad vært til diskusjon i Stamfiskutvalget. Vi har likevel tatt med i korthet noen hovedpunkter om bruk av hormoner for å kontrollere gyteprosessen.

Hormoner er betegnelsen på en stor gruppe av stoffer som styrer ulike stoffskiftefunksjoner i en levende organisme. Ved kjønnsmodning hos laksefisk er mange ulike kjønns hormoner involvert. Hvert av disse kan være med å styre fra en til flere prosesser samtidig. For oversiktens skyld tar vi her med en sterkt forenklet og kortfattet omtale av disse hormonenes styring av kjønnsmodningen slik man tror det foregår hos laksefisk.

Hele kjønnsmodningsprosessen fra egganleggene starter sin utvikling til eggene er gyteklare, foregår over lang tid. Vi vet ikke sikkert på hvilket tidspunkt denne prosessen starter hos laks (Salmo salar). Hos regnbueørret (Salmo gairdneri) har forsøk vist at kjønnsmodningen antakelig starter i mars med gyting i januar året etter. Dette vil si en utviklingsperiode på 10-11 måneder (WHITEHEAD et al. 1983).

Initieringen skjer sansynligvis ved at en eller flere faktorer (genetisk og/eller miljøbestemt) starter en serie reaksjoner som fører til frisetting av østrogener. Østrogenene fremmer utviklingen av gonadene. Denne prosessen foregår over flere måneder. Hos laks skjer dette i en periode om våren og sommeren. Hos regnbueørret finner dette sted om sommeren og høsten (WHITEHEAD et al. 1983).

Østrogenene styrer samtidig dannelse av spesielle eggproteiner i leveren. Disse proteinene føres med blodet og inkorporeres i eggene. Samtidig med tilførsel av proteiner til eggene får disse også inkorporert mikronæringsstoffer (vitaminer og mineraler).

Under den avsluttende modning av eggene og senere eggløsningen, virker en serie av andre hormoner. Østrogenene forsvinner da nesten helt, og et gonadotropin kalt LH frigjøres. Dette gonadotropinet fører til frigjøring av progestogene kjønns hormoner som "klargjør" rognen. Den tar opp vann og løsner fra eggsekkene. Det er da mulig å befrukte rognen som ligger løst i bukhulen på fisken. I denne avsluttende fasen er sannsynligvis også en rekke andre hormoner involvert, som f.eks. cortisol, ulike prostaglandiner og tyroxin. Det hele er meget komplisert og mye er ennå uklart i denne prosessen.

Siden ulike hormoner virker til ulike tider og disse også forekommer i ulike konsentrasjoner alt etter utviklingsgrad, gir dette rom for å manipulere hormonbildet i fiskens blod og dermed få fram ønskede effekter i fiskekultur. Bruk av hormon for å starte og kontrollere kjønnsmodning og gyting hos fisk i praktisk oppdrett, er brukt i en del utstrekning, spesielt for karpefisk. Litteraturen på dette området er revidert og vurdert av LAM (1982). Det vi her har tatt med om praktisk utnyttelse av kjønns hormoner på fisk, er for det meste tatt fra LAM (1982) idet vi har plukket ut det som gjelder laksefisk. I tillegg har vi supplert med noen forskningsresultat som ble presentert ved symposiet Salmonid reproduction i Seattle høsten 1983.

Den tradisjonelle metoden for å påvirke fullføringen av eggmodning og eggløsning hos fisk er injeksjon av ekstrakt fra hypofysen (pituitarkjertelen). De virksomme stoffene er gonadotrofe hormoner (gonadotropin). Denne metoden er særlig brukt for karpefisk, men er også prøvd for laksefisk (Donau-laks, Hucho hucho). Standardisering av mengde og tidsintervall synes vanskelig, og ulike mengder er gitt i ulike forsøk.

Hypofyseekstrakter synes ikke å være artsspesifikke, og ekstrakt av karpefisk eller laksefisk har vært brukt til ulike arter. For å øke tilgangen og redusere kostnadene er også gonadotropinpreparat av pattedyr utprøvd. Gonadotropin av menneskelig opphav (HCG) har vist seg å gi gode resultater, og for en del arter har kombinasjonen HCG og hypofyseekstrakt fra fisk vist seg å være den mest effektive.

I de siste åra har framstilling av mer eller mindre reint gonadotropin (kalt SG-G100) blitt brukt for å starte modningsprosessen for begge kjønn av ulike fiskearter. Resultatene så langt har vært lovende, men preparatene blir svært dyre for praktisk bruk.

Det har også vært prøvd å gå inn på et tidligere ledd i hormonkjeden som styrer kjønnsmodningen. Luteiniserende og utløsende hormon (kalt LH-RH) framstilt syntetisk, og et analogt stoff som er superaktivt (kalt LHR-A), har vist seg å være effektivt for en del arter. Best resultat er oppnådd ved først å injisere gonadotropin og etter noen dager en eller flere injeksjoner med LH-RH eller LRH-A. Nivået av gonadotropin i blodet stiger etter en time ved injeksjon av LH-RH. Reaksjonen på LH-RH har vist seg å variere med sesong og med modningsstadiet for fisken. Spesielt har det vist seg at hos regnbueørret blir hypofysens baklapp langt lettere aktivert av LH-RH i seine enn i tidlige stadier av modningsprosessen. CRIM (1984) fant at for tidlig introduksjon av LH-RH ga dårlig eggkvalitet. I sine forsøk brukte Crim LH-RH-piller (3 mm diameter) som ble operert inn i bukhulen på laks. Disse pillene ga betydelig lengre virkning enn vanlige injeksjoner.

Østrogenene som påvirker tidlig utvikling av egganleggene, hindrer frisetting av det gonadotropinet som fullfører eggmodningen og klargjør rognen for gyting. Dette muliggjør inngrep også på andre nivå i hormonkontrollen av modningsprosessen, noe som har vist seg å være effektivt i enkelte tilfeller. Et antiøstrogen kalt tamoxifen har, i kombinasjon med det tidligere nevnte

SG-G100, vist seg å gi raskere eggmodning hos coho-laks. Det antas at tamoxifen virker ved å oppheve den negative effekten av østrogenene slik at GTH blir virksomt. Den mest effektive måten var først å injisere 0,1 mg pr kg tamoxifen. Tilsvarende forsøk med andre arter har vært negative.

Som konklusjon kan vi si at tross i at forsøksresultata har vært lovende, så er kontroll av modningsprosessen ved hjelp av injeksjon av antiøstrogen foreløpig ikke gjennomført nok for praktisk bruk.

Produksjon av andre grupper hormoner, corticosteroider og progestogener blir påvirket av gonadotropin. Injeksjon av slike hormoner, ofte kombinert med injeksjon av gonadotropin, har i noen tilfeller både startet og fullført modningsprosessen for fiskeegg. Også disse resultatene må karakteriseres som lovende, men heller ikke her er metoden utarbeidet for praktisk bruk.

Prostaglandiner er en gruppe hormoner som stimulerer utløsningsprosessen (ovulasjonen) av eggene. I noen tilfeller har en i praktisk oppdrett observert at stamfisken modnes normalt, men at eggene ikke løsner i gonadene. I slike tilfeller kan prostaglandiner være av potensiell verdi.

Det er funnet sterke indikasjoner på at et hormon kalt 17-a, 20-b,-dihydroxy-4-pregnen-3-one er det virksomme ved eggløsningen. Det er derfor mulig at også dette hormonet kan få praktisk betydning. Det finnes dessuten observasjoner som tyder på at prostaglandiner påvirker gyteatferd hos laksefisk, muligens gjennom såkalte feromoner, utskilt av det andre kjønn.

De metodene som er utviklet, har alle den ulempen at de er vanskelige å ta i praktisk bruk, i alle fall for laksefisk. Lite er gjort for å standardisere metodene, og vi vet lite om når eventuell behandling skal starte, når vi skal vente gyteklar fisk, hvor store doser vi skal bruke osv. Injeksjonen og ekstra behandling er også en påkjenning for fisken, og dette må vurderes ved praktisk bruk av slike metoder.

Som konklusjon kan vi si at en rekke forsøksresultater tilsier at kjønnsmodningsprosessen hos fisk kan påvirkes av kunstig tilførsel av en del av de hormonene som naturlig regulerer kjønnsmodningsprosessen. Hormonene kan være ekstrakt av hormonproduserende vev (f.eks. hypofyse) eller mer eller mindre reinframstlite eller syntetiske hormoner. Best resultat er opnådd med kombinasjoner der hormonet gonadotropin fra hypofysens baklapp (pituitarorganet) går inn. Det synes som om den naturlige gytetida i hvert fall til en viss grad kan forskyves ved hjelp av slike hormoner.

Metodene er ikke utprøvt for praktisk bruk på laksefisk. Praktisk bruk av slike metoder i norsk fiskeoppdrett krever omfattende forsøk og utprøving. Om slike forsøk skal settes i gang er bl.a. avhengig av:

- a) Er det rimelig å vente at hormonbehandling kan gi bedre og jevnere rognkvalitet?
- b) Kan vi vente å få bedre resultat med hormonbehandling enn det vi kan oppnå med optimalisering av biotiske og fysiske miljøfaktorer?
- c) Vil den ekstra påkjenningen på fisken ved hormonbehandling være så uheldig at dette utelukker slik behandling?
- d) Har det praktisk verdi å forskyve gytetida ut over det som kan gjøres ved å variere miljøfaktorene?

Svar på disse spørsmålene er avgjørende for om slikt arbeid skal startes med tanke på praktisk bruk i oppdrettsnæringa. Utvalget er av den oppfatning at hormonbehandling kan være aktuelt dersom det viser seg at miljøoptimalisering og variasjon av miljøfaktorene ikke er nok. Imidlertid mener vi at det siste bør prøves først, og i tilfelle det er aktuelt å gjøre forsøk med hormonkontroll, bør dette gjøres i så stort omfang at alle sider ved slik bruk blir undersøkt.

LITTERATUR

- CRIM, L.W. and Glebe, B.D., 1984. Advancement and synchrony of ovulation in Atlantic salmon with pelleted LH-RH analog. Aquaculture, 43: 47-56.
- LAM, T.J. 1982. Applications of endocrinology to fish culture. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39: 111 - 137.
- WHITEHEAD, C., BROMAGE, N.R. and BRETON, B. 1983. Changes in serum levels of gonadotropin, oestradiol-17b and vitellogenin during the first and subsequent reproductive cycles of female rainbow trout. Aquaculture, 34: 317-326.

9. KJEMISKE OG FYSISKE MILJØFAKTORER FOR STAMFISK, OG YNGEL

Av

YNGVE ULGENES og PER OTTO HJERTENES

9.1. OPPDRETT AV STAMFISK I SJØVANN

En del laksefisk er i naturlig tilstand anadrome. Dette innebærer at de vokser mestedelen av sitt liv i sjøvann, men går opp i ferskvann for å formere seg. Regnbueørreten som benyttes i norsk fiskeoppdrett i dag, synes også å ha en viss vandringstrang. Dette understøttes av at fisk som rømmer fra sjøanlegg eller settes ut i sjøen, ser ut for å søke til ferskvann når den er kjønnsmoden. Utsatt regnbueørret har likevel ikke greid å etablere egne bestander her i landet. Dette skyldes trolig flere faktorer.

I oppdrett i sjøvann vokser laksen vanligvis 2-3 år og regnbueørret 1-2 år før fisken begynner å vise tegn til kjønnsmodning. Fritt i naturen skulle fisken på dette stadiet vært på vandring mot ferskvann. I praktisk fiskeoppdrett er det blitt vanlig å holde stamfisken i sjøvann helt til den er moden. Bare ved noen få anlegg blir stamfisken overført til vann med lav salinitet (brakkvann eller ferskvann) en periode før stryking. Dette gjøres oftest ut fra praktiske grunner. Fiskens generelle tilpasning og trivsel har i mindre grad vært tatt hensyn til i denne forbindelse.

9.1.1. Temperatur i sjøvannet.

Sjøvannstemperaturen i de norske kystfarvann er meget gunstige for fiskens vekst p.g.a. den varme nordatlantiske havstrømmen som kommer inn til kysten. Denne gir temperaturer som i oktober - desember oftest vil være høyere i sjøen enn i de nærliggende

elver og vassdrag. På Vestlandet er eksempelvis gjennomsnittstemperaturen i sjøoverflaten ute ved kysten i et normalår ca 14°C i september og vil gradvis synke til rundt 8°C i desember. I de indre fjordstrøk vil gjennomsnittstemperaturene i sjøen i denne perioden være et par grader lavere, fra ca 12°C i september til ca 6°C i desember (AURE 1981). Variasjonene i temperatur vil i de ytre kyststrøk være små, mens overflatetemperaturen i det indre av fjordene kan variere ganske mye. Her er en variasjon på ca 3°C i løpet av en time ganske vanlig (AURE, 1981).

Elvetemperaturene på Vestlandet er avhengig av vannføring, høyde over havet for nedslagsfelt, størrelse av basseng i vassdraget, regulering o.s.v. Det finnes svært få kontinuerlige termurmålinger i vassdrag fra dette området. Det er likevel grunn til å tro at sjøen er et betydelig større varmemagasin enn vassdragene slik at gjennomsnittstemperaturen i elv og vann er lavere og mer ustabil enn i sjøen utover høsten.

For oppdrettsfisk er temperaturen en svært viktig faktor både for vekst og utvikling av gonader (LEITRITZ 1960). Høyere temperaturer medfører raskere utvikling av gonadene (ALABASTER and LLOYD 1980). Det synes dessuten å være fastslått at for å oppnå god eggkvalitet hos regnbueørret bør ikke temperaturen for stamfisken overstige ca 13°C i en 6 månedersperiode før gyting. For lave temperaturer (under ca 3°C) vil på den annen side medføre at regnbueørret ikke modnes, og at den ofte dør før gyting (LEITRITZ 1960). Hos en egen ørretart (Salmo clarki lewisi) er det også funnet at temperaturen har sterk innvirkning på eggkvaliteten. Vanntemperatur på ca 10°C ble av SMITH et al. (1983) funnet å gi dårligere befruktning og overleving av egg enn vanntemperaturer som lå lavere enn 10°C og ned mot 2°C. ALABASTER and LLOYD (1980) hevder at normal gyting hos laks foregår ved 1 - 6°C, men at gytingen også kan foregå ved 0°C og opp til 8°C.

Hvordan egg av atlantisk laks reagerer på de temperaturer vi finner under norske oppdrettsforhold, vet vi svært lite om. Det har vært diskutert om forholdet mellom temperaturen stamfisken

oppbevares i og temperaturen i svellevannet etter befruktning, har noe å si for overlevelse av eggene i klekkeriet (HAGALA 1983). KITTELSEN and HAGALA (1984) fant imidlertid at dette sannsynligvis ikke er så kritisk. Etter all sannsynlighet vil ikke normale temperaturer i det miljø laksen går i ved modning, ha noen negativ innvirkning på eggenes overlevelse i klekkeriet, men vi vet altfor lite om dette til å kunne trekke faste konklusjoner.

Det har vært spekulert på om temperaturen har noe å si for eggløsning og gyttetidspunkt hos laks. Oppdretter Torleif Solberg har lang erfaring fra stryking av vill laks fra Lone-elva på Osterøy i Hordaland. Han hevder at når det kommer et markert temperaturfall i ellevannet om høsten, medfører dette at laksen umiddelbart går ut på gyteplassene i elva og starter sin aktivitet der. For bekkerøye (Salvelinus fontinalis) fant HOKANSON et al. (1973) at temperaturen ikke hadde noen innflytelse på eggløsning og gyttetidspunkt. De fant imidlertid en markert innflytelse av temperatur både på gyteaktivitet og overleving av egg.

9.1.2. Salinitet

Sjøvann inneholder ca 30 promille salt, mest som NaCl. Dessuten inneholder sjøvann relativt mye kalium-, kalsium- og magnesiumsalter. I de ytre kystsoner er saltholdigheten i sjøvannet relativt stabil, rundt 30 promille, mens saltholdigheten i de øvre vannlag innover i fjordene kan variere som følge av ferskvannstilførsel (AURE 1981). Disse forhold avhenger mye av de dominerende klimatiske og hydrografiske forhold i det aktuelle området og dessuten med årstidene (BRAATEN og SÆTRE 1973). Generelt kan en si at de største variasjoner finner en i det indre av fjordsystemene. På toppen av brakkvannslaget i fjordene kan saltinnholdet i enkelte perioder nå helt ned mot null. Tykkelsen av brakkvannslagene kan også variere svært mye over tid. F.eks. kan man i deler av Hardangerfjorden i perioden juni til november ha et brakkvannslag på ca 5 m mens det resten av

året er noe mindre (AURE 1981). Fiskens kroppsvæsker inneholder ca 10 promille salt. Det blir hevdet at en jevn salinitet på ca 10 promille i sjøen derfor vil gi de beste oppdrettsbetingelser (BRAATEN og SÆTRE 1973). Dette er imidlertid umulig å oppnå i praksis. Det oppnås gode vekstresultater også i rent sjøvann slik at nivået av saliniteten synes ikke å være kritisk for vekst. Større problemer kan oppstå ved variasjoner i saliniteten som følge av spesielle vind- og strømforhold og mye nedbør. Det er observert at laks i mærer som står i sjøvann med sterk lagdeling, i enkelte perioder vil "sture" ned mot bunnen i mæren. Dette er muligens et forsøk på å oppholde seg i et mer stabilt vannmiljø i mæren. Denne "sturingen" kan også medføre at fisken får sårskader.

I den siste perioden av rognutviklingen vil rogn ta opp vann. I sjøvann må fisken aktivt ta opp vann fra et hyperosmotisk medium med høyere saltkonsentrasjon enn fiskens blod. Det foreligger svært få rapporter på undersøkelser om sjøvannets fysiologiske virkning på stamfisk og rogn av atlantisk laks i denne fasen. KITTELSEN (1983) gjorde et innledende forsøk på å stryke laks fra brakkvann og sjøvann. Han fant da at lakseegg strøket fra brakkvann ga bedre overlevelse enn om eggene ble strøket fra sjøvann. Ved akvakulturstasjonene i Austevoll og Matre ble stamfisk av laks holdt ved ulike lokaliteter og saltholdigheter sommeren og høsten 1983. Ved dette forsøket ble det funnet lav dødelighet for stamfisk som modnet i brakkvann og ferskvannmiljø mens dødeligheten var betydelig i rent sjøvann. Rogn som ble strøket av stamfisk direkte fra sjøvann, viste betydelig høyere dødelighet enn rogn fra stamfisk som hadde gått i brakkvann eller ferskvann (ULGENES et al. 1984). For Coholaks (Oncorhynchus kisutch) er det funnet at saltvann i modningsfasen har en tydelig negativ effekt med høy dødelighet av stamfisk og dårligere overlevelse av egg sammenlignet med når stamfisken hadde gått i ferskvann (Allee, 1981). Dataene fra våre intervjuundersøkelser (Kap.4.) syntes ikke å indikere at oppdretterne hadde særlig dårligere erfaring med stryking fra sjøvann sammenlignet med ferskvann. Vi må her peke på at disse opplysningene

var subjektive, og den enkelte oppdretter hadde som regel ikke noe sammenligningsgrunnlag fra stamfisk oppbevart i ulike miljø.

Resultatene fra de få forsøkene vi hittil kjenner til, viser at det trengs flere forsøk for å klarlegge hva som er årsakene til tilsynelatende bedre eggkvalitet når stamfisken strykes fra brakkvann eller ferskvann sammenlignet med stryking direkte fra sjøvann.

9.1.3. Mikroorganismer og parasitter i sjøvann

Det vil gå utenfor temaet om vi her skulle gå nærmere inn på fagfeltet sykdom hos fisk. Av ulike årsaker kan det likevel være nyttig å streife dette feltet i forbindelse med oppdrett av stamfisk.

Sjøvann er et medium som er rikt på næringsstoffer og gir gode vekstmuligheter for mikroorganismer (sopp, bakterier og alger). De fleste av disse er ufarlige for normal fisk som ikke befinner seg i en stressituasjon. Vanlig praksis ved oppdrett av stamfisk medfører imidlertid mye håving og håndtering. Dette kan føre til at slimlag og hud skades, og dette kan senere gi infeksjoner på stamfisken. "Voksende sår" er et kjent fenomen for mange og skyldes ofte såkalte myxobakterier som fester seg i små "skrubbsår" og får anledning til å vokse der.

Stamfisk er mye utsatt for infeksjoner i modningsperioden (sen-sommer og høst), og dette har sansynligvis sammenheng med tre forhold. For det første hyppig håndtering og stressbelastning som tidligere omtalt. For det andre er sjøvannstemperaturen og næringssammensetningen i sjøvannet på denne årstiden ofte særlig gunstig for mikroorganismenes aktivitet. For det tredje er det mye som taler for at atlantisk laks under kjønnsmodning har et noe redusert motstandsapparat mot infeksjoner. TRAMS (1969) fant hos pukkellaks (Oncorynchus gorbuscha) at denne arten har et nedsatt avgiftningssystem i leveren under kjønnsmodningen. Disse

forhold antyder at infeksjoner bør vies særlig stor oppmerksomhet i forbindelse med stamfiskoppdrett.

Også større parasitter som f.eks. lakselus, har påført oppdretterne store problemer, særlig ute ved kysten. Laks under kjønnsmodning er noe roligere enn umoden fisk, og lakselusa kan muligens derfor lettere angripe stamfisken. I de tilfeller lakselus forekommer, kan den gjøre store skader i stamfiskbestander, både som følge av skadene den selv påfører, og som følge av at fisken ofte stresses unødig mye i forbindelse med avlusing.

Av problemer med mer spesiell karakter kan nevnes IPN. Denne virussykdommen er påvist å kunne spres med rogn fra laksefisk og overføres til neste generasjon. Dette er en medvirkende årsak til at dette viruset i dag er nokså utbredt i Norge. Hvorvidt sykdommen er farlig eller ikke, skal det her ikke tas stilling til, men den kan tenkes å påføre fisken ekstra belastning som i neste omgang kan føre til andre problemer. F.eks. lurar man på om der er indirekte sammenheng mellom IPN og utbrudd av såkalt "Hitrasyke" (HÅSTEIN 1984). På denne måten kan sykdommen derfor være en potensiell trussel mot produksjonen av rogn i oppdrettsnæringen.

9.1.4. Forurensinger i sjøvann

I et mærsystem med intens produksjon av fisk vil det akkumuleres en viss mengde avfall på bunnen under mærene. Får dette avfallet ligge urørt, kan det ved anaerob nedbryting av det organiske materialet dannes hydrogensulfid (H_2S) som er meget giftig for fisk. Det er observert at det ofte dannes en tett skorpe på avfallslaget på bunnen. Under visse forutsetninger kan det dannes så stort gasstrykk i avfallslaget at skorpa brister og giftige gasser settes fri i vannet (PEDERSEN 1982). Forsøk har vist at mengde H_2S i sjøvannet ved mæranlegg varierer noe og toppe seg om vinteren (februar) og høsten (september) (STOREBAKKEN og OLSEN 1982). Svenske undersøkelser har vist at organisk belastning som følge av avfall fra mæranlegg, er størst om

nøsten (KALGREN 1981). En sterk organisk belastning kan føre til lokalt nedsatt oksygenmetning i sjøvannet p.g.a. mikroorganismens nedbrytningsaktivitet (MARKMAN 1978). Nedbrytning av organisk materiale vil også medføre dannelselse av amoniakk (NH_3) og nitritt (NO_2). Sikker grense for fritt NH_3 i ferskvann antas å være ca 0,025 ppm. (TRAIN 1979, ALABASTER and LLOYD 1980). I sjøvann må muligens den sikre grensen settes enda lavere (ARNE ERVIK, pers. medd.)

Av andre giftstoffer som kan forekomme i sjøvann, kan nevnes tungemetallene kobber, sink og jern. Disse kan forekomme i forbindelse med industriutslipp og således være et lokalt forurensingsproblem. I enkelte lukkede fjordsystem med tildels mye partikulært organisk materiale og oppløste næringsstoffer i sjøvannet, vil det med tilgang av lys, medføre sterk begroing av nøter. Dette vil igjen nedsette effektiviteten av vannutskiftingen inne i mærene (SÆTRE 1975).

De forskjellige formene for forurensing som vi kjenner idag, gir sjelden negative utslag hver for seg selv om lokale forhold kan variere noe. Summen av alle de uheldige forurensingsfaktorene kan imidlertid gi et miljø som virker sterkt stressende for fisken. I en rapport utgitt av NIVA (Pedersen, 1982), er forurensingsproblematikken sammen med viktige problemstillinger innen fiskeoppdrett generelt skissert.

9.1.5. Oksygenmetning i sjøvannet

Laks og regnbueørret er aktive fiskearter med stort oksygenbehov (BRETT 1979). Oksygenmetningen i vannet bør ikke gå lavere enn ca 30 - 40% som antas å være et kritisk område. Fiskens oksygenbehov er avhengig av saltholdighet, temperatur, fôringsstyrke og fysisk aktivitet (PEDERSEN 1982). Sterk begroing av nøter, forurensingsgrad, mengde av andre organismer (f.eks. plankton) og strømhastighet, er faktorer som påvirker oksygenmetningen i mærene (BRAATEN og SÆTRE 1973, SÆTRE 1975). I enkelte tilfeller kan store mengder planteplankton praktisk talt bruke

opp oksygenet i vannet om natten slik at føring om morgenen med påfølgende større oksygenforbruk kan være farlig for fisken (PEDERSEN 1982).

Oksygenbehovet hos modnende stamfisk vet vi svært lite om. Hos fisk under kjønnsmodning dannes det mye nytt vev, spesielt gonader. Ut fra dette kan det være logisk å tenke seg at stamfisk har et større oksygenbehov enn umoden fisk av samme størrelse (BRAATEN, pers. medd.). Det kan imidlertid være et spørsmål om stamfiskens oksygenbehov er like stort under alle faser av kjønnsmodningen.

Lavt oksygeninnhold i vannet vil også medføre at virkningen av giftige substanser ofte blir sterkere (HUGHES 1981). Den lave oksygenmetningen trenger i seg selv ikke bety fiskedød, men over tid blir fisken svekket og er mer mottagelig for andre skader og sykdommer. Dette kan føre til at organismen kommer inn i en ond sirkel, ofte med dødelig utgang.

Ved gassovermetning er det vanligvis nitrogen som fører til skade. Denne gassen har ikke noe aktivt transportsystem i blodet hos fisken og forbrukes ikke i fiskens vev. Den vil derfor lett danne gassbobler i blodårene (TRAIN 1979). Nitrogenovermetning forekommer oftest i forbindelse med kraftanlegg og ved oppvarming av vann. I sjøen bør man være oppmerksom på dette problemet på steder der større mengder turbin vann slippes ut.

9.1.6. Lys

Begrepet "fotoperiode" definerer lengde av "dag" og "natt" d.v.s. lys og mørke i et døgn.

Virkningen av fotoperioden på kjønnsmodning varierer med temperaturen, og for mange fiskearter er det sansynligvis et samspill mellom disse to faktorene i reproduksjonsfasen (BAGGERMAN 1972). For laksefisk mener De VLAMING (1972) at fotoperioden sansynligvis er den viktigste faktoren for igangsetting av kjønnsmod-

ningen. Dette betyr at temperaturen sannsynligvis er av underordnet betydning ved begynnelsen av gonadeutviklingen hos laks. Noen hevder at det er en meget nøye sammenheng mellom døgnlengde og gytetidspunkt. SCOTT et al. (1984) hevder ut fra flere forsøk at det går 41 + 2 uker fra den dagen daglengden overstiger 12 timer til regnbueørret er strykemoden.

Manipulasjon med gytetidspunkt ved bruk av lys har vært brukt for mange fiskearter, også enkelte laksearter og regnbueørret (HTUN- HAN 1977). Her i Norge er svært lite gjort på lysregulering i forbindelse med kjønnsmodning hos laksefisk.

I naturen skjer det på våre breddegrader en gradvis forandring av daglengden. Denne forandringen er funnet å være unødvendig for å manipulere gytetidspunkt hos regnbueørret. Konstant kort dag (8 t lys + 16 t mørke) etterfulgt direkte av lang dag (16 t lys + 8 t mørke) har vist seg å være tilstrekkelig for å styre denne artens kjønnsmodning (SCOTT et al. 1984, ELLIOTT et al. 1984). Denne formen for manipulasjon kan brukes til å sikre jevn leveranse av rogn og vil være en hensiktsmessig måte å øke utnyttelsen av produksjonsutstyret på. Undersøkelser burde derfor vært gjort på atlantisk laks for å tilpasse metodikken til norske forhold.

9.2. OPPDRETT AV LAKSEFISK I FERSKVANN

Som nevnt er vanlig praksis i norsk oppdrett å holde laksen under vekst fra smoltifisering til kjønnsmodning i sjøvann. Ferskvannsfasen omfatter da i noen tilfeller modning hos stamfisk og dessuten rognutvikling, klekking og fóring fram til smolt. For regnbueørret gjelder vanligvis det samme med unntak av noen anlegg der ørreten holdes i ferskvann hele tiden. Et fåtall anlegg overfører dessuten stamfisk av regnbueørret til ferskvann ved kjønnsmodning og lar den da gå i ferskvann også etter at strykingen er ferdig (EDWARDS 1979).

Vi vil her bare kort omtale noen av de viktigste momentene vedrørende rognutvikling, klekking og den første tiden etter klekking som defineres å tilhøre reproduksjonsfasen, og som vil være influert av stamfisk- og rognkvalitet. Disse stadiene er de mest følsomme hos laksefisk, og kravene til miljø vil derfor være særlig store.

9.2.1. Temperatur

Temperaturen under inkubering av egg bestemmer i hovedsak lengden av utviklingsperioden i klekkeriet. Ved hjelp av begrepet "døgngrader" (antall dager i klekkeriet x grader i vannet) kan man følge utviklingen og forutsi klekkesidspunktet for rogn (EGIDIUS og HELLAND-HANSEN 1973).

Hva egg kan tåle av temperaturer og temperaturforandringer, synes å være avhengig av utviklingsstadium. Varme- eller kuldesjokk straks etter befruktning kan gi helt eller delvis unormal utvikling med sterilt avkom (REFSTIE 1984, LINCOLN *et al.*, 1974). Et normalområde for temperaturutvikling i klekkeriet synes å være fra 4 - 10 C både for laks og ørret. For regnbueørret bør ikke temperaturen gå lavere enn dette da det kan medføre økt dødelighet (LEITRITZ 1960).

I settefiskanlegg er styring av temperaturen i vannet lett gjennomførbart og blir gjort i stor utstrekning bl.a. for å styre klekkesidspunktet. Høyere klekkesidstemperatur influerer også noe på antall døgngrader til klekking (EGIDIUS og HELLAND-HANSEN 1973).

Med oppvarming av vann følger også en viss overmetning av gass. Svak overmetning synes ikke å være direkte skadelig for rogna, men kan skape problemer med opphoping av luftblærer under ristene i klekkebakkene. Dette kan enten stoppe eller redusere vanngjennomstrømmingen, eller luften kan boble ukontrollert gjennom egglaget og forstyrre rogna i de mest følsomme periodene av utviklingen.

9.2.2. Surhet

Nedbøren som faller ned over Sør- og Vestlandet, har oftest pH lavere enn 5,6 som defineres som sur nedbør. I tillegg til dette er berggrunnen i Sør Norge for en stor del sammensatt av harde bergarter med svært lav evne til å motstå forsuring. Bare noen få områder har mykere bergarter der kalkinnholdet er relativt høyt, og den sure nedbøren har derfor påført naturen stor skade (OVERREIN et al. 1981).

Vannet i mange vassdrag har pH-verdier under 5. Dessuten har de fleste vassdrag på Vestlandet lite av oppløste salter og lav ledningsevne (MUNIZ and LEIVESTAD 1980a). Denne forsuringen av vassdragene har ført til store konsekvenser både for fisk og andre organismer som lever i dette vannet (SEVALDRUD et al. 1980, MUNIZ and LEIVESTAD 1980a). Det er naturlig at problemer med surt vann også melder seg i klekkeri og settefiskoppdrett i de eksponerte områdene. Vanlig praksis i dag er derfor å behandle ferskvann med f.eks. skjellsand- eller kalkfiltere, lut, sjøvann o.s.v. for å heve pH opp på et akseptabelt nivå (6 -7). Vi skal her ikke ta stilling til hvor effektive de ulike behandlingsmåter for ferskvann er. Det skal likvel nevnes at selv med antatt gode vannbehandlingsrutiner som har virket godt ved mange anlegg, oppstår det til tider store problemer på egg og plomme-sekkyngel som mistenkes å ha sammenheng med vannkvalitet og da særlig med surt vann.

9.2.3. Syrestress og aluminium

Hydrogenionene (H^+) i surt vann kan ha direkte innvirkning på ionebalansen og ellers på egenskapene til blodproteiner. Hemoglobin er et protein som transporterer oksygen i blod, og det får ved lavere pH (mer H^+) lavere bæreevne for oksygen. Resultatet kan derfor bli dårligere transport av oksygen til vevet (FROMM 1980).

Syrestress ser ut til å ha stor innvirkning på nesten alle deler av reproduksjonen. BEAMISH (1976) hevder at fisk som lever i surt vann, ikke kan fullføre gyteprosessen, muligens fordi fisken ikke klarer å opprettholde normalt kalsiumnivå i blodet. Forsøk indikerer også at fisken ikke klarer å lage modne og utviklingsdyktige egg når den går i surt vann (CRAIG and BAKSI 1977, se FROMM 1980). De nevnte undersøkelser er gjort på arter som er fremmede for norsk oppdrett, men siden laksefisk er meget kravfulle til vannmiljø, er det sannsynlig at pH også har stor innflytelse på reproduksjon hos disse artene (NAS/NAE, 1974).

I forbinelse med sur nedbør var teorien nokså lenge at fiskedød var et direkte resultat av syrestress på fisken. I dag synes det imidlertid å være fastslått at aluminiumsforgiftning er en av hovedårsakene til dødelighet i det sure vannet (OVERREIN et al. 1981). Virkningene av aluminium synes å være størst ved pH 5 - 5,5. Fisken får problemer med ionebalansen i blodet, og gjellene tettes med slim (MUNIZ and LEIVESTAD 1980b). Selve kjemien til aluminium i naturlig vann er meget komplisert. Vi vil her bare nevne at oppløst i vann finnes metallet som mange ulike forbindelser. Man kan skille mellom Al-former som er inlabile og labile. De labile formene skifter relativt lett over til andre former, mens de inlabile formene vanskeligere skifter karakter. Det ser ut til at det er spesielt de uorganiske, labile formene som kan være giftig for fisken (DRISCOLL et al. 1980, Fivelstad, 1984). Observasjoner viser at Al-verdier helt ned i ca 100 µg pr l kan skade laksyngel i startforingsfasen.

Noe som er et særtrekk ved mange lokaliteter, er at ved økning fra små til store nedbørsmengder og ved snøsmelting om våren synker pH i vassdragene samtidig som Al-innholdet i vannet går opp. Enkelte perioder kan det observeres at Al-nivået i vannet når enorme topper med variasjoner på flere hundre prosent over få dager (LAZERTE 1984). I vann fra norske settefiskanlegg har vi gjort lignende observasjoner (ULGENES, unpubl).

For aluminiumsforgiftning kan vi i dag ikke angi dokumenterte grenseverdier for giftighet på laksefisk. Verdier på ca 150 µg Al pr l har vært nevnt som en mulig grense (INGEBRIGTSEN og ULGENES 1982), men det bør advares mot å oppfatte denne verdien som absolutt. Giftighet av aluminium er avhengig av mange forhold, bl.a. av kalsium, mengde oppløste ioner og organiske stoffer (eksempelvis humus) og pH. Humus ser ut til å binde aluminium (GJESSING 1982), og vi kan derfor si at i dette tilfellet er humus en positiv vannfaktor. Noe som kan ha stor praktisk betydning for oppdrettere, er at i resirkuleringsanlegg er organisk innhold i vannet nokså høyt, noe som sannsynligvis binder aluminium (ULGENES, unpubl.). Undersøkelser indikerer også at i f.eks klekkesystemer akkumuleres og felles ut store mengder aluminium bundet til organisk materiale (humus) i vannet. Det utfelte, bundne metallet synes å være lett løselig når pH i vannet synker (ULGENES og TORRISEN 1984). Vi vet imidlertid for lite om dette, og videre undersøkelser trengs for å klarlegge disse forhold.

9.2.4. Alkalinitet, hardhet og kalsiuminnhold

Alkalinitet og aciditet definerer vannets bufferevne, mens hardhet betyr "mengde oppløste polyvalente positive ioner" (TRAIN 1979). Som regel er mestedelen av de positive ionene i rent ferskvann kalsium, og derfor setter vi ofte kalsiuminnhold som et mål for hardheten. Alkalinitet og aciditet er uttrykt som CaCO_3 fordi det antas at bufferevnen i naturlig vann som regel skyldes HCO_3^- ioner (TRAIN 1979). Disse to begrepene, hardhet og alkalinitet, blandes ofte sammen, og hardhet blir satt som mål for bufferevne. I mange tilfeller gir dette god overensstemmelse, men i enkelte tilfeller kan vannet inneholde større mengder andre bufferstoffer i tillegg. Tabell 9.1 viser sammenheng mellom vannets hardhet uttrykt som innhold av ulike kalsiumforbindelser.

TABELL 9.1. Klassifisering av vannets hardhet i forhold til dets innhold av kalsium regnet om til de ulike formene Ca^{++} , CaO , CaCO_3 (TRAIN 1979)

Ca^{++} ppm	CaO ppm	CaCO_3 ppm	Klassifisering
0 - 30	0 - 42	0 - 75	Bløtt
30 - 60	42 - 84	75 - 150	Middels hardt
60 - 120	84 - 168	150 - 300	Hardt
120 ->	168 ->	300 ->	Svært hardt

På Vestlandet er ferskvannet ved de aller fleste lokaliteter svært bløtt med Ca^{++} - innhold lavere enn $5 \mu\text{g}$ pr l (NIVA B2-20. 1976). Lignende verdier ble også funnet i stikkprøver i forbindelse med intervjuundersøkelsen (Kap. 4). Det er for mange giftige metaller vist at giftighet varierer med innhold av kalsium. Lavt kalsiuminnhold (bløtt vann) medfører høyere giftighet. Dette tilsier at vi må anvende de strengeste sikkerhetsgrenser for giftstoffer i de ferskvannstyper som normalt finnes på Vestlandet.

9.2.5. Giftighet av metaller

Begrepet "giftighet" blir ofte satt sammen med dødelighet, noe som ofte er svært misvisende. Giftige stoffer forekommer nesten alltid i naturlig ferskvann, men sjelden i dødelige konsentrasjoner. F.eks. finnes spor av nesten alle metaller i vannet,

men bare i så små mengder at vi ikke ser noen effekt av dem. I korthet skal vi her bare nevne noen begreper som er viktige i denne sammenhengen (NAS/NAE, 1974, SPRAGUE 1971).

A) "Sikker" konsentrasjon

Hvis et giftig stoff forekommer i så små mengder at det ikke kan gi noen effekt på den aktuelle organisme, kalles dette en sikker konsentrasjon.

B) Subletale nivå (ikke dødelig konsentrasjon)

Hvis et giftig stoff forekommer i slike konsentrasjoner at det ikke gir dødelighet, men likevel negativ virkning, kalles dette et subletalt nivå.

C) LC-50-verdier (50% dødelighetsgrense)

Hvis et giftig stoff forekommer i slike konsentrasjoner at 50% av en populasjon dør, kalles dette LC-50 verdier. Som regel defineres dødelighet innenfor et tidsrom f.eks. 96 timer og LC-50-96t betyr da at den aktuelle konsentrasjonen gir 50% dødelighet etter 96 timer.

D) Omregningsfaktorer

Det er ved forsøk funnet at man kan uttrykke sikker konsentrasjon som en LC-50-verdi for det aktuelle stoffet multiplisert med en omregningsfaktor. F.eks. kan sikkert nivå for kopper angis ved:

$$\frac{LC-50}{10}$$

D.v.s. at sikkert nivå defineres til 10% av LC-50-verdien (NAS/NAE/1974).

E) Additive effekter/(sumeffekter)

Når flere giftige stoffer forekommer sammen virker de ofte som om de var alene, d.v.s at virkningen av de to stoffene legges sammen (adderet). Hvis nå f.eks. stoffene A og B finnes i mengder som for stoff A tilsvarer

35% av LC-50 verdien for stoff B tilsvarende 70% av LC-50 verdien og ingen av stoffene A og B finnes i store nok mengder til å hver for seg gi dødelighet, kan konsentrasjonen av disse to stoffene til sammen føre til dødelighet (105% av LC-50).

F) Forsterkende og svekkende effekter (kombinasjonsvirkninger)

Enkelte stoffer kan sammen med andre gi sterkere virkning enn summen av dem skulle tilsi. Et eksempel på dette er at når NO_2 og NH_3 forekommer sammen, vil den toksiske virkningen bli sterkere enn summen av dem (PEDERSEN 1982). Lavt O_2 -innhold i vannet forsterker virkningen av mange stoffer (TRAIN 1979). På en annen side kan noen stoffer redusere giftvirkningen av andre giftige substanser. Eksempler på dette er kalsium og humus som begge avgifter metaller. Dessuten er virkningen av enkelte stoffer som f.eks. NH_3 , CN^- og H_2S bestemt av vannets surhet.

På bakgrunn av definisjonene A-F er det lettere forståelig at naturlig vann er en vanskelig råvare å behandle ved produksjon av fisk, og at virkningen av de enkelte stoffene kan være meget vanskelig å forutsi. Som følge av pkt E og F synes det viktigste målet som må oppnås, å være at innholdet av eventuelle giftstoffer er så lavt som mulig, og at medvirkende vannfaktorer holdes innenfor akseptable verdier. Virkningen av enkeltstoffer er sterkt avhengig av hva som ellers finnes i vannet.

9.2.6. Giftighet av kopper, sink og jern

Dette er i dag de mest omtalte metallene utenom aluminium i forbindelse med vannkvalitet. Kopper og sink er målt i en serie undersøkelser fra hele landet, og det ble funnet generelt lave konsentrasjoner som følge av forvitring og nedbør (NIVA 1976).

For laksefisk som oppholder seg i bløtt vann er sikker grense for kopper antatt å være ca 5 µg pr l (NAS NAE 1972) og for sink ca 30 µg pr l (GRANDE 1984). De korresponderende LC-50-verdiene antas i bløtt vann å være henholdsvis 40 - 50 ug pr l for kopper, og 400 - 500 ug pr l for sink (NAS NAE 1974, EIFAC 1973).

Langtidsforsøk med bekkerøye (Salvelinus fontinalis) indikerer at konsentrasjoner over 17 µg Cu pr l i bløtt vann influerer sterkt på produksjon av levedyktige egg, utvikling av egg og plommesekkkyngel (McKIM and BENOIT 1971). For øyerogn og plommesekkkyngel av regnbueørret indikeres en LC-50-verdi for kopper på ca 50 ug pr l i bløtt vann (GILES and KLAVERKAMP 1982).

Jern kan ved enkelte lokaliteter være et problem bl.a. på grunn av avrenning fra myrområder (BERGHEIM og ROSSELAND 1981). Dette metallet finnes som toverdige (Fe^{++}) og treverdige (Fe^{+++}). Okerkvelning er et kjent fenomen og skyldes utfelling av gulaktig jernhydroksyd $\text{Fe}(\text{OH})_3$ på fiskens gjeller (EGIDIUS og HELLAND-HANSEN 1973). Ved forekomst av jern i vannet er det formen, ikke den totale mengden, som teller. Jernet kan fjernes ved lufting (oksydering) av vannet og felling i nøytralt eller basisk miljø. Det er imidlertid viktig at det utfelte materialet får tid til å sedimentere og føres ut av vannsystemet før vannet slippes inn i klekkeriet. Hvis ikke, kan selve utfellingen forårsake akutt dødelighet. (BERGHEIM og ROSSELAND 1981).

På bakgrunn av jernets spesielle kjemi, er det vanskelig å angi dødelighetsgrenser eller sikre grenser for dette metallet. Train (1979) angir at dødelighet på ørret (art ikke angitt) har oppstått ved jernkonsentrasjoner rundt 1 ppm. Stikkprøveserier av vannprøver fra ulike klekkeri- og settefiskanlegg (se Kap. 4) viser lave verdier for jern og synes ikke å være noe alarmerende for noen anlegg i undersøkelsen.

9.2.7 Andre metaller

Av andre metaller enn de som hittil er omtalt, vil vi bare nevne cadmium, bly, kvikksølv og krom. Kadmium og kvikksølv er meget giftige metaller og har et særtrekk ved at de samles i organismen, noe som bl.a. er vist for egg og yngel av laks (ROMBOUGH and GARSIDE 1982). Tabell 9.2 viser en oversikt over vanlige metaller som omtales i forbindelse med vannkvalitet ved foreslåtte sikre grenseverdier ved ulik hardhet.

TABELL 9.2. Antatt sikre grenser for ulike vannparametere i ferskvann (GRANDE 1984).

Parameter	Hardhet ppm CaCO ₃	Sikker grense
Sink, µg/l	10	< 30
"	50	< 200
"	100	< 300
Kobber, µg/l	10	< 5
"	50	< 22
"	100	< 40
Kadmium, µg/l	10	< 0.6
"	50	< 0.9
"	100	< 1.0
Bly, µg/l	50	< 40
Krom, µg/l	-	< 100
Amoniakk, ppm (fritt NH ₃)	-	< 0.025
pH	-	6 - 9

9.2.8. Andre giftstoffer

Vi kunne her ha kommet inn på mange ulike stoffer som kan representere farer ved fiskeoppdrett. Her vil vi bare nevne forurensinger fra bl.a. sprøyting i jordbruk og skogbruk o.l. Silosaft er også omtalt som en ødeleggende faktor for ferskvannsorganismer p.g.a. medfølgende lavt O_2 -innhold i forurenset vann. Det er grunn til å fremheve at silosaft er en alvorlig trussel for oppdrettsanlegg som tar vann fra vassdrag der utslipp kan forekomme (BERGHEIM et al. 1978, 1979).

9.3. VURDERING AV VANNKVALITETER I KLEKKERI OG SETTEFISKANLEGG

Det er to hovedgrunner til at vi har gjennomgått så mange sider ved kvalitet av ferskvann:

- a) Ved kommersielt fiskeoppdrett foregår de deler av reproduksjonen som omfatter rognutvikling, klekking og plomesekkstadiet oftest i rent ferskvann. Disse stadiene er blant de mest følsomme overfor variasjoner i miljøfaktorene.
- b) Virkningen av uheldige miljøkomponenter (f.eks. lav pH og giftstoffer) er sterkere i rent ferskvann enn i brakkvann og sjøvann (BERGHEIM og ROSSELAND 1981).

Disse to hovedpunktene gjør at når vi skal vurdere graden av suksess i arbeid med stamfisk og klekking av rogn, blir vannkvalitet i klekkeriene en meget viktig faktor å ta hensyn til.

Vi våger den påstand at en stor del av tapene i forbindelse med klekkingen har vært forårsaket av dårlig vannkvalitet. I enkelte tilfeller tror vi dette også har vært årsaken til massedød på yngel. Det vi vet for lite om, er hvor stor del av problemene i kommersielt oppdrett som skyldes vannkvalitet når vi observerer et mer jevnt tap av egg og yngel. Det er tenkelig at subletale nivåer av enkelte vannfaktorer hele tiden virker svekkende på

fisken slik at en liten forandring i negativ retning kan gi store utslag. Som regel er det summen av miljøfaktorer som gir reaksjoner hos fisken.

Vi har svært få data som kan gi grunnlag for vurdering av kvaliteten av driftsvannet i klekkeri- og settefiskanlegg på Vestlandet. Den store betydningen dette feltet har, tilsier derfor at et større program for generell unersøkelse av vannkvalitet og behandlingsrutiner burde vært gjennomført.

Tabellene 4.12 og 4.13 i Kap. 4 viser generelt lave verdier for metallene kobber, sink og jern i vannprøvene fra de undersøkte anleggene. Videre er kalsiuminnholdet i råvannet lavt og indikerer at det må klassifiseres som "bløtt vann" (jf Tabell 9.1). De data som fremkom ved denne stikkprøveserien, er noe lavere enn hva som er oppgitt i NIVA B2-20 (1976) både når det gjelder kobber og sink. Når det gjelder kalsium, stemmer resultatene noenlunde overens med resultatene fra overnevnte rapport.

Noe som sterkt begrenser verdien av en slik stikkprøveserie, er at enkelte faktorer (f.eks. aluminium) kan vise store variasjoner over kort tid. For å vurdere slike forhold må det gjennomføres større overvåkningsprogram, gjerne med daglige vannprøveserier.

9.4. KONKLUSJONER OM BETYDNING AV MILJØ FOR STAMFISK OG ROGN

I intensivt oppdrett kan laksefisk få store problemer i reproduksjonsfasen som er en kritisk del av dens liv. Fisken har i fangenskap ingen mulighet til å finne de optimale miljøforhold. Dette betyr at faktorer som temperatur, oksygen, forurensninger, smitte etc. påfører fisken mye stress, og at den følgelig kan få problemer med å produsere egg av god kvalitet. Den negative påvirkningen kan skje gjennom store deler av fiskens liv, være ulik mellom ulike lokaliteter og ulik fra år til år. Det er derfor mulig at miljøet kan forklare mye av variasjoner i kvalitet av egg og stamfisk.

Hvis vi definerer reproduksjonen til også å omfatte rognutvikling og klekking, ser vi at mulighetene for negative miljøfaktorer er mange. På Vestlandet er sur nedbør et alvorlig problem på mange lokaliteter og har sannsynligvis vært en sterk medvirkende årsak til mange uhell.

For å oppnå god overlevelse og trivsel hos fisken i settefiskanleggene, kan vi si at de viktigste målene å arbeide mot ved behandling av vann i de fleste sammenhenger kan oppsummeres slik:

- stabile pH-verdier mellom 6 og 7
- god ledningsevne og høyt kalsiumnivå
- godt gjennomluftet vann
- lave nivåer av giftige substanser

Dette gir en akseptabel sikkerhet i forbindelse med rognutvikling og klekking. For å få oversikt over andre mulige problemfaktorer, er det viktig med et opplegg for kontinuerlig prøvetaking og kjemisk analyse av råvannet.

LITTERATUR

- ALABASTER, J.S. and LLOYD, R. 1980. Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths, Lond., 297 pp.
- ALLEE, B.J. 1981. The Status of Saltwater. Maturation of Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) at Oregon Aqua Foods, Inc. Proc. P. 1-8 in T. Nosko ed. Workshop Salmonid Broodstock Maturation, Seattle, Washington, May 20-22, 1980. Washington Sea Grant Publ. - Seattle.
- AURE, J. 1981. Akvakultur i Hordaland - Kartlegging av høvelige lokaliteter for fiskeoppdrett. Fisken og Havet Ser. B, 1981 (3): 1-128.

- BAGGERMAN, B. 1972. Photoperiodic responses in the stickleback and their control by a daily rhythm of photosensitivity. Gen. & Comp. Endocrinol, Suppl. 3: 466-476.
- BEAMISH, R.J. 1976. Acidification of lakes in Canada by acid precipitation and the resulting effects on fishes. Water, Air and Soil Pollution, 6: 501-514.
- BERGHEIM, A. SIVERTSEN, A. and SELMER-OLSEN, A.R. 1979. The recovery phase of rivers in the Southwestern part of Norway influenced by effluents from grass-silos. Vatten, 35(2): 143-145.
- BERGHEIM, A. og ROSSELAND, B.O. 1981. Vann og vannkvalitet ved fiskeoppdrett - en oversikt. Rapport fra fiskeforskningen, DVF, 1981, (2): 1-52.
- BERGHEIM, A., SNEVIK, E., SIVERTSEN, A. and SELMER-OLSEN, A.R. 1978. Effluents from grass-silos as a pollution problem in rivers in the Southwestern part of Norway. Vatten, 34 (1): 33-43.
- BRETT, J.R. 1979. Physiological Energetics. P- 279-352 in: HOAR, W.S., RANDALL, D.J. and BRETT, J.R. ed. Fish Physiology, Vol. 8 - Bioenergetics and growth. Academic Press, Lond.
- BRAATEN, B.R. og SÆTRE, R. 1973. Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann - Miljø og anleggstyper. Fisken og Havet, Ser. B, 1973 (9): 1-94.
- CRAIG, G.R. and BAKSI, W.F. 1977. The effects of depressed pH on flagfish reproduction, growth and survival. Water Res., 11: 621-626.

- DRISCOLL, C.T. jr., BAKER, J.P., BISOGNI, J.J.jr. and SCHOFIELD C. L. 1980. Effect of aluminium speciation on fish in dilute acidified waters. Nature, Lond. 284: 161-164.
- EDWARDS, D.J. 1978. Salmon and trout farming in Norway. Fishing News Books Ltd, 195 pp. Farnham, Surrey, England.
- EGIDIUS, E. og HELLAND-HANSEN, O. 1973. Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann - Produksjon av egg og yngel. Fisken og Havet Ser. B, 1973 (11): 1-129.
- EIFAC 1973. Water quality criteria for European freshwater fish. Report on zinc and freshwater fish. EIFAC Techn. Pap., No. 21: 1-22.
- ELLIOTT, J.A.K., BROMAGE, N.R. and SPRINGATE, J. 1984. Changes in reproductive function of three strains of rainbow trout exposed to constant and seasonally changing light cycles. Aquaculture, 43: 23-34.
- FIVELSTAD, S., 1984. Giftverknader av surt vatn og aluminium på laks. Norsk Fiskeoppdrett, 1984 (3): 18-20.
- FROMM, P.O. 1980. A review of some physiological and toxicological responses of freshwater fish to acid stress. Envir. Biol. Fish., 5(1): 79-93.
- GILES, M.A. and KLAVERKAMP, J.F. 1982. The acute toxicity of vanadium and copper to eyed eggs of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Water Res., 16: 885-889.
- GJESSING, E.T. 1982. Humus i vann - Hva vet vi og hva bør vi vite? Humus i drikkevann. P. 5-11 in ANON. ed. Foredrag fra vanndagene 1982, NTH, 26-27 aug.1982.

- GRANDE, M. 1984. Klassifisering av vannkvalitet på grunnlag giftvirkninger overfor ferskvannfisk. Limnos, 1: 1-8.
- HAGALA, P. 1983. Laksefisk - uheldig med temperaturforandringer. Norsk fiskeoppdrett, 1983 (10): s. 20.
- HOKANSON, K.E.F., McCORMICK, J.H., JONES, B.R. and TUCKER, J.H. 1973. Thermal requirements for maturation, spawning and embryo survival of the brook trout, Salvelinus fontinalis. J. Fish. Res. Bd. Can., 30: 975-984.
- HTUN-HAN, M. 1977. The effects of photoperiod on reproduction in fishes - An annotated bibliography. Libr. Inf. Leaflet, MAFF, Dir. Fish. Res. (G.B.) No 6: 1-30.
- HUGHES, G.M. 1981. Effects of low oxygen and pollution on the respiratory systems of fish. P. 121-146 in: PICKERING, A.D. ed. Stress and Fish. Academic Press, Lond.
- HÅSTEIN, T., 1984. Framtidsproblemer for forskning på sjukdoms-sektoren. Norsk Fiskeoppdrett, 1984 (12): 24-27.
- INGEBRIGTSEN, O. og Ulgenes, Y. 1982. Variasjoner i rognkvalitet hos oppdrettet laksefisk - mulige årsaker og konsekvenser for næringen. I. Norsk Fiskeoppdrett, 1982 (10): 15-17.
- KALGREN, L. 1981. Føroreningar från fiskodling. Statens Naturvårdsverk Meddelande. SNV PM, 1395.
- KITTELSEN, A. 1983. Stryking av stamfisk fra brakkvann og sjøvann. Norsk fiskeoppdrett, 1983 (6): s.6.
- KITTELSEN, A. og HAGALA, P. 1984. Lakserogn og temperaturen-dringer. Norsk Fiskeoppdrett, 1984 (3): s. 12.

- LAZERTE, B.D. 1984. Forms of aqueous aluminium in acidified catchments of central Ontario: a methodological analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 766-776.
- LEITRITZ, E. 1960. Trout and salmon culture (Hatchery methods). Dep. Fish. Game. Fish. Bull. No. 107: 1-155.
- LINCOLN, R.F., AULSTAD, D. and GRAMMELTVEDT, A. 1974. Attempted triploid induction in Atlantic salmon (Salmo salar) using cold shocks. Aquaculture, 4: 287-297.
- MARKMAN, P.N. 1978. Begrænsning af dambrugsforurensingen. Vand, 1: 29-34.
- McKIM, J.M. and BENOIT, D.A. 1971. Effects of long-term exposures to copper on survival, growth and reproduction of brook trout (Salvelinus fontinalis) J. Fish. Res. Bd Can. 28: 655-662.
- MUNIZ, I.P. and LEIVESTAD, H., 1980a. Acidification - effects on freshwater fish. P. 85-92 in ANON. ed. Proc. Int. Conf. Ecol. Impact Acid Precip., Norway 1980. SNSF project.
- MUNIZ, I.P. and LEIVESTAD, H., 1980b. Toxic effects of aluminium on the brown trout (Salmo trutta L.) P. 320-321 in DRABLØS, D. and TOLLAN, A. ed. Ecological impact of acid precipitation. SNSF-prosjekt pp 320-321.
- NAS/NAE, 1974. Water Quality Criteria 1972. National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, U.S. Government Printing Office. Washington D.C. 620 p.
- NIVA B2-20, 1976. Tungmetallkonsentrasjoner i små norske innsjøer. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. 55 s.

- OVERREIN, L.N., SEIP, H.M. and TOLLAN, A. 1981. Acid precipitation - effects on forest and fish. Final report of the SNSF - project 1972-1980, 2nd.ed., 175 pp.
- PEDERSEN, A. 1982. Miljøpåvirkning fra fiskeoppdrett. Norsk Institutt for vannforskning, Oslo. ISBN 82-577-0544-6.
- REFSTIE, T. 1984. Produksjon av steril (triploid) laksefisk. Norsk Fiskeoppdrett, 1984 (2): 40-41.
- ROMBOUGH, P.J. and GARSIDE, E.T. 1982. Cadmium toxicity and accumulation in eggs and alevins of Atlantic salmon Salmo salar. Can. J. Zool., 60: 2006-2014.
- SCOTT, A.P., BAYNES, S.M., SKARPHENDINSSON, O. and BYE, V.J. 1983. Control of spawning time in rainbow trout (Salmo gairdneri), using constant long daylengths. Aquaculture, 43: 225-233.
- SMITH, C.E., DWYER, W.P. and PIPER, R.G., 1983. Effect of water temperature on egg quality of cutthroat trout. Prog. Fish. Cult. 45(3):176-178.
- SEVALDRUD, I.H., MUNIZ, I.P. and KALVENES, S. 1980. Loss of fish populations in southern Norway. Dynamics and magnitude of the problem. P. 350-351 in: DRABLØS, D. and TOLLAN, A. ed: Ecological impact of acid precipitation, SNSF-project.
- SPRAGUE, J.B. 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish III. Sublethal effects and "safe" concentrations. Water Res., 5: 245-266.
- STOREBAKKEN, T. og OLSEN, R.A., 1982. Hvor farlig er opphoping av fôrspill og gjødsel under mærene? Norsk Fiskeoppdrett, 1982 (2): 4-5.

- SÆTRE, R. 1975. Lokalisering og miljø ved noen oppdrettsanlegg for laksefisk i Vest-Norge. Fisken og Havet Ser. B, 1975 (4):
- TRAIN, R.E. 1979. Quality criteria for water. Castle House Publications Ltd., London, 256 pp.
- TRAMS, E.G. 1969. Hepatic insufficiency in spawning Pacific salmon. Mar. Biol., 4: 1-3.
- ULGENES, Y. and TORRISSEN, O.J. 1984. Aluminium accumulation on eggs and hatching systems during the incubation period - an important cause of variable hatching success? Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1984, (F:27): 1-15.
- ULGENES, Y., TORRISSEN, O. and HANSEN, T. 1984. Effects of different rearing environments on the mortality of Atlantic salmon broodstock and eggs. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1984 (F:26): 1-13.
- deVLAMING, V.L. 1972. Environmental control of teleost reproductive cycles - A brief review. J. Fish Biol., 4: 131 - 140.

KAP. 10. HÅNTERING AV STAMFISK OG ROGN VED STRYKING OG SORTERING

Av

YNGVE ULGENES og PER OTTO HJERTENES

10.1. OPPDRETTETNES PRAKSIS VED HÅNTERING AV STAMFISK OG EGG

Fisk som skal bli stamfisk behandles med få unntak likt med "matfisk" under oppveksten fra smoltstadiet til det året fisken blir kjønnsmoden. Dette året utsorteres vanligvis modnende fisk fra gjellfisk om våren eller forsommeren. Dette gjøres både for å bestemme hvor mye stamfisk man skal ha i forhold til behov for egg og for å bestemme stamfiskens karakterer (størrelse, helse, kjønnsfordeling o.s.v.). En periode før og etter sortering går gjerne stamfisk på spesiell fóring (se Kap. 4).

Det synes fortsatt å være vanlig å la stamlaks modnes i sjøvann. En del anlegg overfører imidlertid fisken fra sjø til kar eller dammer en tid før modning og lar den modnes i brakkvann eller ferskvann. Bortsett fra de ulike fysiologiske virkningene sjø- og ferskvann sannsynligvis har på stamfisk og egg, medfører de ulike oppbevaringsmåtene også ulike praktiske løsninger ved håndtering av moden stamfisk.

Fra kar på land kan innfangning av fisk skje mer maskinelt. Vannutskiftning kan lett reguleres og strykingen foregår som regel under tak. Ved oppbevaring av stamfisk i mærer foregår ofte innfangning av fisken manuelt. Nøtene kan være sterkt begrodde med påfølgende dårlig vannutskiftning. Strykingen foregår dessuten ofte utendørs. I ekstremt kalde perioder vil dette ha stor betydning, både for stamfisken og eggene.

Det er vanlig å stryke en gang pr uke for å hindre overmodning (jf Kap. 4.). Undersøkelse av modningsgrad foretas som regel ikke før i ca midten av oktober idet hoveddelen av strykesesong-

en oftest faller innenfor perioden fra midten av november til slutten av desember. For vill laks er strykesesongen kortere og gjerne tidligere. Denne forskjellen har også stor betydning for hvor mange ganger fisken håndteres. Hvis moden oppdrettslaks tåler mindre enn moden vill laks, får dette stor betydning for fiskens dødelighet. Hvilken innflytelse hyppig håndtering av stamfisken har på eggens kvalitet vet vi ikke.

Under selve strykingen legges det mest mulig vekt på forsiktig håndtering av fisken hovedsakelig for ikke å skade eggene. Det er en meget subjektiv vurdering bak dette, og i enkelte tilfeller blir det nok brukt en del press for å få ut all rogn. Dette kan medføre at egg knuses og eggproteiner m.m. frigjøres i eggvæsken. Bruk av makt er også avhengig av hvor god tid man har under stryking. Ved større oppdrettsanlegg med relativt begrenset bemanning kan tidspresset bli stort og være en tilleggsfaktor til at fisk og egg behandles uforsiktig. Stryking av vill laks foregår mest ved små anlegg drevet av private foreninger. Disse anleggene har oftest lite stamfisk og er relativt godt bemannet. Noe som synes å være påfallende, er at ved innfangning og transport av vill stamlaks brukes tildels mye røffere metoder enn i oppdrett. Under selve strykingen derimot legges det svært stor vekt på forsiktig behandling av fisken og eggene.

Under selve strykingen kan fisken være mye utsatt for slag og risp, særlig mot øynene. Dette kan bl.a. føre til blindhet, indre blødninger og alvorlige sårskader i hud. For å lette på dette bruker enkelte å lande fisken på et mykt materiale, f.eks. en skumgummimadrass.

Befruktning av eggene skjer vanligvis kort tid etter stryking. Tørrbefruktning praktiseres i de aller fleste tilfeller. Ved stryking i ekstremt kaldt vær er stryking av eggene direkte i ferskvann anbefalt for å hindre frostskaader. For å sikre best mulig befruktning brukes to til tre hanner til samme rognporsjon, enten ved å blande melke fra hannfiskene før den kommer i kontakt med rogn eller ved å stryke melken direkte på rogn.

Hvis strykingen foregår ved klekkeriet, svelles rogn som regel i bakkene, dvs. den legges direkte i bakkene/sylindrene etter befruktning. Dersom nybefruktet rogn skal transporteres, blir den svelt, vanligvis 2-3 timer før transport. Under svellingen står rogn ofte i tempererte rom slik at temperaturen i svellevannet stiger med sjanse for overmetning. Såvidt vi vet undersøkes ikke vannkvalitet m.h.p. surhet før vannet brukes til befruktning, skylling og svelling. Dessuten blir befruktningsprosent i liten grad kontrollert. I noen tilfeller blir imidlertid små stikkprøver tatt dagen etter innlegging.

10.2. VURDERINGER AV METODER FOR HÅNTERING AV STAMFISK OG EGG

En totalvurdering av metoder og utstyr som brukes ved stryking av oppdrettslaks, synes ikke å avdekke særlige mangler. Vi kan ikke påpeke noe som skulle tilsi at det bør forventes et dårlig resultat mhp dødelighet av stamfisk og egg. Siden det erfares lavere dødelighet med vill stamlaks enn med oppdrettet stamlaks, kan dette indikere at oppdrettet stamlaks i utgangspunktet tåler mye mindre enn vill stamlaks. Hva som gjør dette vet vi ikke, men flere forhold kan nevnes.

En viktig forskjell mellom vill og oppdrettet stamlaks er at i vill tilstand kan fisken helt og holdent bestemme i hvilket miljø den vil gå i mhp vannkvalitet, vannhastighet og temperatur. I oppdrettssammenheng blir fisken i alle deler av livet påtvunget sitt miljø.

En annen viktig forskjell er at oppdrettslaks er mye utsatt for sykdom og parasitter, f.eks. hitrasyke og lakselus. En tredje viktig forskjell er at når vi fanger vill stamlaks, har de individene vi fanger vært gjennom mange påkjenninger tidligere, og det må antas at det kun er "de sterkeste" som når tilbake til det vassdraget de hører hjemme. I oppdrett er totaloverlevelsen i syklusen fra egg til moden fisk mye høyere enn i naturen, og det kan tenkes at det også velges ut en del svake individer som

stamfisk i oppdrett. I litteraturen finner man svært få beskrivelser av forsøk med stamfisk av atlantisk laks i oppdrett og hva denne fisken er avhengig av mhp miljø, håndtering og ernæring.

Tid for stryking av stamfisk har vært noe diskutert. Som nevnt i Kap. 4, er det vanlig å plukke ut moden fisk en gang pr uke for stryking. På denne måten håper man å unngå overmoden rogn. Stryking av overmoden rogn er sansynligvis meget uheldig for overlevelse av de øvrige eggene. Overmodne egg har lettere for å sprekke ved stryking slik at eggenes innhold frigjøres i eggvæsken. WILCOX et al. (1984) viste at små mengder sprukne egg medfører drastiske reduksjoner i befruktningsprosent og mengde øyerogn. De hevder at mindre enn 10 sprukne av ca 3000 egg kan gi store utslag. Det har lenge vært hevdet at eggproteiner som frigjøres i eggvæsken kan hindre spermene å befrukte egget ved å stenge mikropylen (CARL 1941, LEITRITZ 1960). WILCOX et al. (1984) hevder på den annen side at ioner som frigjøres fra sprukne egg hindrer bevegelsen av spermene i eggvæsken, og at dette sansynligvis er årsaken til dårlig befruktning.

Hvorvidt man har med overmodne egg å gjøre, kan ifølge CRAIK and HARVEY (1984) være vanskelig å påvise visuelt. De fant at egg av regnbueørret som ble strøket og befruktet 6 - 10 dager etter ovulering (eggløsning), viste sterk reduksjon i overlevelse fram til øyerogn sammenlignet med egg som ble strøket ved ovuleringen. Lignende resultater på sammenheng mellom overmodning og overlevelse av egg ble også funnet av SAKAI et al. (1975). Erfaringsmaterialet fra laks tilsier at det ikke bør gå særlig over 7-8 dager mellom eggløsning og stryking for å hindre overmodning, dvs. at stryking en gang pr uke kan anbefales.

Selve befruktningen har også vært gjenstand for spekulasjoner. Forurensinger som vann, slim, fæces, blod etc. i eggvæsken før befruktning er hevdet å kunne redusere befruktningen enten ved å redusere spermienes egenbevegelse, stenge mikropylen eller forårsake svelling før befruktning (WOOD and DUNN 1948).

Ved svelling av rogn etter befruktning er det viktig at eggene får stå helt urørt (EGIDIUS og HELLAND-HANSEN 1973). Svelletid er avhengig av vannets temperatur og tykkelse av egglaget som sveller. Svelling i ca. 2,5 time ved ca 5^oC synes å være tilstrekkelig i de fleste tilfeller. Svelling i rognsylindre anbefales ikke fordi tykkelsen av egglaget under svelling kan bli for stor slik at svelleprosessen kan hindres.

Eggenes følsomhet øker raskt etter at vann er tilsatt ved befruktning. BREGNBALLE (1967) forsøkte å skylle rogn på ulike tidspunkt etter at vann var tilsatt. Ved skylning allerede 15 min etter vanntilsetting ga dette en eggdødelighet på over 40% etter to døgn i klekkeriet.

Som konklusjon på dette kan vi si at kjønnsmoden vill stamlaks ved stryking og sortering synes å tåle mer hardhendt behandling enn oppdrettet stamfisk. De praktiske løsninger som benyttes ved stryking kan i mange tilfeller påføre fisken skade. Ved planlegging av stamfiskanlegg er det viktig å legge vekt på at arbeidet under sortering og stryking kan foregå enkelt, rasjonelt og mest mulig under tak. Under selve strykingen synes vanlig forsiktig behandling å være tilstrekkelig for at stamfisken skal kunne overleve. Vi vil derfor tilråde at det bør undersøkes mer på hva som gjør at oppdrettet stamfisk er svakere enn vill stamfisk overfor behandling. Ved stryking, befruktning og svelling av rogn er det meget viktig at man følger en fastlagt rutine og at man hele tiden har oversikt over det man gjør under denne fasen.

Forurensninger i ubefruktet rogn og forstyrrelser under svellingen kan medføre store skader.

REFERANSER

- BREGNBALLE, F., 1967. Nogle årsaker til æggdødelighed hos regnbueørred. Meddelelse fra forsøksdambruget, (28), Brøns. 13s. (mimeo).
- CRAIK, J.C.A, and HARVEY, S.M. 1984. Egg quality in rainbow trout: The relation between egg viability, selected aspects of egg composition, and time of stripping. Aquaculture, 40: 115-134.
- CARL, G.C. 1941. Beware of the broken egg! A possible cause of losses of salmon eggs. Prog. Fish Cult., 53: 30-31.
- EGIDIUS, E. og HELLAND-HANSEN, O. 1973. Opprett av laksefisk i norske kystfarvann. Produksjon av egg og yngel. Fisken og Havet Ser. B, 1973 (11): 1-129.
- LEITRITZ, E. 1960. Trout and salmon culture (Hatchery methods). Fish Bull. No 107. Departement of Fish and Game, California: 1-155.
- SAKAI, K., NOMURA, M., TAKASHIMA, F. and OTO, H. 1975. The over-ripening phenomenon of rainbow trout. II. Changes in the percentage of eyed eggs, hatching rate and incidence of abnormal alevins during the process of over-ripening. Bull. Jpn. Soc. scient. Fish., 41: 855-860.
- WILCOX, K.W., STOSS, J. and DONALDSON, E.M. 1984. Broken eggs as a cause of infertility of coho salmon gametes. Aquaculture, 40: 77-87.
- WOOD, E.M. and DUNN, W.A. 1948. Fact and fiction in spawning. Prog. Fish Cult., 64: 67-72.

11. OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER

11.1. UTVALGETS ARBEID

Stamfiskutvalget ble etablert etter initiativ fra Hordaland og Sogn og Fjordane fiskeoppdrettarlag og basert på en bevilgning på kr. 300.000 fra Kommunal- og Arbeidsdepartementet. Yngve Ulgenes ble engasjert i arbeidet i 1 1/2 år med Fiskeoppdretternes Salgslag A/L som formell arbeidsgiver.

Utvalget har hatt representanter fra Fiskeridirektoratets Havforskningsinstituttet, Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt, fiskerisjefene i Hordaland og Sogn og Fjordane, Forskningsstasjon for laksefisk, Sunndalsøra og Hordaland og Sogn og Fjordane fiskeoppdrettarlag.

Det ble opprinnelig søkt om kr. 500.000, mens det ble bevilget kr. 300.000. Dette førte til at arbeidsområdet måtte innskrenkes i forhold til det som opprinnelig var planlagt. Da Norske Fiskeoppdretteres Forening omtrent på samme tid begynte utredning av avlsarbeid i foreningens regi, ble denne delen av arbeidet lagt mindre vekt på. Utvalget konsentrerte seg om å registrere stamfisk- og rognproduksjon i Hordaland og Sogn og Fjordane med hovedvekt på arbeidsrutiner og eksisterende problemer. Videre ble det gjennomført et omfattende litteraturarbeid over tilgjengelige opplysninger om stamfisk og rognkvalitet.

11.2. REGISTRERINGER

Et bredt opplysningsmateriale fra en rekke stamfisk- og settefiskanlegg ble innhentet. Resultatene viser store variasjoner fra anlegg til anlegg og fra år til år når det gjelder overlevelse av fisk og egg.

Vi kan imidlertid ikke ut fra denne undersøkelsen redegjøre godt nok hva som er årsakene til de store variasjonene. Dataene er dessuten en del påvirket av oppdretternes subjektive vurderinger. Intervjudelen har likevel dannet en del av grunnlaget for en totalvurdering.

11.3. KONKLUSJON OG ANBEFALINGER

På bakgrunn av registreringer, litteraturarbeid og generelle betraktninger vil utvalget oppsummere temaet ved følgende:

1. For å sikre en god utvikling av produksjonen av laks og ørret i norsk oppdrett er det nødvendig med en organisert spredning av avlsmateriale. Utvalget slutter seg i hovedsak til Norske Fiskeoppdretteres Forening's modell for et slikt arbeid.
2. Ved oppbevaring av stamfisk spiller miljøet en viktig rolle. Under kjønnsmodning er fisken avhengig av å være lite angrepet av sykdom, parasitter og forurensing. Utvalget anbefaler derfor at utvalgt stamfisk adskilles fra øvrig fisk ca 3-6 mnd før stryking og at den da får gå i et miljø lite påvirket av intensiv produksjon.
3. Vanlig forsiktighet og omtanke ved håndtering av stamfisk er tilstrekkelig dersom den er i normalt god status. Det bør etter utvalgets mening likevel utvikles teknologi og innarbeides gode arbeidsrutiner for sortering, stryking og transport som tar hensyn til at fisken og eggene skal holdes mest mulig uskadd.
4. Hormonell kontroll av gytetid og gytealder er lite utredet og etter utvalgets mening ikke anbefalt å satse på fremfor optimalisering via seleksjon og miljø.

5. Fóring av stamfisk med balansert produksjonsfór av god kvalitet er tilstrekkelig hva angår hovednæringsstoffene. Angående vitaminer og mineraler og behov for disse vet vi for lite om i forbindelse med kjønnsmodning. Tilskudd av vitaminer og mineraler vil være nødvendig. Utvalget vil påpeke nødvendigheten av å følge nøye dagens normer for fór og fóring vedrørende stamfisk.

6. En del av variasjonene i overlevelse av egg og yngel er knyttet til miljø og arbeidsrutiner i klekkerier. Utvalget vil derfor peke på at optimalisering og stabilisering av vannkvalitet gis høy prioritet. For de områder som har surt og bløtt vann har dette særlig betydning.

11.4. FORSKNING OG UTVIKLING

Under hele sitt arbeid har utvalget ofte støtt på vanskeligheten med å skaffe tilveie opplysninger om kjønnsmodning hos atlantisk laks. Det har ofte vist seg at resultater fra reproduksjon hos andre arter har liten verdi i forståelsen av reproduksjon hos laks.

Utvalget vil her særlig påpeke disse hovedpunktene:

- oppbevaringsmiljø (saltholdighet, temperatur, forureningsbelastning)
- fóringrutiner
- omsetning og behov for vitaminer og mineraler
- muligheter for manipulering med kjønnsmodning.

Foruten forskning er det også et utstrakt behov for veiledning og kursvirksomhet for utøverne innen næringen. Utvalget har det generelle inntrykk at det hersker stor forvirring hos oppdretterne vedrørende hva som er anbefalte arbeidsrutiner for stamfisk.

På teknologisiden skjer det en meget rask utvikling, og det sattes i dag på store rasjonelle anlegg med mye automatisering. Utvalget tror at nytt utstyr er nødvendig, men vil samtidig sterkt fremheve at utviklingen baseres på fiskens behov for skånsom behandling og nødvendigheten av at oppdretterne følger nøye med og styrer prosessene.