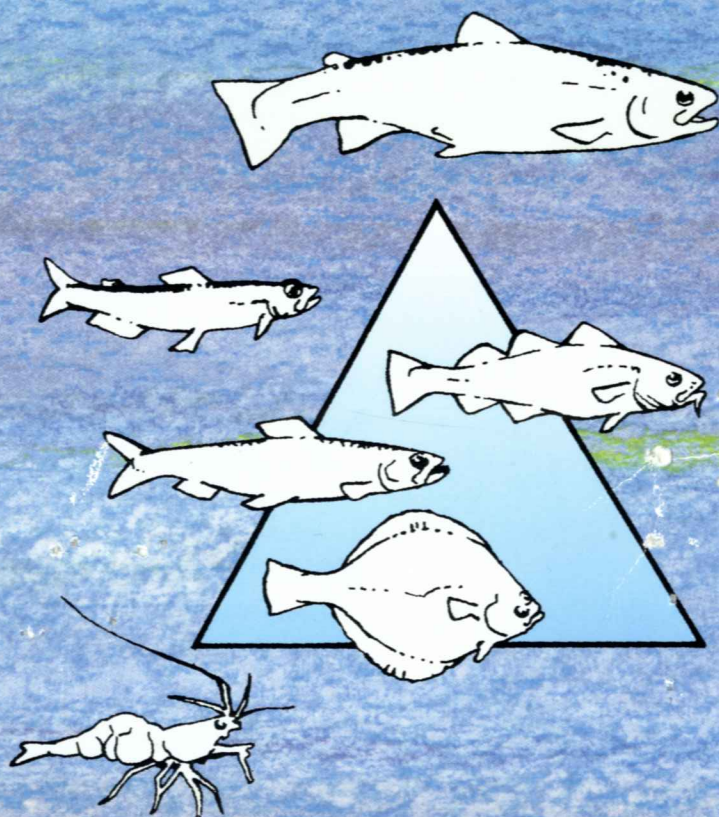


HÅNDBOK I TORSKEOPPDRETT STAMFISKHOLD OG YNGELPRODUKSJON

Redigert av:
Jens Christian Holm
Terje Svåsand
Vidar Wennevik



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

SENTER FOR HAVBRUK

ISBN 82-7461-025-3

HÅNDBOK I TORSKEOPPDRETT

STAMFISKHOLD OG YNGELPRODUKSJON

Redigert av

Jens Christian Holm, Terje Svåsand og Vidar Wennevik

FORORD

Denne håndboken i torskoppdrett - stamfiskhold og yngelproduksjon er en oppdatering av forskningsresultater og kunnskap om emnet som i hovedsak er vunnet igjennom Ny Fisk-programmet. Håndboken er en videreføring av heftet "Veiledning i torskoppdrett" som ble utgitt av Havforskningsinstituttet, Avdeling for akvakultur i 1985. Den er skrevet som følge av økt interesse for oppdrett av torsk og etter ønske fra Norske Fiskeoppdretteres Forening om å få en sammenfatning av den kunnskapen en i dag sitter inne med om produksjon av torskeyngel.

Håndboken gir en historisk oversikt i oppdrett av torsk, beskriver torskens biologi, hold av stamfisk og produksjon av egg, larver og yngel. Hovedvekten er lagt på å beskrive forutsetningene for produksjon av torskeyngel i poller og i store, flytende plastposer som pr. i dag er de metoder som har størst interesse.

Bedre forståelse av pollers økologi er viktig for utvikling av yngelproduksjon. Resultatene av forskningen på dette området er presentert i håndboken og sammenfattet i et eget avsnitt som gir råd om hvilke kriterier en bør følge for valg av poll til produksjon av torskeyngel. Det er betydelige økologiske og miljømessige forskjeller i Nord-Norge og Sør-Norge. Erfaringer fra oppdrett av torskeyngel i poll nord for polarsirkelen og i Sør-Norge er derfor beskrevet i egne avsnitt under kapittelet om yngelproduksjon.

Håndboken gir en oversikt over den kunnskap en i dag har om de sykdomsproblemer en kan forvente ved produksjon av torskeyngel i poll og poser og hvilke rutiner en bør følge for medisinerings og vaksinerings.

Leseren skal være oppmerksom på at produksjon av torskeyngel i poll og store, flytende posesystemer er under stadig utvikling og forbedring. Målet er å utvikle metoder som kan produsere torskeyngel av høy kvalitet til lavest mulig kostnad. Dette målet vil en best kunne nå i et nært samarbeid mellom forskning og næring. Håndboken er i så måte et forsøk på samle den kunnskap en i dag sitter inne med.

Redaktører for håndboken har vært Jens Chr. Holm, Terje Svåsand og Vidar Wennevik ved Havforskningsinstituttet, Senter for havbruk.

Bergen 17/01-91
Snorre Tilseth
Senterleder

Innholdsfortegnelse:

Kapittel	Side
1 Torsk i oppdrett gjennom hundre år Victor Øiestad	1
2 Torskens generelle biologi Olav Rune Godø	9
2.1 Utbredelse	9
2.2 Livssyklus	10
2.3 Vandring	11
2.4 Formering	12
2.5 Ernæring	13
3 Innsamling og hold av stamfisk	15
3.1 Innsamling av stamtorsk Knut Senstad	15
3.2 Hold av stamtorsk Knut Senstad	17
3.3 Torskens gytebiologi Olav Sigurd Kjesbu	22
4 Produksjon av egg og larver Jens Chr. Holm og Ewa Andersen	29
5 Yngelproduksjon	43
5.1 Biologiske forutsetninger for oppdrett av torskeyngel	43
5.1.1 Planktonproduksjon Kjell Emil Naas og Tore Næss	43
5.1.2 Torskelarvenes økologi og utvikling Terje van der Meeren	55
5.2 Pollmetoden	66
5.2.1 Polldrifft i larve- og tidlig yngelfase Geir Blom	66

Kapittel	Side
5.2.2 Erfaringer med oppdrett av torskeyngel i poller i Sør-Norge Arild Folkvord, Helge Botnen og Per Gunnar Kvenseth	82
5.2.3 Polloppdrett av torskeyngel i Nord-Norge Torstein Pedersen	96
5.2.4 Egnethetskriterier ved utvelging av poller Geir Blom	102
5.3 Posemetoden	106
5.3.1 Prinsipper og strategier for drift av poser Terje van der Meeren	106
5.3.2 Erfaringer med oppdrett av torskeyngel i poser Haakon Otterå	116
6 Sykdommer hos torsk Odd Magne Rødseth	121
6.1 Virussykdommer	122
6.2 Bakteriesykdommer	126
6.3 Soppsykdommer	135
6.4 Parasittsykdommer	138
6.5 Sykdomsundersøkelse av fisk	146
6.6 Medikamentell behandling av fisk	148
6.7 Formalinbehandling	150
Presentasjon av forfattere og redaktører	153

1. TORSK I OPPDRETT GJENNOM HUNDRE ÅR

Victor Øiestad

*"Skull torsken oss feile, hva hadde vi da,
hva skulle vi føre til Bergen herfra,
da seilte visst jektene tomme"
(Petter Dass)*

Den sterke avhengigheten av torsken preget store deler av kyst-Norge gjennom flere hundre år. Selv på Sørlandet fikk nedgang i torskefisket i 1870-årene borgerne til å slutte opp om et meget oppsiktsvekkende tiltak: klekking av torskeegg og utsetting av torskelarver i kystfarvannene. Mannen bak tiltaket, G.M. Dannevig, støttet seg i arbeidet til en av dens tid store autoriteter, G.O. Sars, og han kunne også henvise til at tilsvarende tiltak var igangsatt i USA. Den gang som nå betyr det mye.

Utsettingen av torskelarver var en "full-skala-operasjon" med over 400 mill. larver de beste årene. Det vil nok ta flere år før dagens virksomhet på torsk vil kreve klekking i tilsvarende skala. Til tross for det store omfanget viste det seg umulig å kvantifisere effekten av utsettingen, og dette ga grunnlag for en mangeårig strid som til og med Stortinget ble trukket inn i. De ble tvunget til å ta stilling i striden, og kom med en "Salomonisk dom" idet de uttaler i 1911:

"Vi vil derfor bestemt fraraade at arbeidet standses, selv om man anser det mulig eller sandsynlig, at den nå anvendte metode (masseproduksjon og udslipning av larver) senere vil kunne avløses av fuldkomnere metoder."

Det ble ingen avløsning av metoden så lenge utsetting pågikk fram til i begynnelsen av 1970-årene. Dette til tross for at en ved Utklekningsanstalten i Flødevigen allerede i 1886 "behersket" bassengmetoden for yngelproduksjon! Men bakgrunnen for dette bassengforsøket var ikke å finne fram til "fuldkomnere metoder", men å få kritikere av larveutsettingen til å tie.

Utsetting av torskeegg fra Utklekningsanstalten hadde kommet igang i 1884 med 5,1 mill. larver utsatt første året, men det ble raskt stilt spørsmål om levedyktigheten til larvene. Det hjalp ikke hva G.M. Dannevig sa i sakens anledning, for som han sier:

"Publikum vilde have beviser, og da det samme publikum selv ved sine bidrag holdt Anstalten gaaende, var der naturligvis intet andet at gjøre, end at tilveiebringe saadanne".

Han utformet selv forslaget til å bygge et basseng på stedet, og fikk støtte av direksjonen til dette. Anlegget ble bygget høsten 1885. Det var viktig å lykkes i første forsøk, da

"et misligt udfald vilde rokke tilliden til hele udplekningsagen og give dens modstandere et altfor kraftigt vaaben i hende".

Bassenget hadde et volum på 2 500 m³ og ble tilført 500 000 larver i begynnelsen av mai 1886. Han foretok stadige observasjoner, og førte dagbok der han bl.a. skriver:

"Mai 9. Udviklingen skrider fremad. I de fleste sees et gult maveindhold"

Og videre to uker senere:

"Mai 23. Ungerne holder sig helst i skyggen, altsaa i basinets østre del om morgenen og modsat om aftenen. Forskjeller paa størrelsen af ungerne er meget betydelig"

Vel to uker senere gjør han en viktig observasjon. Yngelen hadde nå metamorfosert:

"Juni 10. Efterat jeg igaar og idag tidligt om morgenen i stille og klart solskinsveir med største opmerksomhed har iagttaget torskeungernes liv og færd, er jeg kommet til det resultat, at de angriber, dræber og æder hverandre efter en temmelig betydelig maalestok"

Samme dag fikk han også noen yngel til å spise finknust makrell. Forsøket hadde klart vist at larvene var levedyktige, og om høsten var det flere tusen yngel i bassenget.

Bassengforsøkene ble videreført i Flødevigen med flere arter, og ble tatt opp på nytt av sønnen Alf Dannevig. Han forteller i en rapport fra 1925 at han som student i 1909 gjennomførte både bassengforsøk og poseforsøk! For å ta posen først, så anbefaler han finmasket duk som slipper gjennom maten, men holder larvene tilbake. Med mellomrom flyttes yngelen over til rene poser via en tubeforbindelse mellom posene. Bassengforsøket samme året startet litt uheldig fordi bassenget hadde stor gjennomstrømning (det var reservoar for klekkeriet). Ved sesongslutt satte han ut en ny gruppe, og da gikk det bra i det stagnerende bassenget. Han begynte å føre dem med finhakked blåskjell 16. juni. Han oppsummerer sine erfaringer med bassengforsøk:

"Dersom mattilbudet er godt kan du lykkes, dersom det er meget dårlig, vil bare noen få larver overleve... Nøkkelfaktor for suksess er tilgangen på egnede byttedyr i vannet".

Det skulle imidlertid gå en mannsalder før bassengmetoden på nytt ble tatt i bruk, og igjen var motivet å belyse spørsmål knyttet til utsetting av larver i sjøen. Gunnar Rollefsen, som senere ble direktør ved Havforskningsinstituttet, deltok i utsettingsprogrammet av rødspettelarver ("Gullflyndre") i Trondheimsfjorden, et program som startet i 1908 og som led under de samme motsigelser og tvil som tiltaket i Flødevigen. Rollefsen ville sette ut en merket larve, og laget en hybrid mellom rødspettehunn og skrubbehunn. Han testet de nye larvene i bassenget sitt ved Biologisk Stasjon i Trondheim i konkurranse med larver av skrubbe og rødspette. Til sin skuffelse viste det seg at hybridene var langt mer konkurransedyktig enn de to andre, og særlig rødspettelarvene ble tapere med mindre de var helt alene i bassenget! Dermed ville en ikke kunne få et egentlig svar ved å bruke hybridene. Den ble dog brukt og ga i mange år betydelig rekruttering til flatfiskbestanden. Rollefsen gikk videre i sitt arbeid og masseproduserte hybridene med *Artemia*-nauplier som fôr, så han er en forløper både for den ekstensive og intensive produksjon av marin yngel. I mange år ble det fisket hybrider også fra intensivprodusert yngel som ble satt ut i 1946. Det skulle nå gå nye 30 år før tråden ble tatt opp igjen.

I begynnelsen av 1970-årene kom det en ny giv i norsk fiskeriforskning som sprang ut av to viktige nyskapninger: opprettelsen av Norges Fiskeriforskningsråd (NFFR) og opprettelsen av Norges Fiskerihøgskole med utdannings- og forskningsinstitusjoner i tre byer: Bergen, Trondheim og Tromsø. Dette ga støtet til de første forsøk med kveite (1974, NFFR-midler) siden Rollefsen sine forsøk i midten av 1930-årene i Trondheim, oppdrettsforsøk med rødspette fôret på *Artemia* (1973, NFFR-midler) og gjenopptagelse av bassengforsøk ved Statens Biologiske Stasjon i Flødevigen (1975, NFFR-midler). Formålet var nedfelt i tittelen: "Semikultur-produksjon av fiskeyngel". Prosjektet hadde et dobbelt mål: klarlegge forutsetningene for larvenes vekst og overleving og gjennom denne kunnskap utvikle metoder for masseproduksjon av marin fiskeyngel for oppdrett. Forsøkene ble kjørt i seks år og ble ledet fra Bergen. De tok for seg ialt syv marine fiskearter og bl.a. ble de to første kveiteynglene brakt fram til metamorfose (1980) ved hjelp av en metode som ble introdusert i 1977: posemetoden. Denne viste seg å være et meget virkningsfullt verktøy i arbeidet, alene eller i kombinasjon med forsøk i bassengene ved stasjonen. Fra 1977 ble bassenget som Dannevig bygget i 1885, tatt i bruk parallelt med "Østersbassenget" som ble bygget i 1933.

Det var i disse forsøkene en for første gang fikk fastslått at laboratorieforsøk med fiskelarver ga et helt galt inntrykk av det som skjer i sjøen; i bassengene fikk en fiskelarver til å overleve på midlere førtettheter som var 1-5 % av det en mente var nødvendig. De siste årene har en gjort tilsvarende observasjoner i naturen. Forsøkene viste også den enorme rolle predasjon og kannibalisme kan tenkes å spille i reguleringen av fiskebestandenes tallrikhet. Dette forholdet har det imidlertid vist seg vanskeligere å kvantifisere i naturen.

Spin-off effekten var lett synlig helt fra starten i 1975: høy overleving av larvene fram til yngelstadiet og meget god kvalitet på yngelen. All flatfiskyngelen var normalpigmentert og lytefri, og yngelen hadde en "riktig" atferd, noe som er særlig viktig ved utsetting i det fri. Det skulle imidlertid vise seg vanskelig å skape interesse for videreføring av resultatene til tross for at en produserte 4000 torskeyngel hvert av årene 1976 og 1977, eller 1 torsk pr. kubikkmeter. Begge årene ble all yngelen samlet inn levende og en del av yngelen ble merket og satt ut i sjøen ved Flødevigen. Dette var det første merkeforsøket med oppdrettet yngel og ga 10 % gjenfangst for den beste årsklassen.

I 1978 åpnet den nye akvakulturstasjonen til Havforskningsinstituttet i Austevoll. Allerede i 1975 hadde en sett seg ut en egnet poll for videreføring av forsøkene fra Flødevigen i "pilotskala". Høsten 1979 ble det gitt en liten startbevilgning fra Miljøverndepartementet til oppfølging av forsøkene. Leieavtale for Hyltro-pollen ble inngått, og byggearbeidene satt igang 6. desember 1979.

Resultatene første året, i 1980, var nærmest til å le av, og mange flirte nok! Det ble fanget inn 150 yngel av torsk. Det skulle ikke bli stort bedre i 1981 med 2000 yngel. Året etter økte antallet til 10 000 yngel, men fortsatt var det nærmest som å hive knappe FoU-midler ut av vinduet. Det positivt nye i 1982 var en bevilgning fra det nyopprettede Olje-Fisk-Fondet, en bevilgning som reddet prosjektet, og gjennom nye tildelinger sikret den videre driften.

Til tross for de svake resultatene, viste analysene av innsamlet materiale hva som gjorde at det gikk galt, og før 1983-sesongen var en sikker på gjennombrudd! Og det ble det med en produksjon på 75 000 yngel. Det var mange som pustet lettet ut; det hadde vist seg mulig å "tvinge" en naturlig poll til kun å produsere torskeyngel. De gode resultatene ga støtet til opptrapping av virksomheten, bl.a. ved utbygging av Svartatjønn (1984).

Dette lille ferskvannet like ved stasjonen ble omgjort til et saltvannsbasseng og produserte første året - 1984 - 30 000 yngel, og en kunne sette igang arbeidet med de sommergytende flatfiskene piggvar og tunge. Et storstilet utsettingsprogram ble innledet i Austevoll, og de første oppdretterne fikk anledning til å prøve torskelyngel i oppdrett.

Resultatene i Hyltro i 1984 viste at en behersket yngeloppdrett av torsk, og en ivret nå for å gjøre produksjonen mindre arbeidskrevende. På nytt trådte Olje-Fisk-Fondet til med midler og gjorde det mulig å utprøve dressur og automatisk innsamling av torsk. Dette ble gjennomført med den høyest registrerte produksjon noensinne i Hyltro: 120 000 yngel. Optimismen var på topp høsten 1985. Parallelt tok nå en rekke nye prosjekter form: produksjon av genetisk merket torsk (Svartatjønn), utsetting i Masfjorden, bygging av et fullskala-mønsteranlegg for torskelyngel i Vassnesvatn (Austevoll) og et integrert havbruksprogram i en fjord. De to siste hovedtiltak ble aldri "sjøsatt", men de øvrige kom igang og førte i sin tur til utbygging av en produksjonspoll i Øygarden med det betagende navnet Parisvatn, på nytt med Olje-Fisk-Fondet som visjonær investor!

Parallelt med den ekstensive yngelproduksjonen ble det arbeidet med torskelarver i poser og i kar på laboratoriet i Austevoll. Pose-prosjektet startet i Flødevigen i 1977, ble videreført i Austevoll i 1978 og kom i fastere former fra 1979. I flere år ble det produsert noen få tusen torskelyngel på denne måten. Det franske oljeselskapet ELF var medfinansør, og da de trakk seg ut tidlig på 80-tallet bidrog dette sammen med de beskjedne produksjonsresultatene til at prosjektet ble stanset og posene overtatt av den langt mer interessante og utfordrende kveitelarven.

På laboratoriet var framgangen svært beskjeden til tross for at det var mulig å få overleving på naturlig dyreplankton så vel som på rotatorier-*Artemia*; begge deler var utprøvd med hell i 1977. Men arbeidet med å finne et alternativt dødt fôr for torskelarven var mislykket. Høsten 1986 syntes det klart at pollproduksjon var den eneste farbare veien for å skaffe torskelyngel, et produkt som hadde tiltrukket seg enorm interesse og der konsesjonssøknadene holdt på å kvele saksbehandlerapparatet i fylkene.

Den forskergruppen som gjennom flere år hadde gjennomført forsøkene med torsk i Hyltro, gikk nesten helt i oppløsning i løpet av 1986. Det positive ved dette var riktignok at kommersiell utprøving nå ble startet opp i to private selskaper parallelt med at to nye poller ble bygget ut i offentlig regi: det før omtalte Parisvatn og en poll i Troms. Forskergruppen fra "Poll og bassengforsøkene" hadde oppnådd positive resultater også

med kveite, piggvar og tunge, så i de private selskapene var ambisjonene sterke også for andre arter enn torsk.

Det første produksjonsåret ble alt annet enn en bekreftelse på resultatene fra Hyltrollen. Høsten 1987 var på samme måte som høsten 1981 en tid for selvransakelse. Bare i Hyltrollen var en fornøyd! Det hadde riktignok alle steder gått bra fram til metamorfose, og det ble situasjonen også i 1988, men så skar det seg. Den nesten totale matmangel i pollene i tiden etter metamorfose kan ha ført til det Dannevig omtaler: "de angriber, dræber og æder hverandre etter en temmelig betydelig maalestok". Ett unntak var det i 1988; i Parisvatn fikk en ut "Hyltronormalen", én yngel pr. kubikkmeter. Men der hadde en hatt meget gode næringsforhold etter metamorfose. I praksis kan dette trolig løses gjennom storstilet filtrering og innpumping av dyreplankton. Heldigvis er dette en kurant operasjon, og det er derfor grunn til å tro at en på samme måte som i Hyltrollen i 1983, har funnet selve nøkkelfaktoren for å få til produksjon i fullskalaanleggene der Kvernapollen med sine 1,6 millioner kubikkmeter er 25 ganger større enn Hyltrollen.

Parallelt med forsøkene på kommersialisering pågikk utsetningsforsøkene i Austevoll og etterhvert også på Sørlandet (ny start i 1986) og i Masfjorden i Nordhordland (100 000 yngel høsten 1988). Utsettingene i Austevoll viste at det var mulig å yte et betydelig bidrag til rekrutteringen gjennom utsetting og at den utsatte torskens fikk helt lik diett og vekst som vanlig vill yngel. Dødelighetsmønsteret var også likt, men det var tydelig at stor yngel klarte seg bedre enn liten. Dette ble ytterligere illustrert gjennom dressurforsøket der 1/4-kg-fisk ble satt ut i sjøen og tilbudt mat fire ganger for dagen. Torskens ble en trofast "sosialklient" og holdt seg innenfor en radius på 500 m fra fôringspunktet. Selv tre måneder etter at forsøket var slutt, gikk de og "ventet og lyttet" i området, og en svært stor del av denne torskens har senere blitt fanget og merkene innsendt.

Produksjon av genetisk merket stamtorsk har gjort det mulig å gjenta Dannevig sine forsøk, men nå med virkeliggjøring av Rollesens sin drøm; en merket larve og yngel. Prøvetaking i utsettingsområdet har vist at larvene har utgjort en målbar andel av bestanden og av den senere bunnslåtte yngelen.

Hvordan ser framtiden ut for torskens i oppdrett? Selv om torsk er en populær fisk skal en ikke overvurdere det folk er villige til å betale for den. Det er nettopp illustrert på

USA-markedet. En må derfor søke mot produksjonsmetoder som gir en riktig markedspris. Det vil være særlig viktig å utvikle produksjonsmetodene for yngel videre slik at yngelen kan selges for under 5 kr. Helt nye initiativ både med posemetoden (Havforskningsinstituttet) og med innendørsproduksjon (Havbrukssenteret, SINTEF) kan tenkes å gi pollmetoden konkurranse. Uansett produksjonsmetode vil det være viktig at oppdretteren får en robust, vaksinert yngel med egnet atferd for den spesielle form for oppdrett yngelen skal nyttes til. Den tradisjonelle metoden fra lakseoppdrett har dominert så langt. Men en må også se nærmere på de muligheter som ligger i dressurbasert oppdrett og i kombinasjonsformen kulturbetinget fiske med ruser og en "finish" i oppdrett der torsken gjøres klar for salg (1/2-1 år) som "oppdrettstorsk". Det dressurbaserte oppdrettet har muligens det største potensialet, men vil samtidig kreve et målrettet forskningsprogram i 3-6 år og et betydelig nybrottsarbeid innen lovgivning.

Kan en lære noe av denne hundreårige historien? Forskingen på torsk har i det vesentlige vært finansiert med prosjektmidler. I den første fasen spilte NFFR en helt avgjørende rolle, og i 1980-årene Olje-Fisk-Fondet, senere supplert med Effektiviseringsmidler. Så godt som ingen av de midlene som ble nyttet var påtenkt nyttet til dette eller lignende formål. Dette burde illustrere nødvendigheten av "løse" midler i systemet uten alt for entydige bruksområder. Uten denne fleksibiliteten er det vanskelig å tenke seg gjennomføringen av de forsøk som nå legger grunnen for framveksten av en ny næring basert på marin yngel.

Det er mange avleggere av den totale virksomheten rundt marin yngel, og noen av disse er det ennå ingen som har tatt hånd om. Det vil være behov for personer med kreativitet og FoU-midler for å få avleggerne til å vokse og bære frukt. Det er denne utfordringen vi står overfor ved inngangen til 90-årene. Kyst-Norges framtid vil i stor grad preges av vår evne og vilje til å ta hånd om og drive fram avleggerne.

2. TORSKENS GENERELLE BIOLOGI

Olav Rune Godø

2.1 Utbredelse

Artsutbredelse

Torsken er utbredt i hele Nord-Atlanteren. På den amerikanske side er den vanlig sør til Cape Hatteras og lever langs kysten og på bankene nord til iskanten. Rike forekomster finnes også ved Grønland og Island. Ved det europeiske kontinent er torsken vanlig sør til Biscaya, mens det nordlige Barentshav og nordenden av Spitsbergen danner nordgrensen.

Miljøforholdene i torskens utbredelsesområde er svært variable. I de varmere områdene lever den i temperaturer opp til ca. 20 °C, mens den i nord i perioder kan leve og beite i vann kaldere enn 0 °C. I de oseaniske områdene er saltholdigheten rundt 35 ‰, mens torsken i Østersjøen og i poller og fjorder er tilpasset og kan trives og gyte i svært ferskt vann (saltholdigheten på mange gyteområder i Østersjøen er 9-13 ‰). Slike ekstremtilpasninger skjer i stor grad over generasjoner, og gir mer uttrykk for artens enn individets fleksibilitet.

Populasjonsutbredelse

Torskeforekomstene blir vanligvis delt inn i atskilte grupper eller populasjoner. Merkeforsøk viser at det er en viss utveksling mellom torsk i ulike områder. I norske farvann deler en forekomstene i to store grupper; norsk-arktisk torsk og kysttorsk. Den første gruppen har et stort utbredelsesområde fra Barentshavet i nord til Møre-kysten i sør, og det er denne gruppen som står for det vesentlige av utbyttet i norsk torskefiske. Kysttorsken deler en vanligvis inn i mange grupper, mer eller mindre isolert fra hverandre. Disse gruppene har et begrenset utbredelsesområde, og er hver for seg av liten betydning i fiskerisammenheng.

2.2 Livssyklus

Stadier

Torskens liv kan deles inn i fire stadier: egg- og larvestadiet, det pelagiske yngelstadium, perioden fra bunnslåing til kjønnsmodningen, og det kjønnsmodne stadiet.

Torsken gyter vanligvis i mars-april og eggene utvikler seg mens de svever i de øvre vannlag. Kystpopulasjonene strekker ofte gytetiden i begge retninger. Klekkingen er sterkt avhengig av sjøtemperaturen, og skjer vanligvis etter ca. to (ved 7 °C) til fire (ved 2 °C) uker.

I den første delen av det pelagiske stadiet lever torskelarven av plommesekken, men er avhengig av å finne næring før plommemassen er oppbrukt. Denne fasen, fra å gå over fra medbragt niste til å skulle skaffe maten fra omgivelsene, regner en som kritiske for overlevingen. Dårlig klaff mellom tidspunktene for denne fasen og optimale næringsforhold kan medføre massedød og resultere i en dårlig årsklasse. I den pelagiske fasen driver yngelen med strømmen.

Fra juni og utover resten av året søker yngelen mot bunnen. Tidspunktet er avhengig av miljø og næringsforholdene. På Vestlandskysten starter denne bunnslåingen i juni, mens den vanligvis starter i oktober i Barentshavet. Størrelsen av utbyttet av en årsklasse er ikke bare avhengig av hva som skjer i de pelagiske yngelstadiene. Vekstforhold og dødelighet i perioden fra bunnslåing til kjønnsmodning kan variere dramatisk for ulike årsklasser. Spesielt kan årsklasser som kommer inn i bestanden når næringstilgangen for større fisk er vanskelig, nærmest bli nedbeitet av større artsfrender.

Perioden fram til kjønnsmodning varierer svært i lengde fra 2 til rundt 10 år. Når torsken har nådd kjønnsmodning, gyter den årlig resten av livet dersom ikke ekstreme nærings- og miljøforhold hindrer det.

Vekst og alder ved kjønnsmodning

Det er svært stor variasjon i disse parametrene, og de synes begge å være sterkt påvirket av næringstilgang og miljøforhold. Torsken på Vestlandskysten blir kjønnsmoden i 2-4 års alderen, mens den i Barentshavet modnes vanligvis i 6-9 års alderen.

Torsken i det siste området vokser seint til en maksimumslengde (L_{∞}) som ligger klart over den som blir oppnådd av kysttorsken i løpet av betydelig kortere tid (se eksempel i fig. 2.1). Når kjønnsmodning starter, går mye av energien til å lage kjønnsprodukter. Dermed vil mindre være tilgjengelig for vekst, og veksten vil avta og gå mot en grenseverdi (L_{∞}).

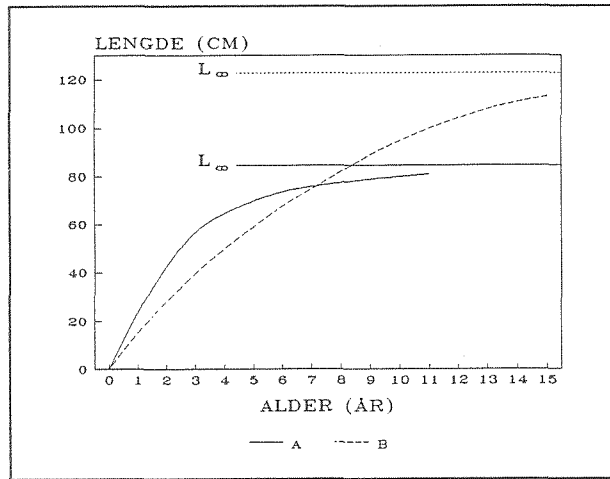


Fig. 2.1 Eksempel på forskjell i vekst for hurtigvoksende/tidlig kjønnsmodnende torsk (A), og seintvoksende/seint kjønnsmodnende torsk (B).

2.3 Vandrings

Når torsken har startet bunnstadiet, vil den med økende størrelse gå over fra å bli ført med strømmen til selv å vandre. Vandringsens lengde varierer sterkt etter hvor torsken lever. De store og produktive populasjonene vandrer mer enn små og lokale forekomster. Det generelle vandringsmønsteret for torsk er presentert i fig. 2.2.

Vandringen mellom beite- og overvintringsområder kan i oseaniske bestander bety en betydelig geografisk forflytning som er nødvendig eller fordelaktig på grunn av miljøforholdene.

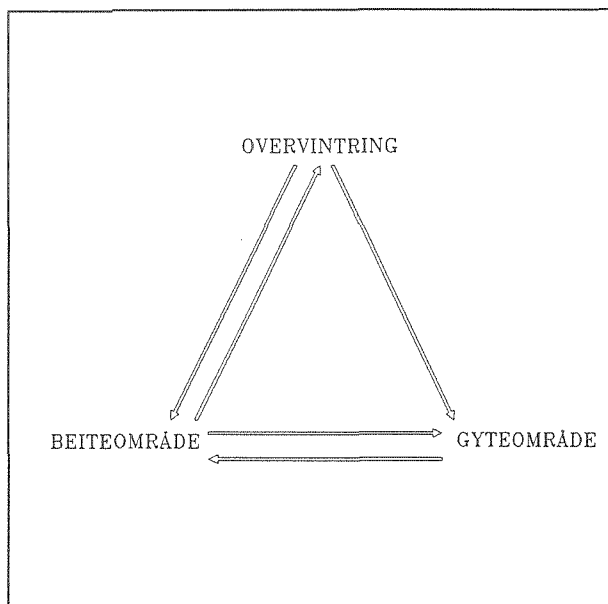


Fig. 2.2 Generell vandringsmodell for torsk.

I kystbestander er denne vandringen ofte bare vertikal forflytning til dypere eller grunnere vann, eller kanskje ut og inn en fjord. I de fleste tilfeller beiter torsken mindre under overvintringen enn resten av året. I det sørlige Norge, og i enkelte fjorder ser det imidlertid ut som om torsken beiter hele året, slik at beite-overvintrings-vandringen ikke eksisterer. Gytevandringens lengde varierer fra mange hundre nautiske mil (Barentshavet til Norskekysten) til nesten ingenting (beiteområde og gyteområde ligger like ved siden av hverandre). Gytevandringen kan start både fra beite- og overvintringsområdet.

2.4 Formering

Gytevandringen ender på gytelokaliteter som er forholdsvis faste fra år til år. Torsken er en porsjonsgyter. Det betyr at bare en del av eggene er modne om gangen. Selve gytingen foregår ved at en hann og en hunn svømmer med bukene mot hverandre mens kjønnsproduktene sprøytes ut og blir blandet sammen av de kraftige slagene med sporen. Etter noen dager blir en ny porsjon egg ferdig til gyting (all sperma er moden fra gytestart), og torsken fortsetter slik til gonadene er tømt. Torskens gytebiologi er nærmere beskrevet i kapittel 3.3. Etter gyting flyter de befruktete eggene til de øvre vannlag og klekkes. I norske farvann gyter torsken vanligvis i temperaturer mellom 2 og 6 °C.

2.5 Ernæring

Torskens ernæring varierer sterkt med alder, område og årstid. Byttedyrets størrelse øker med fiskens størrelse, noe som minsker konkurransen mellom ulike størrelsesgrupper. I den pelagiske fasen er hovednæringen raudåte i ulike stadier. Etter bunnslåing er menyen som regel sammensatt av forskjellige bunndyr, reker, krill og andre krepsdyr. Krepsdyrene er vanligvis de viktigste. Næringssøket foregår i store deler av vannsøylen. Med økende størrelse blir annen fisk etterhvert viktigere i matvalget, og som tidligere antydnet, går torsken heller ikke av veien for å spise artsfrender. Spesielt når rike årsklasser oppstår, kan en vesentlig del av menyen bestå av mindre torsk. Kannibalismen er trolig naturens egen måte å gjennomføre bestandsreguleringer på. Generelt sett er torsken en opportunist i matveien som spiser det som til enhver tid er tilgjengelig.

Torskens biologi er karakterisert av en utrolig fleksibilitet og tilpasningsevne til ulike miljø- og næringsforhold. Dette er grunnen til at så lite eksakt viten er presentert i dette sammendraget. Det er nettopp denne egenskapen (fleksibiliteten) som gjør torsken til et spesielt interessant og utfordrende forsøksdyr.

3. INNSAMLING OG HOLD AV STAMFISK

3.1 Innsamling av stamtorsk

Knud Senstad

Torsk er forholdsvis lett å ha som stamfisk, sammenliknet med annen marin fisk som kveite og piggvar. Den tilpasser seg raskt et liv i fangenskap både i merd- og karanlegg, og vil lett kunne holdes på egnede lokaliteter langs Norskekysten. Innsamling av stamfisk kan gjøres med forskjellige metoder, men det er visse ting en bør være klar over før en setter i gang. En kan med fordel gjøre avtale med matfiskprodusenter om kjøp av fisk. Dette gir mulighet for utvelgelse av foreldrebestand med ønskede anlegg for vekst, kjønnsmodning og andel hann- og hunnfisk (se videre kap. 4). Uansett om en skal produsere egg til eget anlegg eller selge egg eller yngel, må en være klar over hvilket utgangsmateriale stamfisken representerer. Ved å velge ut fisk hos oppdretter kan en raskt bygge opp en bestand med god kondisjon og med mulighet for stor eggproduksjon.

Gytebestanden kan også baseres på villfisk, og da fortrinnsvis rusefanget fisk. Fisk fanget med tradisjonelle fangstredskaper som line og garn har ofte sårskader og en bør derfor unngå slike fangstmetoder. Skulle en ha tilgang på slik fisk vil en ofte oppdage at fisk tatt fra store dyp får problem med trykkregulering. Fisken vil da svømme ukontrollert med buken vendt til siden eller oppover. I slike tilfeller kan en punktere svømmeblæren med en kanyle. Denne føres inn i svømmeblæren gjennom ryggmuskulaturen. Hvis dette gjøres forsiktig i vann, vil en se gass som bobler ut. Etter en stund vil overtrykket forsvinne og fisken vil igjen svømme normalt. Kanylen kan da fjernes.

Et problem med oppsamling av villfisk er at en får levert fisk i mindre grupper til forskjellig tidspunkt og en har liten mulighet til utvelgelse fra et større kvantum. Bedre er det hvis fiskere samler opp potensiell stamtorsk i en merd for en seinere utvelging.

Innsamling av stamfisk bør skje ett år før en selv skal igang med rognproduksjon og da fortrinnsvis i perioden januar til april. Da kan en lett skille ut kjønnsmodne individer. På denne årstiden har kjønnsmodne hanner som regel rennende melke. Noe vanskeligere er det med hunnfisken, men en eggproduserende hunn har en stor rognsekk og utspilt buk. På denne måten kan en allerede et år i forveien bestemme andel hanner og hunner, og helst merke disse. Likeledes kan en skille ut kjønnsmoden fisk.

Villfisken har ofte en lavere kondisjonsfaktor enn oppdrettsfisken. Ved å føre disse opp kan en øke kondisjonen fram til neste gytesesong. Derved øker en rognutbyttet.

Transport av stamtorsk kan foregå med brønnbåt eller tankbil. Fisken må sultes før transport og vanngjennomstrømming og oksygendosering må beregnes ved lukket transportsystem. Torsken er følsom for plutselige temperatursvingninger slik at transportvannet må ha samme temperatur som miljøet den kommer fra. Ved oksygenering kan en godt ha tettheter opp mot 100 kg/m³ under transport. Oksygenmetning rundt 150 - 200 % har hittil ikke vist seg å gi merkbare negative effekter.

Nyfanget, sultet villtorsk av forskjellige størrelser kan den første tiden i fangenskap vise tegn til kannibalisme. Ved å gi fisk nok og godt fôr vil problemet elimineres. Tydelig skadet fisk med åpne sår, deformasjoner og sterkt framtredden finneslitasje bør ikke brukes som stamfisk. I de fleste tilfeller er det ikke behov for å sortere stamtorsk etter størrelse, mindre fisk rundt 2 - 3 kg kan godt gå sammen med 10 kg's individer.

All stamfisk er potensielle bærere av sykdom, og veterinærkontroll av stamfiskbestanden er derfor viktig. Dersom smittsomme sykdommer blir påvist, er det viktig å ta de nødvendige forholdsregler, noe som kan innebære nedslakting eller transportrestriksjoner. Lokale veterinærer kan foreta prøvetaking av bestanden og gi helsestatus. En rekke sykdommer på marin fisk kan smitte vertikalt, dvs. sykdom kan overføres fra foreldrebestand til avkom. Dette er nærmere omtalt i kap. 6.

3.2 Hold av stamtorsk

Knut Senstad

Nødvendig utstyr

Torsken vil raskt tilpasse seg en tilværelse i fangenskap, enten som nyfanget villfisk eller nyanskaffet oppdrettstorsk. Ved hold i vanlig merdanlegg vil fisken og spesielt større torsk holde seg nær bunnen.

Stamtorsk og mindre fisk som senere skal rekruttere til kommende gytebestander vil kunne holdes i vanlig merdanlegg eller karanlegg. Merdanlegg er rimeligst i anskaffelse og drift. Anlegget må legges til en egnet lokalitet, torsk som annen fisk trenger lokalitet med god vannkvalitet og liten grad av forurensning.

Stamtorsk bør gå i grovmaskete nøter med en dybde på 5 - 10 meter. Større torsk bør gå i nøter med et areal fra 5 x 5 m til 10 x 10 m. Best appetitt og vekst har stor torsk ved ca. 12 °C. Dette er noe lavere enn for mindre torsk. Det kan være en fordel å ha nøter med dybde ned mot 10 m. Da kan fisken søke nedover i merden og unngå temperaturendringene i overflatelaget. Det går godt å ha torsk opp mot 16 °C og ned mot 3 - 5 °C. Fisken vil søke mot vannlag med temperatur som den liker best. Ved å benytte større dybder øker en muligheten for at de over det meste av året har forhold som de best liker. Sterkt sollys midtsommers kan føre til at fisken blir solbrent. Dette vises som lyse partier i hode- og ryggregionen. Skyggenett er da nødvendig, spesielt hvis en har grunne nøter.

Rømninger er et problem som mange torskeoppdrettere har bitter erfaring med. Torsken har en sterk evne til å søke langs notvegg og bunn. Hvis noten har hull vil torsken lett finne disse og innen kort tid har store deler av bestanden rømt. En må derfor være særdeles påpasselig for slike skader, og det kan ikke sies for ofte at hyppig kontroll av nøter er den beste sikkerheten torskeoppdretteren har. Slike hull i noten vil en ikke oppdage når notveggen er sterkt tilgrodd, derfor er det lurt å foreta notskifte ofte, for lettere å holde kontroll. En bør alltid kontrollere noten ved opptak og utsetting av notposene. Selv stor stamtorsk vil kunne rømme gjennom ganske små hull.

Daglig kontroll og ettersyn av fisken er viktig. Ved å benytte vannkikkert vil en raskt observere død fisk og unormal atferd uten at en stresser fisken ved å trekke opp noten.

Alle nøter med torsk må være tildekket med dekknot for å hindre fugl fra å skade og å ta fisk. Dekknoten må være utspent slik at den ikke henger ned mot vannflaten. Hegrer er observert sittende på dekknot slik at noten blir presset ned og hegren lettere kan komme til fisken. Likeledes kan kraftig regnvær eller snøfall tyngre finmasket dekknot ytterligere ned.

Fôring

Stamtorsk aksepterer et variert fôrtilbud. Både tørrfôr, pelletert mykfôr og hel og oppskåret fisk (våtfôr) har vært prøvd. Fisken har vist best appetitt ved tilbud av mykpellets og våtfôr. For all stamfisk er det viktig at en gir et fôr med tilskudd av nødvendige vitaminer og mineraler.

Det letteste er å gi mykpellets hvor en kan foreta innblanding av ønskede mengder vitaminer og mineraler. Dette er vanskelig å få til med helfisk, men tilskudd via gelatinkapsler stukket inn i hel fôrfisk er mulig. Det er vanlig å øke andelen av vitaminer og mineraler i ca. 2 måneder før selve gytingen starter, dvs. desember og januar måned i et normalår på Vestlandet. Ved Austevoll Havbruksstasjon fører en stamtorsken året rundt med et spesialfôr.

Stamfiskernæring

Stamfisk er som oftest større enn 3 kg. I forsøk hvor en studerer vekst som resultat av fôrmengde brukes vanligvis vesentlig mindre fisk. En kan derfor ikke uten videre anvende resultatene fra disse forsøkene til å beregne fôrmengde for stamfisken. Ved Havforskningsinstituttet har en ved å holde stamfisk (startvekt 3 kg) i tank oppnådd ca. 30 % vektøkning fra august til januar med en fôrrasjon på 0.5 % av kroppsvekten pr. dag. Dette er mindre enn halvparten av anbefalt mengde. Det var imidlertid ikke noe fôrtap. Fiskene ble fôret med mykpellets (omsettelig energi = 9.0 kJ/g og tørrstoffandel = 58 %) 2 ganger pr. uke. En produserte fisk med de ønskede kondisjonsfaktorene.

For marin fisk er det forsket lite på hvilken innflytelse sammensetningen av stamfiskernæringen har på eggkvalitet og larvenes overlevelsessevne, men iallfall essensielle fettsyrer, vitamin E og C ser ut til å være svært viktige. Rådet må være å ikke redusere kravet til fôrqualität. Det finnes nå på markedet et eget stamfiskfôr til torsk som har gitt gode resultater.

Det er godt kjent at torsk får redusert matlyst når gytesesongen nærmer seg. Dette, sammen med ulempene med fôrpartikler og mikroorganismer på eggene, gjør at fôringen bør stoppes så snart egg oppdages, eller når fisken overføres til gytesystemet. I løpet av gytesesongen mister hver fisk ca. 35 % av kroppsvekten, 10 % på grunn av gyteproduktene. Fisken har således et ekstra stort behov for mat i tiden etter gytesesongen. Sårskader oppstår også i denne tiden og det er fornuftig å tilføre ekstra vitaminer, især C-vitamin.

En rekke fôringsforsøk er gjort på torsk. Problemstillingene har vært konsentrert om fôrutnyttelse, vekst, fordøyelighet, fôringshyppighet og energimengder. For stamfisk har det vist seg tilstrekkelig å føre tre ganger pr. uke hele året. Størst appetitt har torsken morgen og ettermiddag. Appetitten varierer også mye gjennom sesongen. Det er vanlig at stamtorsken har stort fødeopptak før gyting, nesten helt stopp under selve gytingen, for så å øke kraftig rett etter gytesesongen (se fig. 3.1). Det har vist seg umulig å foreta fôring kun ved hjelp av automater. Torsken har en for variabel appetitt, likeledes er det få automater som er egnet for mykpellets.

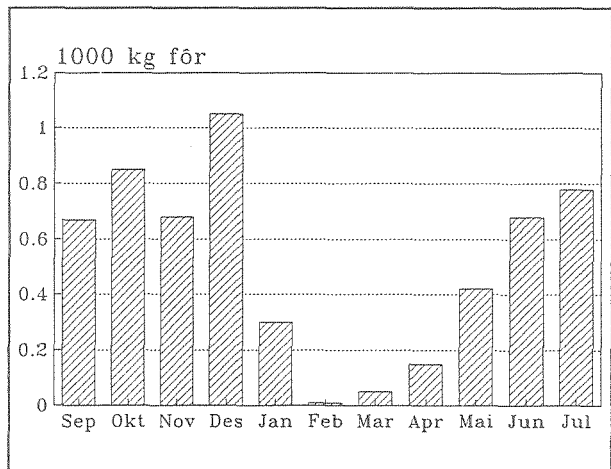


Fig. 3.1 Månedlig fødeopptak hos stamtorsk gjennom gytesesongen, fisken ble tilbudt mykpellets. Eggseongen startet 5. februar og sluttet 20. april 1988.

Stamtorsk vil kunne holdes med høye tettheter i rene nøter, opp til 30-35 kg/m³ synes ikke å ha negativ effekt. Liknende tettheter er også utprøvd i kar/basseng på land.

Ved hold av torsk i landanlegg gjelder de samme forutsetninger som for annen fisk. En må ha et pumpeanlegg med tilstrekkelig kapasitet, nødaggregat og kanskje også et oksygeneringsanlegg. Videre må man overvåke oksygenmengden og karanlegget må kunne avskjermes mot sollys.

Det er hensiktsmessig med noe større vannsøyle enn tradisjonelt, f.eks ca. 2 m. En bør bruke noe større kar, f.eks 5 - 15 m i diameter. På denne måten kan et slikt landanlegg også benyttes under eggproduksjonen (se kap. 4). Dersom karanlegg bygges innendørs, bør en gi fisken naturlige lysforhold. Vanninntaket bør tilpasses slik at en får moderate temperaturer, tilfredsstillende oksygeninnhold og høy saltholdighet gjennom året.

Det er meget hensiktsmessig å holde stamtorsk fra forskjellige grupper atskilt, det være seg i merd- eller karanlegg. Likeledes er det nødvendig å anskaffe rekrutter som vil bidra med rogn de kommende sesonger. En kan plukke ut individer med ønsket form, farge, vekst og kjønnsmodning og holde disse for seg. Det er lurt å splitte hovedgruppen av stamtorsk slik at de holdes i 2 atskilte enheter. Derved unngår en å miste all fisken ved uhell.

Sykdom og parasitter

Generell sykdom hos torsk vil bli omhandlet i kap 6. For større torsk (stamfisk) er det spesielt to forhold en må være oppmerksom på; vibriose og *Trichodina*. Vibriose på stor torsk får en helst sent på høsten, og ikke midtsommers som er vanlig hos mindre yngel. Symptomene er noe annerledes, da fisk ikke får de klassiske bloduttredelser ved øyne, munn og panneparti. Det er sjelden at større torsk mister øynene ved vibrioseutbrudd. Karakteristiske tegn på syk fisk er grålig, svullen ryggfinne og brystfinner sammen med økt dødelighet og redusert appetitt. Fisk vil også begynne å svime i overflaten. Det er sjelden at større torsk har direkte bloduttredelser på selve buken. Behandling ved vibrioseutbrudd omtales i kap 6.

Trichodina er en encellet parasitt som angriper hud og slimhinner. Angrepet fisk viser unormalt dårlig appetitt. Parasittene påviser en som beskrevet i kap. 6. Før behandling må fisken sultes. Den angrepne fisken behandles enten i kar eller ved at det trekkes en

presenningsduk utenpå noten. Se kapittel 6 for nærmere beskrivelse av behandlingen. Forebyggende formalinbehandling før fisk settes ut i gytesystemet er vanlig. Rett før fisken tas ut av gytesystemet kan den også behandles.

Det er viktig å merke alt utstyr som benyttes til stamfiskarbeid. Derved kan en holde dette atskilt, desinfisere det og begrense spredning av eventuell sykdom.

Det er viktig å foreta miljøregistreringer på et stamfiskanlegg. Nyttig informasjon er temperatur, saltholdighet, oksygen og siktedyp. Disse parametrene bør registreres én gang pr uke. I tillegg må en journalføre informasjon om fôrmengde, beskrivelse av appetitt, dødelighet, vektregistreringer og opplysninger om behandling som er gitt de forskjellige gruppene. Denne informasjonen er viktig for å forutsi tilvekst, forventet fôrforbruk, tidspunkter for behandling av fisk etc. Under selve gytesesongen er det en forutsetning at en daglig foretar registrering av eggproduksjon og måler miljøparametre. For de fleste er arbeid med stamtorsk noe nytt og det er derfor viktig å registrere nevnte parametre for å kunne forbedre seg. Dukker det opp ting som tidligere ble notert kan en selv finne tilbake til hva som ble gjort. Driftsrutiner og miljøparametre varierer fra anlegg til anlegg, og det er derfor umulig å komme med detaljerte retningslinjer for alle anlegg under alle betingelser.

3.3 Torskens gytebiologi

Olav Sigurd Kjesbu

Gonademodning

Som kjent gjennomgår gonadene hos kjønnsmoden fisk sykliske forandringer i utviklingsstadium og dermed i gonadevekt i løpet av året. Vi skal først se på de hunnlige kjønnscellene. Forenklet kan en si at det i rogn finnes tre typer: 1) hvilende rognkorn (mindre enn 0,25 mm), 2) rognkorn med plommemasse (0,3-0,8 mm) og 3) egg (blir 1.1-1,6 mm). Hvilende rognkorn er alltid til stede. De danner fiskens reservoar av kjønnsceller. Reservoalet blir stadig fylt opp v.h.a. celledelinger (mitose), hovedsaklig i løpet av sommeren. Utpå høsten, særlig i september, skjer hormonelle forandringer styrt av lys og temperatur, og plommemasse begynner å bli transportert fra leveren og inn i de rognkorn som skal bli egg i kommende sesong. På nyåret er disse rognkornene rike på plommemasse; de venter nå på videre "signal" til å utvikles til egg. Et egg dannes ved at vann trenger inn (hydratisering). Dette medfører en kraftig størrelsesøkning. Plommekornene brytes i stykker og egget blir derfor gjennomsiktig. Kort tid før gyting skjer eggløsningen (ovulasjonen) da follikelen ("kappen" rundt egget) brister, og egget kommer ut i en kanal midt i rognsekken.

Utviklingen av de hannlige kjønnscellene er så langt lite undersøkt. Dette fordi det her er snakk om ytterst små celler som krever omfattende undersøkelsesprosedyrer. Torskens eggproduksjon regnes dessuten som mer sentral; en ser kun unntaksvis melke med åpenbart dårlige egenskaper ("spaghetti", dvs. for høy viskositet). Det er mulig å fastsette melkekvaliteten nærmere ved å se på sædcellenes bevegelse; en dråpe sjøvann tilføres og aktiviteten observeres under et mikroskop (100X). Høy aktivitet betyr god kvalitet. Hannene blir rennende før hunnene og de er det vanligvis en god tid etter gytetesongens slutt.

Fekunditet

Torsk har som de fleste andre marine fisk, en høy fekunditet. Fekunditet defineres som antall egg hver hunn gyter i løpet av en sesong. Rogna kan undersøkes kort tid før

gytestart. Anslaget kan være noe høyt; noen plommemasse-rognkorn kan senere tilbake-dannes (atresia). I naturen ser en at fekunditeten øker kraftig med fiskelengden (fig. 3.2).

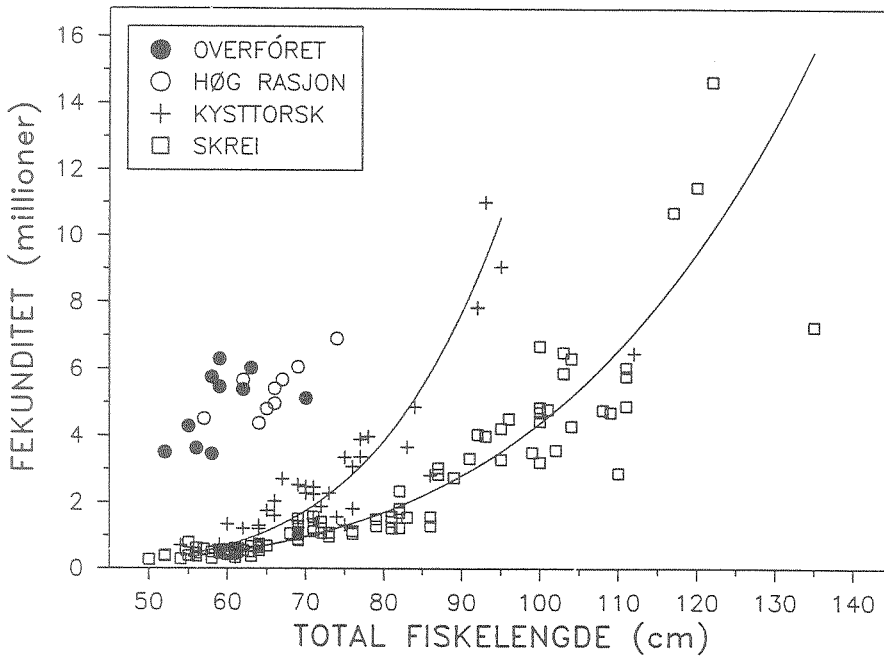


Fig. 3.2 Fekunditet som funksjon av fiskelengde. Villfisken, kysttorsk og skrei, ble innsamlet i Vesterålen i begynnelsen av mars. Oppdrettsorskene er representert med to fôringsgrupper: overfóret fisk og høyrasjonsfisk. Regimene ble etablert fra august til januar. Overfóret fisk ble fôret rikelig (*ad. lib.*) hver dag. Høyrasjonsfisken ble fôret to ganger pr. uke, fôringen ble stoppet når interessen dalte.

Kysttorsk har en vesentlig høyere fekunditet enn skrei av samme lengde, et forhold som muligens kan forklares ved at kysttorsk vandrer mindre og følgelig kan investere mer i eggproduksjonen. I forsøk med stamfisk (50 - 75 cm) har en funnet følgende sammenheng mellom fekunditet (F, i millioner), fiskelengde (L, i cm) og fiskens ernæringsstilstand, her kondisjonsfaktor ($K = (\text{kroppsvekt}/\text{lengde}^3) \times 100$):

$$F = 0.20 \times L + 4.32 \times K - 14.20$$

Ca. 85 % av variasjonen i fekunditet kan forklares med denne relativt enkle formelen. En ser at økt fôringsnivå øker fekunditeten sterkt. Vi skal se på tre eksempler: $K = 1,0$,

1,5 og 2,0 og antar at de tre fiskene har samme lengde 60 cm. Førstnevnte kondisjonsfaktor representerer en fisk i normal status, den midterste fisken er i meget god kondisjon (fôret på høy rasjon) og i det siste tilfellet er fisken usedvanlig fet (overfôret). Fekunditeten blir henholdsvis 2,12, 4,28 og 6,44 millioner. Dette betyr en fordobling og en tredobling fra normalsituasjonen. Nyere forsøk tyder imidlertid på at fisken sannsynligvis får problemer med transporten av plommemasse når K nærmer seg 2,0, dvs. "maskineriet" klarer ikke hanskes med det enorme eggantallet. Følgelig investeres det ca. 10 % mindre enn normalt i hvert enkelt egg. Det anbefales å produsere stamfisk hvor K ligger mellom 1,3 og 1,6. En får da en høy eggproduksjon og egg med et normalt innhold av plommemasse.

Porsjonsgyting

Den høye fekunditeten sammen med den nevnte svellingen av eggene gjør at det av plasshensyn ikke er mulig å kvitte seg med hele eggproduksjonen under en gyteakt: torsk er såkalt porsjonsgyter (fig. 3.3). Antall porsjoner avhenger av fiskens ernæringsmessige status; økt kondisjon fører til flere porsjoner og flere egg i hver porsjon. Kysttorsk gyter sannsynligvis omtrent 15 porsjoner, oppdrettstorsk i god kondisjon gyter 17 - 19 og overfôret oppdrettstorsk noe over 20. Som figuren viser følger antall egg gytt i hver porsjon en konveks kurve med få egg i første og siste porsjon og flest egg i de midterste porsjoner. Fisk med en kondisjonsfaktor på 1,6 produserer ca. 1,5 liter egg pr. kilo kroppsvekt.

Gytesesong defineres som den tiden *bestanden* gyter, mens gyteperioden er den tiden *én hunn* bruker fra første til siste porsjon. Tiden mellom to porsjoner kalles gyteintervallet. Dette er direkte koblet til vanntemperaturen samt fiskens ernæringsmessige status. Ved 8 °C bruker fisken 60 timer mellom to porsjoner, synker temperaturen til 5 °C øker intervallet til 75 timer. Fisken gyter følgelig både dag og natt, den foretrekker imidlertid å gyte om natta. Er fisken i dårlig kondisjon (K mindre enn 1,0), øker gyteintervallet. Årsaken til dette er sannsynligvis problemer under den *siste* innstrømmingen av plommemasse, en prosess som går forut for hydratiseringen (hvert gyteintervall består av en "hvileperiode", sluttvekst av de aktuelle rognkornene, hydratisering, ovulasjon og gyting). En fisk i dårlig forfatning møter altså tilsvarende vansker som en overfôret fisk med for mange egg. Oppdrettstorsk kan i motsetning til villfisk ikke velge vanntemperatur. Temperaturen i overflatelaget er dessuten sterkt avhengig av været.

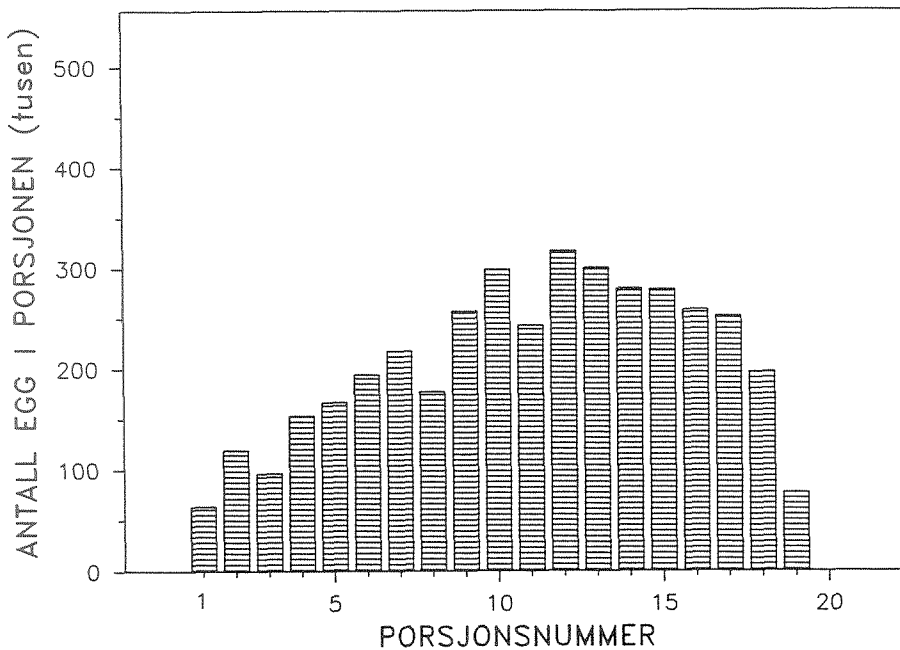


Fig. 3.3 Gyteaktiviteten hos en oppdrettstorsk (høy rasjon) med lengde 64 cm. Totalt 3,9 millioner egg ble gytt, svarende til 1,6 liter egg pr. kg kroppsvekt. Alle eggene ble befruktet, og gyteintervallene var regulære.

Dette medfører større svingninger i gytesesongen. Er det en ekstra varm høst og vinter, vil gytesesongen starte tidligere, i Sør-Norge allerede i begynnelsen av januar. En gytesesong fra begynnelsen av februar til slutten av april er imidlertid mer vanlig (hver hunn gyter opptil 60 dager). Stamfiskbestandens daglige eggproduksjon vil variere, og de største eggmengdene vil komme noen uker ut i gytesesongen. Måler man opp eggmengden i liter (V) ved f.eks. å bruke en målesylinder hvor bunnen er erstattet med en $500\ \mu\text{m}$ planktonduk, kan antall egg (N) beregnes på grunnlag av følgende formel:

$$N = 1.22 \times 10^6 \times D^{-2.71} \times V$$

D : eggdiameter, formelen er basert på verdier mellom 1,15 og 1,50 mm. Det er nok å måle 10 egg.

Eggstørrelse og befruktningsprosent

I løpet av gyteperioden reduseres eggdiameteren (fig. 3.4) og dermed også tørrvekten, sistnevnte reduseres med 20 - 30 %. Flere undersøkelser har dokumentert at store egg gir store larver. Disse larvene har sannsynligvis en bedre sjanse til å klare seg fordi deres plommesekkstadium er lengre, hvilket betyr at de kan lete lengre etter mat. Den praktiske konsekvensen av dette er at det er spesielt viktig å samle inn eggene som kommer først. Egginnsamlingsprosedyren må altså være klar tidlig på nyåret. Innledende undersøkelser tyder i tillegg på at eggdødeligheten øker utover i gyteperioden.

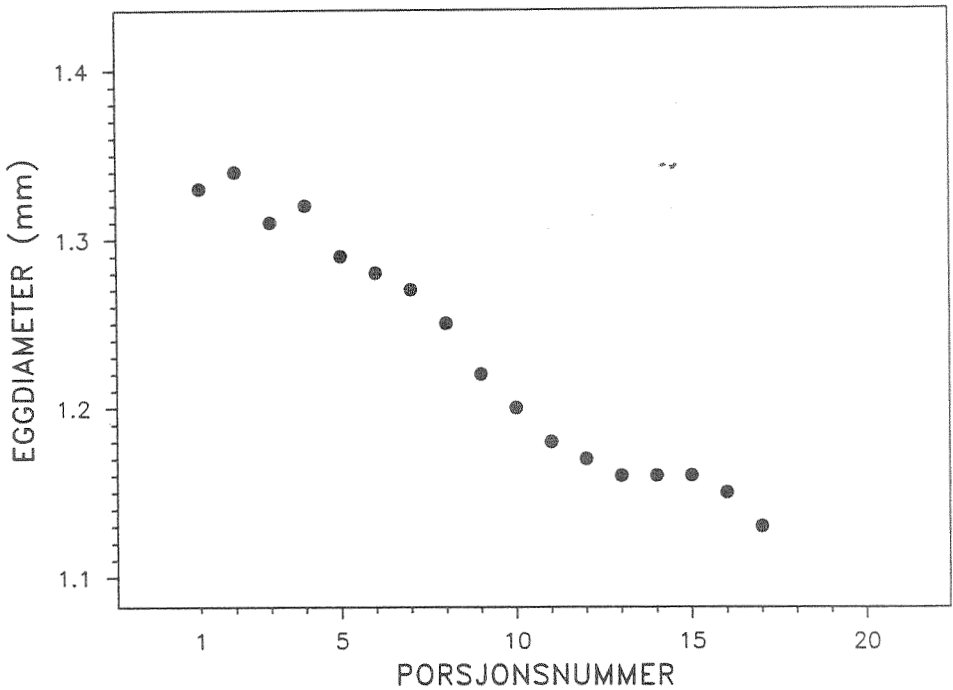


Fig. 3.4 Eggdiameter mot porsjonsnummer for en høyrasjons hunn med lengde 56 cm. Hvert punkt er gjennomsnitt av 50 målinger, variasjonen i diameter innen en porsjon var for liten til å bli vist grafisk.

Større fisk vil generelt produsere større egg (fig. 3.5). Dette sammen med økningen i fekunditet tilsier at stamfisk bør være stor fisk. Vanntemperaturen ser ut til å ha liten betydning for eggstørrelsen (fig. 3.5), iallfall hvis en unngår ekstreme temperaturer. Kun i de tilfeller hvor hunnfisken er i svært dårlig kondisjon har det blitt observert en at dette fører til en reduksjon i eggstørrelsen ved en gitt fiskelengde.

Det finnes tre typer av egg: befruktete, aktiverte og ubefruktede. Ved befruktning skjer det en ytterligere svelling (ca. 3 % økning i diameter), eggskallet strekker seg ut, hardner og egget får sin karakteristiske glans. Aktiverte egg har samme utseende som befruktete egg, men celledelingen kommer ikke igang. Ubefruktede egg har "måneoverflate". Det normale er at alle eggene befruktes, men ved fiskestress øker gyteintervallet, eggene mister sin levedyktighet mens de *oppopes* i rognsekken og befruktningsprosenten faller dramatisk. Stresstet fisk er mer et laboratorie-problem enn et problem i merd. En god regel er imidlertid alltid å forstyrre fisken minst mulig.

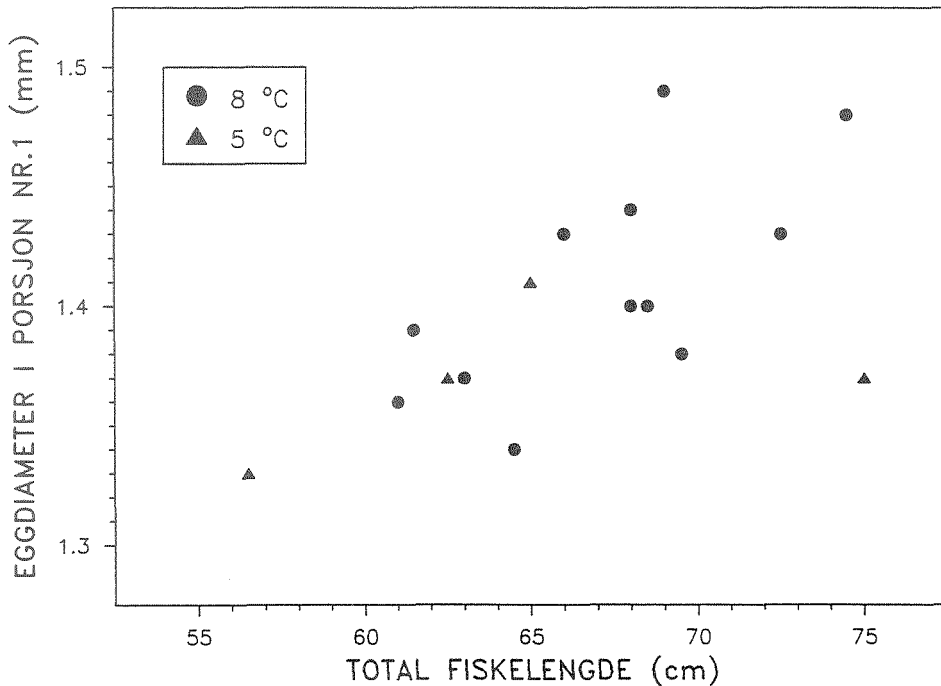


Fig. 3.5 Sammenligning mellom eggdiameter i første porsjon og morfiskens lengde. Høyrajsjons hunner med lik alder ble benyttet i forsøket.

4. PRODUKSJON AV EGG OG LARVER

Jens Chr Holm og Ewa Andersen

I dette kapittelet skal vi til å begynne med ta for oss konstruksjon og rigging av gyteposer for torsk. Bruk av poser er imidlertid ingen forutsetning for å skaffe seg egg, et stort kar kan også brukes. Vi skal videre gjennomgå utvelging av gyttere samt hva vi kan forvente oss av gyteresultater. Deretter gies en oversikt over hvordan et klekkeri kan være bygget opp og til slutt drift av klekkeriet, fra egg til utsettingsklar larve. Det er viktig at en leser igjennom hele kapittelet i god tid før sesongen starter.

GYTEPOSER FOR TORSK

Både gyteposer og gytekar for torsk er vanntette innhegninger som er konstruert for å holde gytefisk, få disse til å gyte naturlig samt å fange opp alle befructede egg raskest mulig. Et gytekar vil representere en forenkling i forhold til en gytepose, slik at vi har valgt å gjennomgå gyteposens konstruksjon og drift. Om en skal velge å bruke gytepose eller gytekar, er avhengig av behov for egg, lokale forhold, økonomiske betraktninger, samt hvor mye arbeidskraft en velger å bruke.

En gytepose slik den ble brukt ved Austevoll Havbruksstasjon i 1990 består av en 160.000 liters pose som er 6 meter dyp og 6 meter i diameter. Selve posen er laget av svart polyetylen (Filmtex), som er opphengt i en tredobbel flytekrage. Utenpå posen er det hengt en vanlig merd som vil holde tilbake fisk dersom posen revner. En skisse av gytepose er vist i fig. 4.1.

Gyteposen bør ligge skjermet fra kraftig bølgepåvirkning, og samtidig relativt uforstyrret for annen aktivitet. Gyteposen behøver ikke å ha tak med mindre den er kraftig belyst.

Oppdriftsproblemer er stadig tilbakevendende ved posedrift. Avhengig av forskjellen i saltholdighet mellom vannet som posen fylles med og det vannet posen ligger i, vil en ha bruk for en ganske anseelig oppdrift. Normalt vil en bruke et stabilt dypvann til posene. Har man eksempelvis en 100.000 liters pose som ligger i brakkvannspåvirket

sjøvann med 20 promille saltholdighet og en temperatur på 3°C, og fyller denne med dypvann som har 33 promille salt og en temperatur på 7°C, gir dette en tyngde på ett tonn! Lærdommen er at oppdriftsberegninger bør gjøres i god tid før gytseasongen starter, og en bør ta seg tid til å prøve posene med full gjennomstrømning før fisken blir satt oppi.

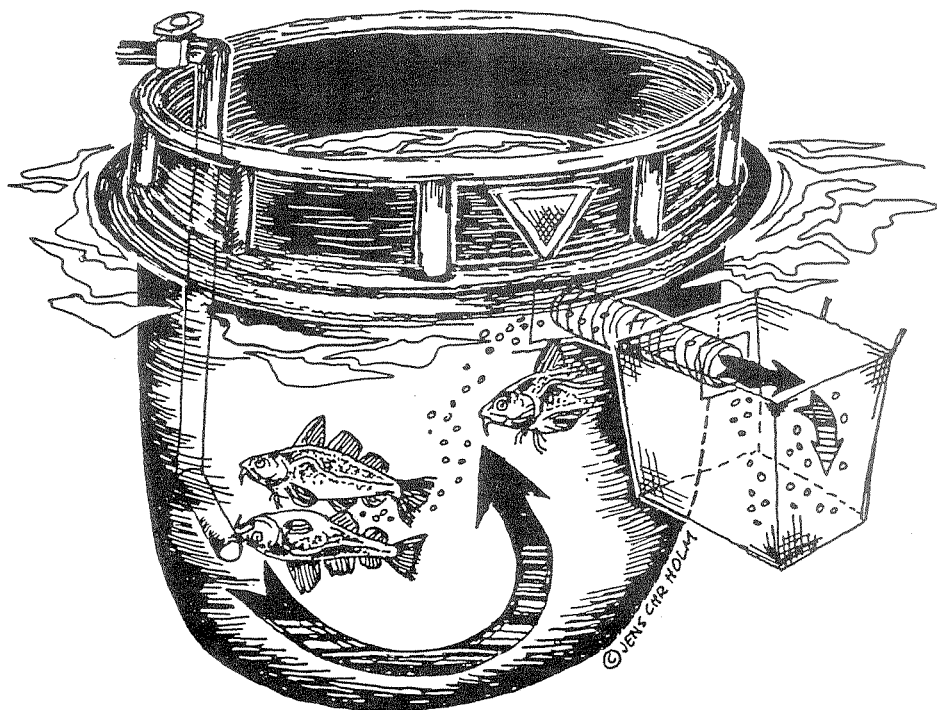


Fig 4.1 Gytepose for torsk. Ytternoten og den ene eggsamleren er ikke inntegnet. Heller ikke flytebyggene som eggsamleren henger i.

Vannet som brukes i posen bør være luftet og vanligvis sandfiltrert. Det bør være tatt fra et dyp som gir stabile saltholdigheter og temperaturer. Ved Austevoll Havbruksstasjon bruker vi vann fra ca. 55 m dyp. Vi bruker det samme vannet i klekkeriet, men filtrerer det i tillegg med et finporet patronfilter. Disse må ettersees da de lett kan gå tette. Det er viktig at en i klekkeriet ikke bruker et lettere vann (med mindre saltholdighet og/eller høyere temperatur) enn i gyteposen. Dette må en ta hensyn til når gyte- og klekkesystemene planlegges. Dersom en er nødt til å bruke to vanninntak for å få nok vann til alt, bør en legge systemet opp slik at en kan blande de to vanntypene i en fellestank. Ut fra denne fellestanken bør en ha separate utløp til klekkeri og gyteanlegg, med kraner. Dersom en har to slike blandetanker, kan en regulere forholdet mellom "gyteposevann" og "klekkerivann".

Dette kan være gunstig i visse tilfeller fordi en da har mulighet for

- 1) regulere temperaturen for å styre eggutviklingen og dermed klekketidspunktet, og
- 2) operere med et noe tyngre vann i inkubatorene for å gi eggene en bedre oppdrift. En bør ikke overdrive dette.

Innløpet til posen bør være dykket (se fig. 4.1) og sikre en strøm opp fra bunnen av posen, samtidig som en må sikre et roterende strømbilde (sett ovenfra). Mange kar- og poseinnløp kan ikke brukes uten videre da disse ser ut til å hindre en effektiv utvasking av de nygytte eggene. Finner en langt utviklede egg (og enda verre; larver) i egg-samlerne, har en ikke et strømbilde som sikrer god utvasking av eggene. Innløpstypen som synes å være best for gyteposer er et rør som stikker 3-4 m under overflaten som siste halvmeteren har en svak knekk (120-140°), som setter en strøm ca. 45° på posens diameter-linje.

I poseveggen må en ikke lage hull for utførselsslanger til egg-samlere, overløp etc. før skrufflenser er satt på. Det er lett å rive slike tynne dukposer, spesielt hvis en monterer slikt etter at posen er satt ut. Ved Austevoll Havbruksstasjon hadde vi i 1990 to egg-samlere pr. gytepose for å sikre en skånsom filtrering av eggene. Alt utløpsvannet fra gyteposene føres til egg-samlerne via en 160 mm fleksibel slange. Det er viktig at denne

slangen er mest mulig fleksibel. Slangene drenerer gyteposene ca. 30 cm under overflaten.

For å hindre at posen synker (eventuelt revner), er det lurt å montere inn trekantede overløp godt over normal vannstand i posen. Overløpet må ha innsatt planktonduk, rundt 500 μm . Samme duken brukes da i eggsummerne.

Eggsummerne kan være småmerder på 1x1x1 m. Disse bør henges opp, enten i egne flytekrager, eller i spesiallagede buråpninger med gangdekke rundt. En bør lage flere dukmerder enn det som skal henge ute til enhver tid. Dermed blir det mye enklere når eggsummerne skal rengjøres og eventuelt repareres.

Gyteposen bør i Sør-Norge være ferdig rigget og prøvekjørt pr 1. februar, en måned senere i Nord-Norge. I sesonger hvor forutgående vanntemperatur (oktober - januar) har vært høy, kan gytingen starte allerede i januar.

UTVELGING AV GYTEFISK

I en pose på 160.000 liter kan en uten vanskelighet ha 800 - 1000 kg gytefisk, forutsatt tilstrekkelig vannutskifting. Dersom en har mulighet til å kjønnsbestemme fisken, så er dette en fordel. Dette kan gjøres ved hjelp av ultralyd, eller når fisken har rennende rogn eller melke. En bør merke fisken når den er kjønnsbestemt, og dersom den er helt kjønnsmoden når den bestemmes, helst bruke den som stamfisk først neste gytesesong. Dette fordi behandling stresser fisken, noe som lett ødelegger gytingen i inneværende sesong. Modnende og moden stamfisk skal derfor behandles mest mulig skånsomt.

Hvis en ikke har mulighet til å kjønnsbestemme fisken, kan en anta en kjønnsfordeling som er lik mellom hanner og hunner. En bør velge ut fisk som minst er 3 kg slik at en unngår å avle på tidlig kjønnsmodning. Velger en ut fisk fra egen produksjon, bør en ikke bare ta den største fisken av en årsklasse, men kanskje også ta med fisk fra andre årsklasser. Dersom en tar inn villfisk, så bør denne holdes i karantene minst et år før den inkluderes i gytebestanden. En må bare velge ut individer som ser helt friske ut, uten sår eller misdannelser av noe slag. Fisk som har svarte prikker (*Cryptocotyle lingua*, en parasitt), er derimot ikke farlig å få med. Veterinæroppfølging av karantene- og gytebestander anbefales.

Utvelging av gytebestand bør gjøres i november-desember. Hvert individ lengdemåles, veies, kjønnsbestemmes og eventuelt merkes. Det finnes ulike merketyper, og en bør helst bruke slike som er beregnet for fisk. Vanlige vingemerker for fjørfe eller saumerker gir for store sårskader. Alternativt kan en merke fisken med vanlig billettørtang i gjellelokket (bruk eksempelvis høyre gjellelokk for hanfisk, og venstre for hunfisk). Strø på vanlig Bacimycin sårpulver etterpå.

Teoretisk sett skal en villfisk minimum gi et eggantall som er lengden i centimeter opphøyd i tredje potens, det hele multiplisert med 1,3. En oppfôret fisk skal kunne gi minst det dobbelte. En enkel tommelfingerregel er at en får minst en liter egg pr kg hunfisk i løpet av sesongen. For mer detaljert utregning, se kapittel 3.3 om torskens gytebiologi. Det daglige eggutbyttet en kan forvente av en god gytebestand er 0,03 l egg pr kg hunfisk i den beste gyteperioden (fisken veid i desember). Setter en derfor en gytebestand på et tonn i gyteposen, og antar at halvparten av dette er hunfisk, skulle posen kunne levere 15 liter egg pr døgn ved god gyteaktivitet (normalt de to første ukene i mars).

Fisken bør overføres til gyteposen i god tid før gytingen starter, og ihvertfall innen 10. februar (regn en måned senere i Nord-Norge under normale forhold).

GYTEPOSEDRIFT

Fisken i gyteposen bør observeres daglig. En kan observere gyteatferd, vanligst om morgenen. Den kan imidlertid også vise "blinking" - fisken gnir seg mot poseveggen. Dette kan skyldes en utvendig parasitt, *Trichodina* sp. Den finnes vanligvis på gjellene, men angriper også huden i alvorlige tilfelle. Fisken ser gjerne grå ut dersom den er kraftig angrepet. En tar et slimavskrap og sjekker avskrapet under lupe (binokular; 12 - 40 ganger forstørrelse). Denne parasitten er karakteristisk, rund med kranser av flimmerhår. Opptreer denne i større antall tidlig i gytseasongen må en behandle med formalin (se kap. 6 for nærmere beskrivelse). Det er viktig å starte behandlingen før eventuell dødelighet inntreffer. Oksygenivået må følges under behandling. Posen kan med fordel oksygeneres. Det er viktig å ha formalin stående i beredskap, og en må ikke bruke formalin som er blitt grumsete og hvit. Det blir den hvis den lagres for kjølig (bør lagres i romtemperatur).

Eggsamlerne må tømmes daglig, og en bør måle opp eggene uansett om en vil inkubere disse eller ei. En bør også følge med på befruktningsprosenten. Eggsamlerne må gjøres rene, helst hver dag. En skal huske på at disse siler alt vannet som kommer ut av gyteposen, og bakterier vil derfor hope seg opp i planktonduken. Derfor bør de også desinfiseres. Har en eggsamlere i overskudd, kan en hele tiden ha samlere liggende til desinfeksjon. Selv om det ikke skjer kraftig gyting utover dagen, bør en filtrere utløpsvannet. Det tar gjerne en stund før eggene fra morgengytingen blir vasket ut av posen.

INKUBATORER OG KLEKKERIUTFORMING

Etter å ha prøvd ulike inkubatorer har en ved Austevoll Havbruksstasjon kommet fram til en type som fungerer tilfredsstillende både for torsk og piggvar.

Inkubatoren har et volum på 70 liter, og dette er nok til klekking av 0,5 liter torskeegg (2-300.000 stk). Vi har funnet at denne typen er relativt lett å jobbe med, og den er lettere å holde ren enn større typer. Med mindre en har store produksjonspoller, vil denne typen være velegnet. En skisse av inkubatoren er gitt i fig. 4.2.

Vannet blir ført inn i inkubatoren gjennom et perforert strålerør som ligger i overflaten fra ytterkant inn mot senter. Vannet tas ut gjennom et perforert senterrør kledd med 350 μm planktonduk, går ned gjennom inkubatorbunnen og til avløp gjennom en nivå-slange. Det er viktig at nivåslangen har hull ved høyeste punkt slik at den ikke kan virke som en hevert. Glemmer en å lage et slikt luftehull, risikerer en at eggene blir tørrlagt med jevne mellomrom. Vannstrømmen reguleres slik at alle eggene er i bevegelse hele tiden.

Døde egg blir liggende på bunnen, og noen egg vil feste seg i planktonduken. For å unngå dette og at det danner seg uønsket bakterievekst, bruker vi luftbobling. Luften tilføres gjennom en perforert slange rundt senterrøret i bunnen. Det er viktig at slangen har en fin nok perforering. Ved en fin bobling langs planktonduken hindres eggene i å feste seg i duken, samtidig som døde egg vil bli holdt i bevegelse.

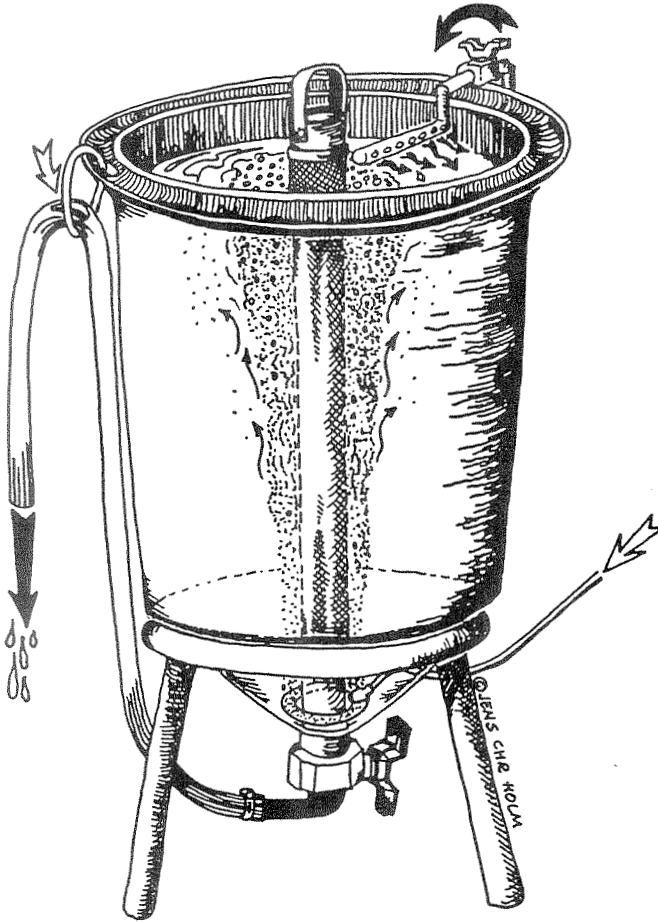


Fig. 4.2 Inkubator for klekking av torsk og piggvar.

Inntaksvannet i klekkeriet bør ha lik saltholdighet som i gytepose/tank. Om det brukes vann med lavere saltholdighet vil eggene ha en for sterk tendens til å synke. Legger eggene seg i bunnen av inkubatoren får en raskt uønsket påvekst av mikroorganismer.

En kan også risikere en direkte oksygenmangel. Under slike forhold vil eggene klekkes før tiden (abortere), larvene er da gjerne deformerte og svake.

Avhengig av vannkvaliteten, kan en benytte ulike vannbehandling, gjerne kombinasjoner av hjulfilter, sandfilter og patronfilter, samt UV-behandling.

KLEKKERIDRIFT

Inkubatorene holdes rene og klare for inkubering. De bør sprayes på forhånd med klorin, Buffodine eller lignende desinfeksjonsmiddel. Det er viktig å skylle godt, og så sette dem til tørking. Vannet bør settes på rett før bruk.

Eggene tas ut fra eggsummeren om morgenen, slik at de ikke blir utsatt for direkte sollys. Bruk litermål av klar plast og rene plastbøtter. Når dette utstyret ikke er i bruk bør det ligge i desinfeksjonsbad. Eggmengde bør måles. Etter at eggene er tatt i hus bør en desinfisere eggene, gjerne i Buffodine. Dette får en kjøpt hos fôrleverandørene. Forslag til dosering er 1 dl Buffodine pr 10 l vann, ha eggene i 10 minutter og **skyll meget godt** med filtrert vann før inkubering. Det er viktig å hindre at bakterier blir inkubert sammen med eggene.

Et hendig hjelpemiddel for slike operasjoner er to bøtter, den ene større enn den andre. I siden på den minste bøtten skjærer en ut felt, nesten ned til bunnen. På disse feltene limer en planktonduk. Dermed kan en lett skylle egg, behandle dem og tørke dem skånsomt ut ved å regulere vannstanden i den ytre bøtten. Alternativt kan en lage eggfilter som vist i fig. 4.3. Merker en av volumstreker på innsiden av bøtten, har en dessuten et godt redskap for volummåling.

En bør bare inkubere gode egg. Gode egg skal være runde og uten merker, og flyte lett ved rett saltholdighet. En skal også se klare og fine celler (Se fig. 4.4). En sjekker eggene ved å ta ut vel 100 egg og måler befruktningsprosent, eggdiameter (viktig hvis du skal beregne nøyaktig antall) og celledelingen. En nøyaktig antallsformel er gitt i kap. 3.2, og eksempler på utregninger er gitt i tabell 4.1.

Det er endel hjelpemidler som en bør ha tilgjengelig i klekkeriet. Det bør være nok heverter (minimum fem-seks, helst en til hver inkubator) slik at en unngår smitte fra

en inkubator til en annen. Det er videre praktisk å ha et stort bad for desinfisering av utstyr. Klorin og Buffodine går det mye av, og det kan være praktisk å kjøpe blomsterdusjere (pumpesprayflasker) og skru av beholderen på disse og bytte ut med klorin- eller Buffodine-flasken (N.B. Husk verneutstyr). Gjengene passer som oftest. En huskeliste for klekkeriet er vist i fig. 4.3.

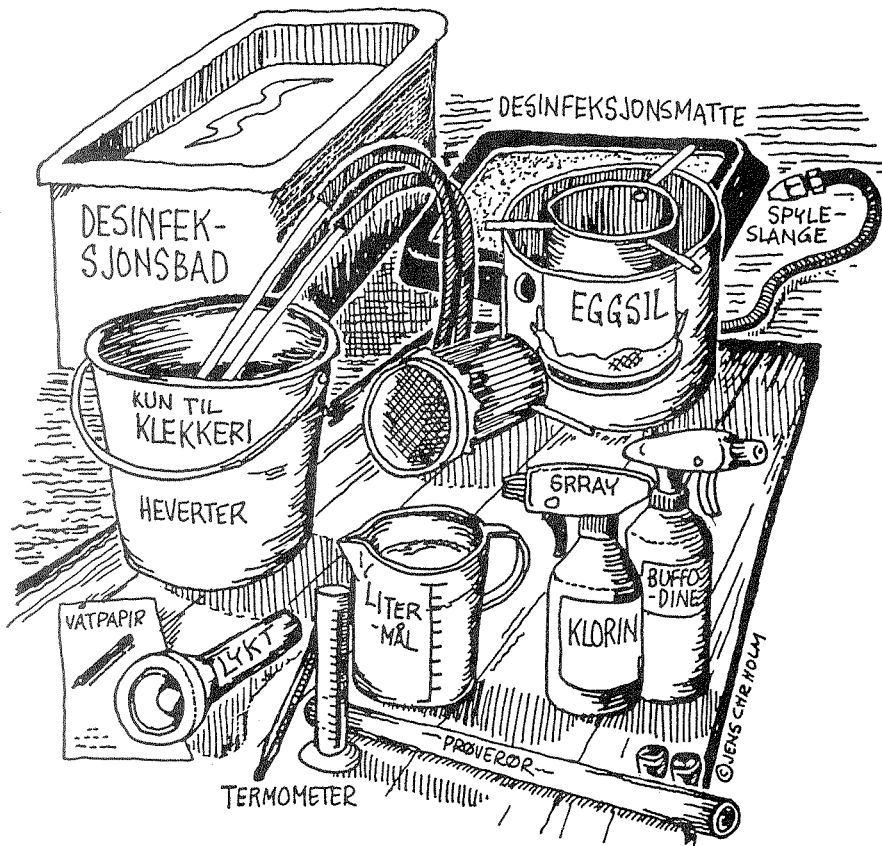


Fig. 4.3 Ting som er kjekt å ha i klekkeriet. Se forøvrig teksten. I tillegg bør en ha et binokular (lupe) med variabel forstørrelse (ca. 10 - 40 x) og måleokular. Den må ikke stå i selve klekkeriet da den vil korrodere.

Tabell 4.1. Beregning av eggdiameter med måleokular, antall ved prøveopparbeiding og volummåling av torskeegg. Beregning av eggantall ved volummåling baserer seg på formel for kulepakning som gir 74% volumutnyttelse. Beregningene i kolonne to til fire er utført av Torfinn Grav, mens Olav Kjesbu (også Havforskningsinst.) har kommet fram til ligningen som har resultert tallene i femte kolonne, merket med (*).

Lupe 25 x Delstreker	Eggdiameter (mm)	Eggvolum (mm ³)	Antall egg pr liter	Antall egg pr liter (*)
30	1,20	0,90	822 000	744 000
31	1,24	1,00	740 000	681 000
32	1,28	1,10	673 000	625 000
33	1,32	1,20	617 000	575 000
34	1,36	1,32	561 000	530 000
35	1,40	1,43	517 000	490 000
36	1,44	1,56	474 000	454 000
37	1,48	1,70	435 000	422 000
38	1,52	1,84	402 000	392 000
39	1,56	1,99	372 000	-
40	1,60	2,15	344 000	-

Forskjellen mellom de to antallsberegningene (pr. liter) ligger sannsynligvis i at beregningen merket med (*) er basert på erfaringstall, mens kolonne 4 er en teoretisk beregning basert på en maksimal sammenpakning av eggene.

Er temperaturforskjellen større enn 1°C mellom eggssamler og klekkerivann, er det nødvendig å sørge for gradvis temperaturtilvenning (akklimatisering).

Beregning av antall egg som inkuberes i inkubatoren kan en gjøre etter følgende standardprosedyre:

- 1) Eggene fra en transportenhet blandes med sjøvann til ti liter volum og røres godt om. Et litermål fylles med 0,9 liter sjøvann.
- 2) Det tas ut 50 ml fra eggbeholderen som helles i litermålet. Fyll etter slik at det blir en liter. Omrøres.
- 3) Ta ut 50 ml fra litermålet og hell dette i et reagensglass. Tell eggene i reagensglasset.
- 4) Eggantallet får en ved å multiplisere telleprøven med 4000.

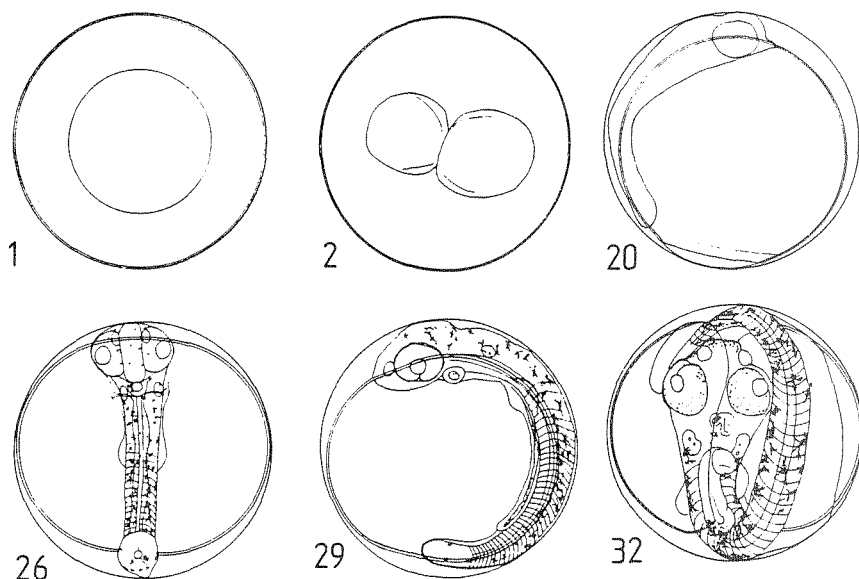


Fig. 4.4 Torskeeggets utvikling. Tidene under er for utvikling i mørke ved 7,2°C. Stadiene og tegningene er tatt fra Fridgeirsson, E. 1978. Embryonic development of five species of gadoid fishes in Icelandic waters. - *Rit Fiskideildar* 5: 1-68. Se kap. 5.1.2 for larvetegninger.

Stadium nr	Nås etter dag/time	Kommentarer
01	2 t	Encellestadiet, befruktet
02	4 t	Tocellestadiet
20	4 d	
26	6 d 2 t	Fosteret beveger seg i egget
29	7 d 10 t	Første hjerteslag kan sees
32	9 d	Ferdig til å klekke

Døde egg bør tas ut av inkubatorene helst to ganger pr dag. Vann og luft bør da stoppes noen minutter, slik at de døde eggene (som vil være tyngre) sedimenterer. Eggene sifoneres ut med en hevert eller tappes ut med en kran i bunnen av inkubatoren. Bruker en hevert, bør en enten ha en hevert til hver inkubator, eller desinfisere den mellom hver inkubator. Det er viktig å måle opp hvor mye døde egg en tar ut, slik at en kan trekke det fra den eggmengden en la inn. Dermed har en hele tiden en ajourført beholdning.

Får man problemer med bakterievekst (sjekk jevnlig under lupe), vil det være nødvendig å Buffodine-behandle halvveis til klekking. Eggene bruker 9-10 dager ved 7°C, 13-14 dager ved 5°C. En kan således regne ca. 70 døgngader fra inkubering til klekking. Eggutviklingen vil fordre flere døgngader over 8°C, da kan en regne 80 døgngader. Eggene bør ikke utsettes for temperaturer over 12°C. Nybefruktede egg er spesielt sensitive for høy temperatur. Dagen før klekking vil eggene bli noe tyngre.

Den nyklekte larven tåler ikke luftboblingen, slik at lufttilførselen må skrus av før klekking. Vannstrømmen må også reduseres. For å kunne regulere luft og vann rett før klekking er det viktig at en fører en god klekkerijournal. Når eggene er klekket, tar man ut en ny prøve for å sjekke klekkeprosenten. Døde larver og eggeskall tas ut med hevert.

Tidligere år har man satt ut larvene etter 4-5 dager når plommesekken var nesten oppbrukt. Larven var da istand til å spise dyreplankton. Nyere forskning har vist at det kan være en fordel å sette ut larven tidligere. Larven får da i seg planteplankton.

Larvene overføres fra inkubatorene til plastposer som legges i transportkasser. Larvene vil normalt ikke trenge ekstra oksygen. Larvene må skjermes for lys og oppvarming under transporten.

Antall egg og larver i inkubatorene kan beregnes på ulike måter. Ved Austevoll Havbruksstasjon bruker vi helst et tynnvegget plastrør med innvendig diameter på 2-3 cm. Vannhøyden i inkubatoren tappes ned så mye at vannhøyden blir mindre enn rørlengden. Deretter rører man godt rundt slik at egg/larver blir jevnt fordelt, og så stikker man røret loddrett ned til bunnen i inkubatoren og lukker røret i begge ender. Deretter tas røret opp, og innholdet helles i et litermål. Volumet noteres, og en gjentar prøvetakingen slik at en får tre til fem telleprøver fra hver inkubator. Prøvene blandes ikke. En beregner også volumet av hver inkubator i nedtappet tilstand. En kan gjerne

ha et merke på innsiden av inkubatoren og bruke dette som standard, slik at man slipper volumutregningene hver gang.

En antallsberegning for en inkubator kan da se slik ut:

Inkubatoren tappes ned slik at den får et volum på 50 liter, og tre prøver (en i midten, to ved kanten) tas ut. Prøvene har hver et volum på 100 ml, og vi teller henholdsvis 301, 256 og 273 larver i hver prøve. Dette gir totalt 830 larver fra et prøvevolum på 300 ml. Inkubatoren inneholder da:

$$\begin{aligned} (830 \text{ larver}) & : (0,3 \text{ liter prøvevolum}) \times 50 \text{ liter inkubatorvolum} \\ & = 138.300 \text{ larver} \\ & = = = = = = = \end{aligned}$$

Dersom en holder på å sette ut larvene, kan en ta alle larvegruppene opp i et stort kar, og så ta ut prøver derfra. Da lønner det seg å ta ut minst fem telleprøver for å få en fullgod beregning.

5. YNGELPRODUKSJON

5.1 Biologiske forutsetninger for oppdrett av torskeyngel

5.1.1 Planktonproduksjon

K.E. Naas og T.H. Næss

Planktonøkologi

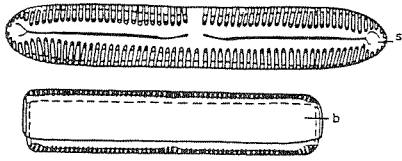
I naturen lever torskelarvene for det meste av små krepsdyr. I de første 5 til 10 dagene etter klekking er det hovedsaklig larvene av disse krepsdyrene som spises. Ved bruk av naturlig dyreplankton som oppdrettsdiett, vil det være de samme dyrene som utgjør det viktigste fôrgrunnlaget for torskelarvene. I flere undersøkelser er det funnet et pigmentert, ustrukturert tarminnhold hos larvene like etter startfôring. Dette grønne eller brune tarminnholdet er rester av planteplankton som enten er spist direkte, har vært i tarmen til dyreplanktonet, eller er døde celler som synker (detritus). Både planteplankton og dyreplankton er nødvendig næring for oppdrett av torskeyngel, og det er avgjørende å ha kjennskap til de viktigste mekanismene i et marint pelagisk økosystem.

Planteplankton

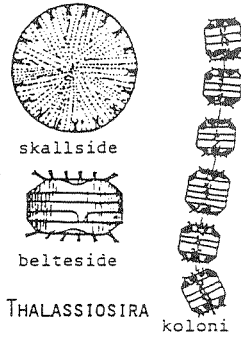
Den viktigste planteplanktongruppen på våre breddegrader er **kiselalgene** eller **diatoméene**. Man skiller mellom de sentriske og de pennate (fig. 5.1). Kiselalgene har et ytre kiselskall, som er formet som en eske med lokk. Kiselskallet gjør at kiselalgene må ha tilførsel av **silikat** ($\text{Si}(\text{OH})_4$) i tillegg til de andre nærings saltene; **nitrat-/ammonium** og **fosfat**.

Planteplanktonet har vanligvis en kraftig oppblomstring om våren (våroppblomstringen), og særlig under denne oppblomstringen dominerer kiselalgene. Kiselalgene er mer produktive i enn andre algeklasser fordi de har et relativt høyt klorofyll/karbon forhold

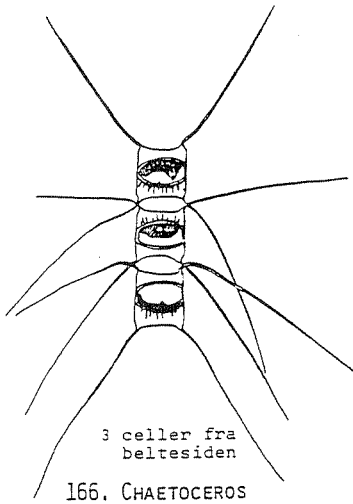
Kisel alger (diatoméer)



160. PINNULARIA sett fra skallsiden (s), beltesiden (b) og tverrsnitt. (pennat diatomé)



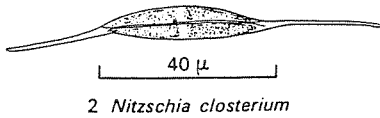
165. THALASSIOSIRA



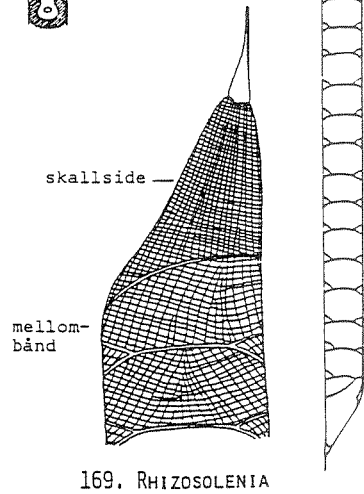
166. CHAETOCEROS



167. SKELETONEMA



2 Nitzschia closterium



169. RHIZOSOLENIA

Fig. 5.1 Kiselalger. (Hentet fra Baardseth, E. *Kompendium i algesystematikk*, og Newell, G.E. & R.C. Newell, 1977. *Marine Plankton, A Practical Guide*.)

(dvs. de produserer mye oksygen pr. celle). De skiller seg også fra de andre algeklassene ved å mangle egenbevegelse, og de vil derfor ha høyere synkehastighet enn bevegelige alger. De viktigste slektene *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, *Nitzscia* og *Rhizosolenia* (fig. 5.1), og den aller vanligste arten er *Skeletonema costatum*.

Den andre viktige planteplankton-klassen er **fureflagellatene** eller **dinoflagellatene**. I motsetning til kiselalgene er de bevegelige og har to flageller. Som navnet sier, er fureflagellatene delt av en tverrgående og en langsgående fure. Furene er lettere å se hos de som har panser (celluloseskall), enn hos de nakne fureflagellatene.

Fureflagellatene er ofte brune eller røde, og kan mangle det grønne fargestoffet klorofyll. Det vil si at de er **heterotrofe** og spiser små partikler (f.eks. bakterier). De store mengdene fureflagellater finner man som regel om sommeren med relativ høy vanntemperatur og mye lys. Noen fureflagellater kan til tider blomstre opp i svært store konsentrasjoner og forårsake rødt eller brunt vann. Noen arter produserer også gifter, f.eks. *Gyrodinium aureolum* (fiskegift) og *Alexandrium tamarense* (skjellgift). De mest vanlige slektene av fureflagellatene i våre farvann er: *Prorocentrum*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Protoberidinium* og *Ceratium* (fig. 5.2).

En annen viktig algeklasse er **kalkalgene** eller **Coccolithophoridene**. I fjordene på Vestlandet kan en kalkalge med navnet *Emiliania huxleyi* blomstre opp i store konsentrasjoner og farge vannet grønnhvitt.

I de senere årene har man også stiftet bekjentskap med klassen *Prymnesiophyceae* eller *Haptophyceae*, som inneholder både *Chrysochromulina polylepis* og *Prymnesium parvum* som har forårsaket mye fiskedød.

Primærproduksjon

Felles for alle algegruppene er at de ved hjelp av lys og uorganiske molekyler i vannet, produserer organisk stoff i fotosyntesen. Uorganisk karbon finnes som regel i overskudd i sjøvann, men andre byggesteiner som f.eks. **nitrogen**, **fosfor** og **silisium** vil ofte begrense primærproduksjonen til visse tider på året. Generelt i våre farvann er det lyset som begrenser primærproduksjonen om vinteren og tilgangen på næringsalter om sommeren.

Fureflagellater (dinoflagellater)

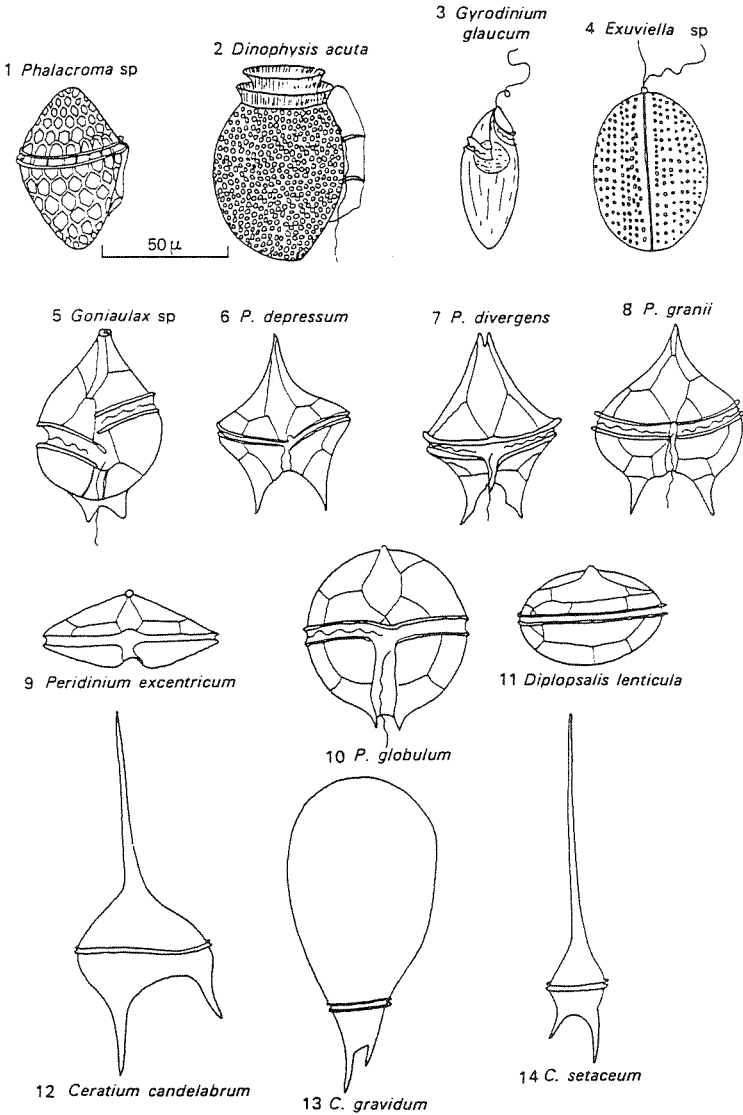


Fig. 5.2 Fureflagellater. (Hentet fra Newell, G.E. & R.C. Newell, 1977. *Marine Plankton, A Practical Guide*.)

I fotosyntesen produserer algene oksygen som frigjøres til vannet, men når lystilgangen blir mindre (om natten) er forbruket av oksygen større enn produksjonen. På grunn av lyssvekkingen nedover i vannsøylen vil algene under et visst dyp (kompensasjonsdypet) forbruke mer oksygen enn de produserer selv midt på dagen. Sjøttet over dette dypet kalles vanligvis den **eufotiske sone**. Forholdet mellom volumet av den euphotisk sone og totalvolumet, vil ha stor betydning for både miljø og produksjon i en oppdrettspose eller poll.

$$\begin{array}{l} \text{Produksjon av oksygen} \\ \text{og organisk materiale} \end{array} = f(\text{vol}_{\text{euf}}/\text{vol}_{\text{tot}})$$

Med andre ord vil en grunn og vid poll/pose ha en høyere totalproduksjon av oksygen og organisk materiale enn en dyp poll med liten overflate.

Det typiske forløpet i en pose/poll er at planteplanktonet først vil få en kraftig oppblomstring (grønt eller brunt vann). Denne oppblomstringen skyldes delvis forbedret lystilgang p.g.a. økt stabilitet i vannsøylen, samt at oppfylling av posen/pollen gir økte næringssaltkonsentrasjoner ved at dypvann benyttes, eller ved at omrøringen drar med næringssalter fra bunnsjøttet (poll). I så å si alle tilfeller vil primærproduksjonen etter kort tid bli næringssaltbegrenset, og planteplanktonsamfunnet bryter sammen (klart vann).

I en innelukket vannmengde (pose/poll) er det mulig å øke produksjonen ved å tilsette næringssalter eller **gjødsle** vannet. Særlig tidlig i startfôringsfasen er det viktig å ha store konsentrasjoner av planteplankton i vannet. Det er trolig at kvaliteten på byttedyrene har stor betydning på dette tidspunkt, og man vet også at larvene spiser alger direkte, og at dette trolig har en ernæringsmessig betydning. Når biomassen av torskelarver etterhvert blir større, vil ekskresjonen fra larvene tilføre systemet store mengder nitrogengjødsel, og ekstra gjødsling vil bli mindre aktuell.

Det er også mulig å favorisere enkelte grupper av planteplankton ved f.eks. selektiv gjødsling og ved å røre om i vannmassene. Som nevnt har kiselalgene behov for silikat for å vokse i tillegg til at de ikke har egenbevegelse. Ved å tilføre silikatholdig gjødsel samtidig med at man rører om i vannmassen, vil kiselalgene favoriseres i forhold til andre klasser. På denne måten kan man **styre produksjonen** i økosystemet.

Det er imidlertid viktig å vite hva som skjer i systemet før man gjør noe så drastisk som å tilsette ekstra næringssalter. Uriktig gjødsling kan føre til giftige pH-verdier som igjen kan resultere i giftig ammoniakk. Ekstremt høy primærproduksjon kan også resultere i giftige oksygenmetninger for larvene. Det er også viktig å merke seg at enkelte arter av planteplankton under visse miljøforhold kan skille ut gifter til vannet (eksudater).

Dyreplankton

Dyreplankton er organismer som ikke kan fotosyntetisere. De oppholder seg i de frie vannmasser, og deres utbredelse er hovedsaklig bestemt av bevegelser i de omgivende vannmasser selv om de kan ha en betydelig grad av egenbevegelse.

I henhold til denne definisjonen er dyreplankton en svært sammensatt gruppe som består av alt fra encellede dyr til store maneter. I denne sammenheng er det hensiktsmessig å avgrense området til å gjelde de artene eller gruppene som enten er byttedyr for fiskelarvene eller som kan være konkurrenter eller predatorer på larvene.

De viktigste fôrorganismene for fiskelarvene finnes blant gruppene; **tintinnider**, **hjuldyr**, **hoppekreps** og **vannlopper**. De viktigste konkurrenter eller predatorer finnes blant; **småmaneter**, **pilormer**, **ribbemaneter** og **larver av bunnlevende virvelløse dyr**. En forenklet beskrivelse av disse gruppene følger herunder.

Næringsorganismer for torskelarver

Tintinnider

Tintinnidene hører til gruppen encellede dyr (Protozoene) og er blant de aller minste dyreplankton. Lengden varierer fra 30-200 μm og bredde fra 15-60 μm . Dyrene er karakterisert ved et klokkeformet utvendig skall (se fig. 5.3) og kan opptre i enorme mengder i poller (opptil flere pr. ml). Tintinnider er antageligvis viktige byttedyr for torskelarver i startfôringsfasen og er blant de første byttedyr som er observert i tarmen.

Hjuldyr

Hjuldyr (rotatorier) er små dyreplankton (100-400 μm) som først og fremst er utbredt i ferskvann. Noen arter er imidlertid marine selv om noen foretrekker områder med nedsatt saltholdighet. Spesielt i innelukkede bassenger (f.eks. poller) kan de opptre i store mengder. Hjuldyrene har fått sitt navn fra et ciliekledd hjulorgan som både sørger for bevegelse og som setter opp en vannstrøm mot munnen. Dyrene lever av alger, ciliater og annet partikulært materiale som blir ført til munnen av denne vannstrømmen. De kan ha både kjønnnet og ukjønnnet formering. Hanner er imidlertid sjeldne og er mye mindre enn hunnene. Viktige arter i saltvann finnes i slektene *Synchaeta* og *Brachionus*. Karakteristisk er raske skiftinger i populasjonens tetthet som kommer av kort generasjonstid (ca 2 døgn). Hjuldyrene er egnede startfôringsorganismer for fiskelarver, og siden det er mulig å dyrke disse intensivt i store tettheter, blir de flittig brukt i forskning og i forsøk på intensiv produksjon av marine fiskelarver.

Hoppekreps

Hoppekrepsene (copepodene) utgjør den største bestanddel av marint dyreplankton og er også de viktigste fôrorganismene for marine fiskelarver i naturen. Størrelsen i våre farvann varierer fra 0,1-5 mm avhengig av stadium og art. Hoppekrepsenes larvestadium kalles **nauplius**. Dyrene gjennomgår ialt seks nauplie-stadier, deretter fem **copepoditt**-stadier før de blir voksne hanner eller hunner (fig. 5.3). Skifting av stadium skjer gjennom et skallskifte, og vi kan derfor finne store mengder tomme skall i planktonprøver. Det store størrelsesspekeret gjør at de kan tjene som føde for et stort antall marine organismer. Hoppekrepsene deles inn i mange forskjellige grupper, hvorav de **calanoide** copepoder har størst betydning som føde for fiskelarver. To andre grupper, de **cyclopoide** og **harpacticoide** copepodene, kan også ha betydning som fôrorganismer og vil bli tatt med her.

Calanoide copepoder er karakterisert ved en markert overgang mellom forkropp og bakkropp (fig. 5.3), antenner like lange eller lenger enn kroppen og at hunnene har enkel eggsekk (sees sjelden). Denne gruppen dominerer ofte det marine dyreplanktonet. Vanlige arter langs kysten og i poller er: *Calanus finmarchicus* (raudåte), *Centropages hamatus/typicus*, *Acartia clausi/longiremis*, *Pseudocalanus elongatus*, *Paracalanus parvus* og *Temora longicornis*. *Calanus* er 3-4 mm som voksen, de andre 1-2 mm.

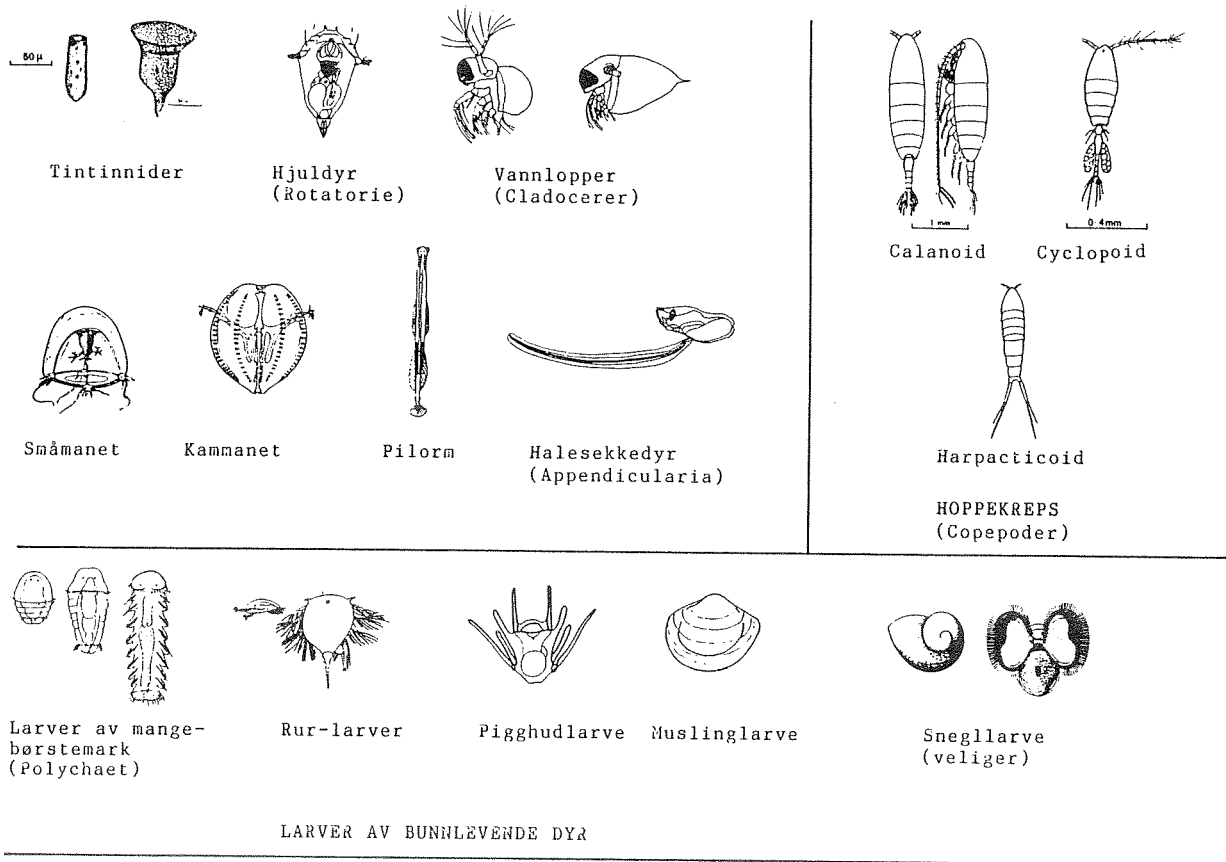


Fig. 5.3 Aktuelle dyregrupper i marint plankton. Vær klar over at dyregruppene kan ha flere forskjellige larvetyper. (Hentet fra Newell, 1977. *Marine Plankton, A Practical Guide*.

Newell, G.E. & R.C.

Cyclopoide copepoder har kortere antenner enn de calanoide, og hunnene bærer to eggsekker (fig. 5.3). Vanlige arter langs kysten finnes i slektene *Oithona* og *Oncaea*. Hunnene er her 0,5-1,0 mm.

De fleste **harpacticoide** copepoder lever blant vegetasjon, steiner eller annet substrat, men noen få arter er planktoniske. De er karakterisert ved meget korte antenner, ingen markert overgang mellom for- og bakkropp og en eller to eggsekker på hunnene (fig. 5.3). De viktigste artene i denne sammenheng finnes i slektene *Microsetella*, *Tisbe*, *Tigriopus* og *Euterpina*. De fleste er under 1 mm.

De fleste copepoder livnærer seg ved å filtrere næringspartikler (alger, detritus og små dyreplankton) fra vannet. Store stadier kan imidlertid også bruke antennene som griperedskap og derved få tak i større levende dyreplankton. Copepodene har betydelig egenbevegelse og opptil 100 m/time er målt i vertikal retning. De har utelukkende kjønnnet formering.

Vannlopper

Vannloppene eller cladocerene er mest utbredt i ferskvann, men to slekter, *Podon* og *Evadne*, er tildels meget tallrike i marint plankton. Dette gjelder særlig i poller og steder med ferskvannspåvirkning. Vannloppene har et karakteristisk utseende (se fig. 5.3). De har vanligvis ukjønnnet formering, men ved ugunstige miljøforhold produserer de hanner og skifter til kjønnnet formering. Det vil da dannes hvileegg. Ved ukjønnnet formering klekkes eggene inne i hunnen, og de nyklekte ser ut som miniatyrer av de voksne. De nyklekte har allerede anlegg til egg i kroppshulen. Dette gjør at vannloppene har en generasjonstid på ca. 1 uke mot ca. 1 mnd hos hoppekrepsene. Plutselige endringer i populasjonsstørrelsen er derfor vanlig.

Vannloppene filtrerer alger, detritus o.l., og det er også rapportert at de kan spise andre dyr. Et stort øye gjør dem godt synlig i vannmassene og derfor meget attraktive fødeorganismer for fiskelarver. Hunnene blir 0,7-1,0 mm, hannene noe mindre.

Predatorer eller konkurrenter til torskelarver

Småmaneter

Småmanetene, som er det planktoniske stadiet til dyregruppen *Hydrozoa*, er kjent som pollproducentenes skrekk. Denne gruppen har en veksling mellom en bunnlevende polyppgenerasjon og en planktonisk medusegenerasjon. Medusene eller småmanetene er mer eller mindre klokkeformet (fig. 5.3) og er vanligvis noen få mm store. De utskiller giftstoffer som lammer byttedyra. Småmanetene er grådige predatorer som kan desimere bestander av annet dyreplankton, f.eks hoppekreps, på kort tid. De er også kjent som predatorer direkte på fiskelarver, og har også betydning som næringskonkurrent. Vanlige arter hos oss er: *Rathkea octopunctata*, *Sarsia* spp, *Aglantha digitale*. Vanlig glassmanet (*Aurelia aurita*) kan også være tallrike i pollsystem.

Kammaneter (ribbemaneter)

Kammanetene er en annen gruppe av geléaktig plankton (fig. 5.3). Navnet kommer av åtte kamlignende parallelle bånd som fungerer som bevegelsesapparat. De har tentakler med klebeceller, og er kjent som grådige predatorer på annet dyreplankton. Noen kan imidlertid også ta fiskelarver. I innelukkede vannmasser kan de opptre i meget høye konsentrasjoner, og det er dokumentert at de kan tømme slike lokaliteter for copepoder på kort tid. Størrelsen varierer innen gruppen fra 2-15 cm. Vanlige arter hos oss er: *Pleurobrachia pileus* (sjøstikkelsbær) og *Bolinopsis infundibulum*.

Pilormer

Pilormene har et karakteristisk fiskelignende utseende (fig. 5.3). De voksne er noen få cm lange og er grådige rovdyr på hoppekreps. De er derfor viktige konkurrenter til marine fiskelarver. I våre farvann er dyr av slektene *Sagitta* og *Eukrohnia* vanlige.

Larvestadier av bunnlevende dyr

I tillegg til dyregruppene som hittil er behandlet kan mange larvestadier av bunndyr utgjøre en betydelig del av dyreplanktonet. Dette gjelder spesielt larver av rur, snegl, muslinger, manglebørstemark og pigghuder. Disse kan tjene som føde for fiskelarvene, eller de kan være konkurrenter til fiskelarvene eller deres fôrorganismer.

Halesekkedyr

Appendiculariene eller **halesekkedyrene** er en dyregruppe som kan opptre i relativt store mengder i planktonet. De har et rumpetrollaktig utseende (fig. 5.3) og er noen få mm lange. De er filtrerere og kan ta meget små partikler (alger, bakterier). De tjener som fôr for noe større fisk.

Sekundærproduksjon

De som lever av **primærprodusentene** (algene), kalles **sekundærprodusenter**, og de som lever av disse igjen kalles **tertiærprodusenter**. En slik rekke danner en næringskjede. Et eksempel på en slik næringskjede er: *alger - hoppekreps - fiskelarver*.

I saltvann er vanligvis hoppekreps og vannlopper de viktigste sekundærprodusentene, men i en poll eller pose vil også andre grupper, spesielt tintinnider og hjuldyr, kunne stå for en betydelig del av sekundærproduksjonen. Mengden av alle disse gruppene er bestemmende for produksjonskapasiteten av torskøyngel i et system.

Produksjonen av torskelarvenes fôrorganismer bestemmes av en hel rekke faktorer, hvorav noen av de viktigste er:

- 1) **Fødeforhold;** type og mengde av alger er bestemmende for vekst, reproduksjonsrate o.a.
- 2) **Temperatur;** bestemmende for alle metabolske prosesser (stoffsiftet).
- 3) **Saltholdighet;** de forskjellige artene har forskjellig krav til saltholdighet (Jfr. hjuldyr, vannlopper).

- 4) **Oksygenforhold;** Bestemmende for overlevelse, vekst og også for hvor stor del av vannmassen som er tilgjengelig for fôrorganismene .
- 5) **Mengden av predatorer eller konkurrenter** i systemet.

I naturen varierer dyreplanktonmengden i takt med primærproduksjonen. Toppene til dyreplanktonet følger imidlertid ca. 1 mnd senere enn toppene i planteplanktonmengden på grunn av dyreplanktonets lengere generasjonstid. I poller/poser kan det ved hjelp av selektiv gjødsling og omrøring opprettholdes en stor konsentrasjon av kiselalger gjennom hele sesongen. Denne algetypen er ypperlig som fôrorganismer for bl.a hoppekreps og vannlopper. Høy stabil konsentrasjon av kiselalger vil derfor kunne holde produksjonen av dyreplankton på et høyt og relativt stabilt nivå gjennom hele den perioden torskelarvene er avhengig av dyreplankton. Hvis andre faktorer som f.eks temperatur og saltholdighet er gunstige i perioden, vil predasjonen i stor grad bestemme hvor mye dyreplankton som finnes til enhver tid. Både beiting fra andre dyregrupper og innsamling av plankton til torskelarver må i denne sammenheng sees på som predasjon.

Dyreplanktonets artssammensetning forandrer seg gjennom sesongen. I poller dominerer gjerne *Calanus* tidlig i sesongen for senere å bli avløst av andre hoppekreps, hjuldyr og vannlopper. Bortsett fra korte perioder med hjuldyr- og vannloppedominans, er det vanligvis hoppekrepsene som dominerer dyreplanktonet hele sesongen. I poller kan enkelte dyreplankton overvintre v.h.a. hvileegg (gjelder tintinnider, hjuldyr, hoppekreps og vannlopper). Klekking av disse har stor betydning for mengde og artssammensetning i dyreplanktonet tidlig i sesongen.

Dyreplanktonet foretar vertikale vandringer gjennom døgnet. Det står gjerne dypt om dagen og høyere i vannsøylen om natten. Små stadier, f.eks nauplier, står vanligvis høyere i vannmassen enn copepoditter og voksne hoppekreps. For å kunne samle inn bestemte størrelsesfraksjoner av dyreplankton mest mulig effektivt, må en være klar over og ta hensyn til disse forskjellene i fordelingsmønster.

5.1.2 Torskelarvenes økologi og utvikling

Terje van der Meeren

Produksjon av torskeyngel krever kjennskap til torskelarvenes biologi. Dette omfatter larvenes økologi, utvikling, matbehov og krav til de fysiske omgivelser. En grunnleggende forståelse av det fine samspillet mellom torskelarvene og omgivelsene er av stor viktighet for et vellykket produksjonsresultat.

Økologi betyr læren om samspillet mellom levende organismer og deres omgivelser. For en liten torskelarve betyr dette samspillet først og fremst hvordan skaffe nok mat til å vokse, og hvordan unngå predasjon d.v.s. å bli spist av andre dyr. Både ved å benytte poll og poser til oppdrett av yngel, vil man ved tørrelgging av pollen, bruk av rotenon eller filtrering av vann til poser, kunne tilby torskelarvene et miljø som stort sett er fritt for predatorer. Det eneste unntaket er oppblomstring av maneter som vil kunne spise torskelarver. For at torskelarvene skal overleve og vokse i de oppdrettssystemene som vi tilbyr dem, er det hovedsaklig et spørsmål om tilgang på mat i form av tilstrekkelige mengder med byttedyr av riktig størrelse og type.

Torskelarvenes utvikling går gjennom tre faser: *Plommesekkfase*, *vekstfasen* og *metamorfose*. For en oppdretter vil det være viktig å følge med utviklingen av larvene. Dette kan best gjøres med et binokular med forstørrelse opptil 50 ganger. I binokularet kan lengden måles og veksten bestemmes. I tillegg kan de fleste typer av dyreplankton som er aktuelle byttedyr identifiseres. Man kan også ta ut tarminnholdet hos en torskelarve for å se om den har spist samsvarer med planktonet som den er blitt tilbudt. Hva larvene spiser kan gi forståelse for hvilke organismer som er viktige som fôr gjennom de ulike fasene av torskelarvens utvikling. Særlig vil det være viktig å vite når larvene begynner å spise større byttedyr slik at dette kan tilføres oppdretts-enhetene i rett tid.

Plommesekkfase starter med de nyklekte torskelarvene som både er svært små (3,5-4,0 mm) og har en stor plommesekk (fig. 5.4a). Hos en nyklekt larve er munnen lukket og øyet mangler pigment slik at det ikke er funksjonelt. Tarmen ligger som en strek oppå plommesekken, og anlegg til lever og svømmeblære kan sees i forkant av tarmen. Et enkelt blodkarsystem er utviklet, og hjertet er i full aktivitet. Ryggstrengen (notocord) kan tydelig sees inne i muskelsegmentene fra hodet og bakover i larvekroppen. I forkant

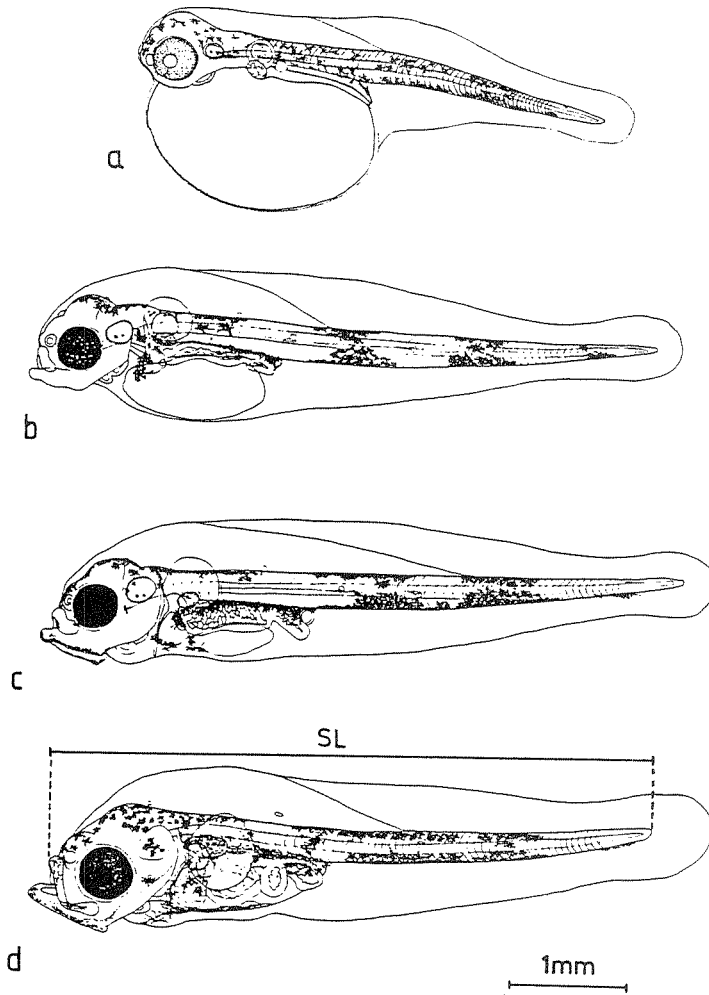


Fig. 5.4 Torskelarver ved ulike utviklingstrinn: a) nyklekt larve, b) 3 dager gammel larve, c) 5 dager gammel larve og d) 15 dager gammel larve. Standardlengden (SL) er vist på d). (Etter Fridgeirsson, 1976: Rit. Fiskideild. 5 (6): 1-68).

av ryggstrengen sitter øresteine (otolittene) inne i en blære. Spredt utover kroppen ligger mørke pigmentceller. Allerede en til to dager etter klekking vil munnen åpne seg. Pigmentering av øyet starter, og tarmen deles opp i flere avsnitt (spiserør, fortarm, midttarm og baktarm, fig. 5.4b). På dette stadiet vil torskelarvene faktisk kunne spise planktonalger. Larvene tar vann inn gjennom munnen og bruker gjellebuene som fangstnett. Alger som er større enn $10\ \mu\text{m}$ ($0,01\ \text{mm}$) blir holdt tilbake i åpningene mellom gjellebuene og siden ført opp til svelget. Overskudd av vann går ut gjennom gjellelokkene. På denne måten får larvene en gradvis overgang fra næringsopptak via plommesekken (endogen næring) til næringsopptak via tarmen (eksogen næring). Avhengig av temperaturen vil torskelarvene starte å spise dyreplankton mellom tre og fem dager etter klekking (fig.5.4c). Plommesekken kan fremdeles sees og vil vare til mellom 7 og 10 dager etter klekking. De fleste organsystemene har utviklet seg gjennom plommesekkefasen, og larvene er nå godt svømmedyktige og i stand til å fordøye byttedyr som de fanger ved bruk av synet. Størrelsen på byttedyrene vil variere noe, men i tarmen hos torskelarvene vil byttedrylengder fra 80 til $250\ \mu\text{m}$ ofte observeres i siste del av plommesekkefasen. Typiske byttedyrtyper er hjuldyr, tintinnider og nauplier (se kap. 5.1.1). Torskelarvene er opportuniste i sitt valg av byttedyr, d.v.s. at de vil spise alle typer tilgjengelige byttedyr som er av riktig størrelse.

Overgangen fra plommesekknæring til det å spise dyreplankton er trolig en kritisk fase for torskelarvene. For det første skal tarmsystemet begynne å fungere slik at byttedyrene som svelges blir fordøyd. Larvetarmen må derfor få igang produksjon av fordøyelsesenzymer. For det andre må torskelarvene lære seg å fange byttedyr som selv gjør hva de kan for ikke å bli spist. Mange typer dyreplankton har utviklet spesielle strukturer (pigger o.l.), eller de unnviker vannsug som dannes når en fiskelarve åpner munnen. De fleste dyreplankton er fargeløse og gjennomsiktige, og dette vil gjøre dem vanskeligere å oppdage for fiskelarver. Hvis en torskelarve ikke lykkes med å fange dyreplankton, vil næringsmangel hurtig føre til en degenerering av tarmens fremre deler slik at det ikke blir mulig for larven å fordøye eventuelle byttedyr den måtte ta til seg seinere. Allerede 9 dager etter klekking vil det være for seint å startføre en torskelarve. Torskelarver som ikke tar til seg mat i det hele tatt, vil dø etter vel to uker.

I den første tiden etter utsetting vil larvene få et grønnlig tarminnhold som ikke lar seg identifisere i binokularet. Den "grønne tarmen" har sin årsak i at larvene får i seg små algeceller. Det er ennå ikke klart hvilken ernæringsmessig effekt dette har for torskelarvenes utvikling. Algene får larvene i seg enten ved at de spiser dyreplankton

som har spist alger, eller ved at de som nevnt tidligere spiser algene direkte ved å filtrere vannet. Det er også observert at larvene kan også få i seg alger ved å spise ekskrementer fra dyreplankton (fekalier).

I *vekstfasen* er plommesekken oppbrukt og torskelarvene livnærer seg utelukkende på dyreplankton. I denne fasen har larvene et svært stort vekstpotensiale, og larvenes vekt øker eksponensielt hvis de har nok mat. Larvene kan spise sin egen vekt pr. døgn, og det er observert at larvenes vekt kan øke med 20% pr. døgn. Torskelarvene spiser hovedsaklig nauplier tidlig i vekstfasen, og senere vil de skifte til større byttedyr som ungstadier og voksne stadier av hoppekreps (copepoder). Spesielt når larvene er mellom 2 og 3 uker gamle skjer det en hurtig utvikling av tarmsystemet hos larvene. Larvene blir mer effektive i å fordøye og utnytte næringen i de byttedyrene de fanger. Dette fører til økt vekst som igjen gjør larvene i stand til å fange enda større byttedyr. Larvene vil hele tiden prøve å fange de største byttedyrene de kan klare (størrelsesseleksjon). Gevinsten er at de får mer energi pr. byttedyr og dette kan igjen bidra til økt vekst. Fra naturen sin side er hurtig vekst for de små torskelarvene en måte å redusere sjansen for selv å bli spist. Figur 5.5 viser typiske vekstmønstre for torskelarver som er satt ut i poller. De observerte forskjellene i vekst har sin årsak i ulik temperatur og næringstilgang. I løpet av vekstfasen vil svømmeblæren fylles med gass. Dette letter oppdriften til larvene slik at de ikke trenger å bruke så mye energi til svømming for å holde sin posisjon i vannsøylen.

Metamorfose hos torskelarvene er ikke så markert som hos kveite og piggvar. Metamorfose innebærer at det skjer en forvandling fra larvestadiene til yngelstadiet der alle de viktige organer og ytre kjennetegn som finnes hos voksen torsk utvikles. De ytre kjennetegn på metamorfosen består i at alle finnene utvikles. Innvendig i larvene skjer det relativt store forandringer med tarmsystemet, og bl.a. dannes det en magesekk. Videre utvikles gjellene fra enkle gjellebuer til kompliserte gjeller med filamenter. Gjennom det meste av larvefasen har torskelarvene tatt opp oksygen direkte gjennom huden, mens etter metamorfosen er gjellene blitt funksjonelle. Metamorfofen starter når larvene er blitt ca. 12 mm lange. Den metamorfoserte yngelen vil fortsatt spise hoppekreps og andre store byttedyr. Yngelen vil danne stimer, og de største individene vil spise mindre individer særlig hvis næringstilgangen er knapp.

De fysiske omgivelsene vil påvirke torskelarvenes vekst og overlevelse. Spesielt er det viktig å holde kontroll med oksygeninnhold, temperatur og saltholdighet. Vannets

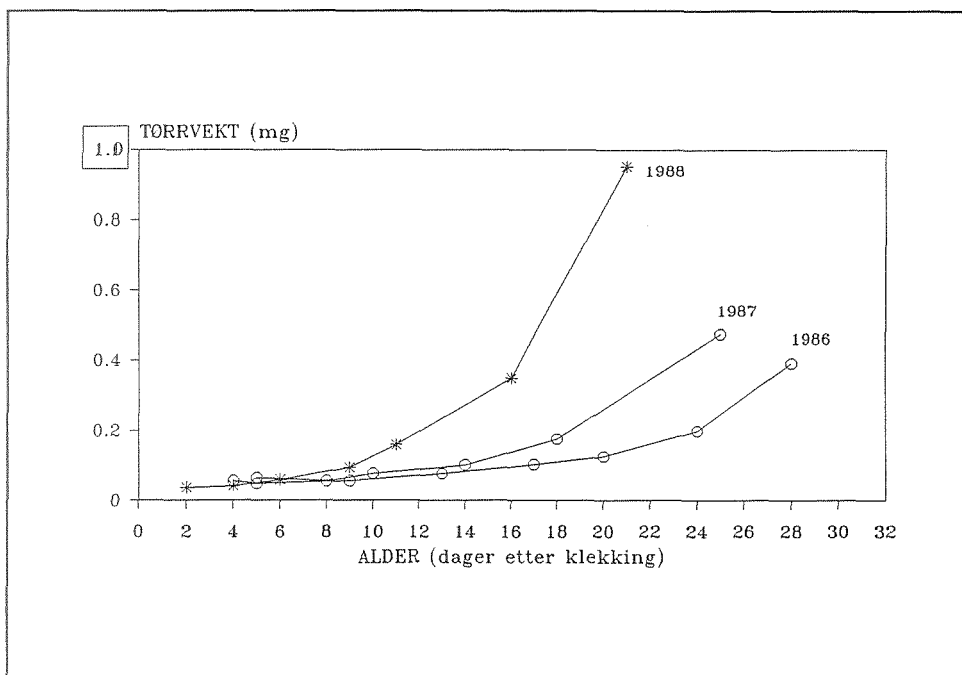


Fig. 5.5 Vekstkurver for torskelarver i poll ved Austevoll Havbruksstasjon

surhetsgrad (pH) kan også være viktig. Oksygeninnhold måles som ppm (mg O₂ pr. liter vann). Imidlertid er det fordelaktig å uttrykke oksygeninnhold som % oksygenmetning ved 1 atmosfæres lufttrykk. Oksygenmetning er avhengig av både temperatur og saltholdighet, og den bør ligge mellom 70% og 140%. Ved lav temperatur vokser larvene langsomt, og dette kan være en fordel dersom det er lite dyreplankton tilgjengelig. Torskelarvene vil tåle stadig høyere temperatur etterhvert som de kommer inn i vekstfasen. I plommesekkefasen bør de ha mellom 4°C og 10°C, mens eldre larver tåler godt opp mot 15 °C. Saltholdigheten for larvene bør ideelt være mellom 27 og 34 promille. Eldre larver vil ikke ha problem med å tåle lavere saltholdighet, men den bør ikke komme under 20 promille. Sjøvannets surhetsgrad er vanligvis ganske stabilt rundt pH 8,0. Hvis pH stiger til over 8,7 vil eventuell ammonium (NH₄) i vannet overføres til løst ammoniakk-gass (NH₃) som er svært giftig for fisk.

Beregning av vekst, energibehov og energitilførsel

Vekst hos torskelarvene måles som økning i vekt mellom to tidspunkt. Vanligvis benyttes vekt av larver som er tørket ved 60 °C i 24 timer (tørrvekt), men for å veie de små

tørkede torskeelarvene kreves avansert apparatur. Ved hjelp av følgende ligning kan tørrvekt (TV) omtrentlig bestemmes fra torskeelarvenes lengde (SL) før metamorfose:

$$1) \quad TV = 0,000366 * SL^{3,5914} \quad (\text{mg})$$

Lengden (mm) måles fra snutespiss til enden av ryggstrengen (fig. 5.4d), og den beregnede tørrvekten benevnes med mg. Til dette benyttes et binokular med målestreker (måleokular). Sammenhengen mellom tørrvekt og lengde i ligning (1) er også vist i tabell 5.1. Vanlig prosedyre er å plukke ut 10 til 20 tilfeldige larver, måle lengdene og beregne tørrvekten for disse ved hjelp av ligning (1). Deretter beregnes gjennomsnittet av tørrvektene. Vær oppmerksom på at larven kan krympe når den ligger noen minutter under binokularet. Lengden må derfor måles så hurtig som mulig. Hvis dette gjøres to ganger ukentlig kan gjennomsnittet av tørrvekten plottes inn i et diagram slik at det lages en vekstkurve (fig. 5.5). Spesifikk vekstrate (SVR) kan da beregnes mellom to målinger fra følgende ligning:

$$2) \quad SVR = (e^g - 1) * 100 \quad (\%)$$

der g er gitt ved ligningen:

$$3) \quad g = \frac{\ln TV_2 - \ln TV_1}{t_2 - t_1}$$

Tallet "2" betyr den siste målingen, og "1" betyr den forrige målingen. TV_2 og TV_1 er da tørrvekt ved henholdsvis tidspunkt t_2 og t_1 , og ln er den naturlige logaritmen (den naturlige logaritmen til et tall kan beregnes på de fleste kalkulatorer). Hvis tidspunktene angis som dager etter klekking, vil SVR være den daglige vektøkning i prosent av larvens egen vekt i perioden fra t_1 til t_2 . Den høyeste SVR som har vært observert for torskeelarver, har vært ca. 20 % vektøkning pr. dag de tre første ukene etter klekking. Hvis temperaturen ikke er under 6°C bør SVR være større enn 8 %.

Tabell 5.1 Gjennomsnittlig vekstrate fra klekking til angitt dag beregnet ut fra larvenes observerte størrelse (lengde). Vekt er beregnet fra observert lengde ved hjelp av ligning (1). Kun realistiske verdier for vekstraten (fra 2% til 21%) er beregnet.

Lengde (mm)	Vekt (mg)	Gjennomsnittlig vekstrate (%) fra første næringsopptak til dag:									
		10	12	15	20	25	30	40	50	60	
5,0	0,119	13,2	10,1	7,5	5,2	4,0	3,3	2,4	--	--	
5,5	0,167	18,8	14,3	10,6	7,4	5,6	4,6	3,3	2,6	2,1	
6,0	0,228	--	18,4	13,5	9,3	7,1	5,8	4,2	3,3	2,7	
6,5	0,304	--	--	16,2	11,4	8,6	6,9	5,0	3,9	3,2	
7,0	0,397	--	--	18,8	13,0	9,9	8,0	5,8	4,5	3,7	
7,5	0,508	--	--	--	14,6	11,1	9,0	6,5	5,1	4,2	
8,0	0,641	--	--	--	16,2	12,3	9,9	7,1	5,6	4,6	
8,5	0,797	--	--	--	17,7	13,4	10,8	7,8	6,1	5,0	
9,0	0,978	--	--	--	19,1	14,5	11,6	8,4	6,5	5,4	
9,5	1,118	--	--	--	20,1	15,2	12,2	8,8	6,8	5,6	
10,0	1,429	--	--	--	--	16,5	13,2	9,5	7,4	6,1	
11,0	2,012	--	--	--	--	18,3	14,7	10,5	8,2	6,7	
12,0	2,749	--	--	--	--	20,0	16,0	11,4	8,9	7,3	
14,0	4,783	--	--	--	--	--	18,4	13,1	10,2	8,3	
16,0	7,726	--	--	--	--	--	20,5	14,6	11,3	9,2	
18,0	11,794	--	--	--	--	--	--	15,9	12,3	10,1	
20,0	17,219	--	--	--	--	--	--	17,1	13,2	10,8	
25,0	38,375	--	--	--	--	--	--	19,7	15,2	12,4	
30,0	73,861	--	--	--	--	--	--	--	16,8	13,7	

Vekstraten kan beregnes som beskrevet ovenfor fra ligning (1) og (2) etter at larvenes størrelse er kjent ved to ulike tidspunkt. Den gjennomsnittlige vekstraten fra *første næringsopptak* (dag 3 etter klekking) til et vilkårlig tidspunkt kan også leses av fra tabell 5.1 når larvenes størrelse (lengde) er målt ved dette tidspunktet. I tabell 5.1 kan vekstraten f.eks. avleses som 12,3% hvis larvenes lengde måles til 8 mm på dag 25. Hvis 11 mm måles på dag 33 vil vekstraten være mellom 14,7% og 10,5%, men den vil være nærmest 14,7%.

Tabell 5.2 Daglig energibehov (Joule) pr. torskelarve beregnet for ulike vekstrater (SVR) ved 7°C og 10°C.

Alder (dager)	7°C			10°C		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
4	0,40	0,71	1,02	0,50	0,81	1,13
6	0,43	0,82	1,27	0,54	0,93	1,39
8	0,46	0,95	1,56	0,58	1,07	1,70
10	0,50	1,09	1,90	0,61	1,22	2,04
12	0,53	1,24	2,29	0,66	1,38	2,44
14	0,57	1,41	2,74	0,70	1,57	2,91
16	0,62	1,61	3,25	0,75	1,77	3,43
18	0,66	1,82	3,87	0,80	1,97	4,06
20	0,70	2,04	4,62	0,84	2,21	4,82
22	0,75	2,28	5,58	0,90	2,47	5,80
24	0,80	2,57	6,87	0,95	2,77	7,10
26	0,85	2,90	8,58	1,01	3,09	8,84
28	0,91	3,27	10,94	1,07	3,47	11,23
30	0,96	3,71	14,17	1,13	3,92	14,50
32	1,02	4,24	18,57	1,19	4,46	18,93
34	1,09	4,89	24,51	1,26	5,13	24,85
36	1,15	5,68	32,29	1,33	5,93	32,71
38	1,22	6,66	42,59	1,40	6,93	43,05
40	1,30	7,88	56,10	1,48	8,17	56,68
42	1,37	9,39	74,02	1,56	9,71	74,64
44	1,45	11,26	97,58	1,65	11,62	98,41
46	1,54	13,54	128,92	1,75	13,93	129,68
48	1,64	16,32	170,15	1,84	16,74	170,94
50	1,74	19,68	224,60	1,95	20,14	225,38
52	1,85	23,75	296,50	2,06	24,24	297,24

Det daglige matbehovet hos torskelarvene er avhengig av temperaturen, vekstraten (SVR) og larvenes størrelse. Tabell 5.2 gir en oversikt over en torskelarves daglige energibehov for ulike vekstrater ved henholdsvis 7°C og 10°C. Ved å gange disse verdiene med det estimerte antall av overlevende larver vil det totale daglige energibehovet for hele larvepopulasjonen i anlegget kunne beregnes.

Hvordan kan så energimengden i fôret (planktonet) beregnes? Det kalkulerede matbehovet fra tabell 5.2 kan sammenlignes med den energimengde som utgjøres av de aktuelle byttedyrene som samles inn. Ved håvtrekk i sjøen (eller pollen) kan byttedyrtetthet og typer bestemmes. Hvis plankton samles inn med et planktonfilter til torskelarver i poser, kan det tas en prøve direkte fra filteret. Planktonet identifiseres i et binokular ved 25 til 50 gangers forstørrelse. Tabell 5.3 gir en svært forenklet fremstilling av de viktigste byttedyrtyper og deres innhold av energi pr. individ. Etter at planktonprøven er identifisert, kan energimengden i antall plankton pr. liter beregnes. Ut fra dette kan det beregnes hvor mye plankton som må fôres daglig når larvepopulasjonens energibehov er beregnet.

Rurlarver (nauplius og cypris) er ikke tatt med i tabell 5.3 til tross for at de ofte forekommer i store mengder etter at torskelarvene klekker. Naupliene til ruren har kraftige horn og en halepigg som gjør at de ikke spises i særlig grad av fiskelarver. Tintinnider er heller ikke med i tabellen fordi disse inneholder så lite energi at larvene ikke ville ha mulighet til å vokse noe særlig. Ved svært dårlige planktonforhold kan allikevel tintinnider være med på å holde larvene i live til konsentrasjonene av annet mer egnet plankton øker (f.eks. nauplier).

Tabell 5.3. Energi-innhold pr. individ av vanlige byttedyrtyper for torskelarver.

Type:	Stadier:	Energi-innhold pr. ind. (Joule)
Store hoppekreps (Raudåte):	nauplier	0,0548
	ungstadier	0,5715
	voksne	3,4741
Andre små hoppekrepsarter:	nauplier	0,0054
	ungstadier	0,0377
	voksne	0,3709
Vannlopper:		0,0607
Børstemark-larver:		1,0634
Hjuldyr:		0,0033

Hvis torskelarvene drettes opp i et system hvor byttedyrene må tilføres, er det v.h.a. tabell 5.1, 5.2 og 5.3 mulig å beregne om fôringen er tilstrekkelig. Tilførsel av byttedyr skjer ved en *intensiv* eller en *semi-intensiv* yngelproduksjon.

Begrepene intensiv og ekstensiv produksjon trenger en nærmere definisjon. En *ekstensiv produksjon* er en produksjon der det ikke vil være nødvendig å tilføre næringsorganismer for den eller de organismene vi ønsker å produsere i systemet. Næringsorganismene sies derfor å ha en netto egenproduksjon i systemet. For en *intensiv produksjon* vil det være nødvendig å tilføre næringsorganismer, enten fordi vannutskiftingen er stor eller fordi tettheten av oppdrettsorganismen er så høy at næringsorganismene beites ned. I et slikt system vil det ikke være noen netto egenproduksjon av næringsorganismer, og dette innebærer at byttedyr må tilføres til systemet.

I tillegg til at produksjonen av torskelarver kan være ekstensiv eller intensiv, så kan også produksjonen av dyreplanktonet (byttedyrene) være ekstensiv eller intensiv. I tabell 5.4 er det gitt en oversikt over de forskjellige metodene for å produsere både fiskeyngel og deres byttedyr. Ekstensiv produksjon av byttedyr betyr at dyreplanktonet lever av en netto algeproduksjon i systemet. Dette vil være tilfelle hvis naturlig dyreplankton dyrkes i en poll. Hvis alger må tilføres vil det være en intensiv produksjon av byttedyr. Dette skjer ved kultivering av hjuldyr (*Brachionus plicatilis*) og saltkreps (*Artemia salina*). Oppdrett av marin fiskeyngel i poser kalles ofte for *semi-intensiv produksjon* fordi poseoppdrett er en kombinasjon av *ekstensiv* byttedyrproduksjon og *intensiv* fiske-larveproduksjon.

Tabell 5.4 Oversikt over forskjellige produksjonsmetoder for marin fiskeyngel og byttedyr. Arter som er nevnt i parentes har ikke vært prøvd i kommersiell produksjon ved den aktuelle metoden. Volumer og tettheter som er oppgitt er typiske verdier så langt som metodene er utviklet i dag.

METODE	PRODUKSJON AV FISKEYNGEL	PRODUKSJON AV DYREPLANKTON
Intensiv	Kar, innendørs, 1-15 m ³ .	Kar, innendørs, 0,2-2 m ³ .
	Mer enn 5 larver pr.liter.	100-300 dyr pr.liter.
	Piggvar, havabbor, gullbasse, (torsk, kveite).	Hjuldyr og saltkrepes.
	Kultiverte byttedyr må tilføres, høy tetthet (1.000-5.000 dyr pr. liter).	Kultiverte alger og gjær benyttes som fôr.
Semi-intensiv	Kar eller poser, utendørs, 50-1.000 m ³ .	
	0,2-5 larver pr.liter.	
	Piggvar, torsk, (kveite).	
	Tilførsel av ekstensivt produserte byttedyr samlet fra en poll eller direkte fra sjøen, middels tetthet (100-500 dyr pr. liter).	
Ekstensiv	Poller eller basseng, 20.000-250.000 m ³ .	Poller eller basseng, 1.000-250.000 m ³ .
	0,01-0,1 larver pr.liter.	10-1.000 dyr pr.liter.
	Torsk, (piggvar).	Naturlig plankton som hjuldyr, nauplier og eldre stadier av hoppekrepes.
	Byttedyr produseres naturlig i systemet, (0,1-20 dyr pr.liter)	Alger produseres naturlig i systemet, men algeproduksjonen styres ved tilførsel av næringssalt og omrøring.

5.2 Pollmetoden

5.2.1 Polldrift i larve- og tidlig yngelfase

Geir Blom

Innledning

Bakgrunnen for å benytte poll/basseng til yngelproduksjon av torsk, er at larvene tilbys et miljø og et planktonsamfunn som er mest mulig likt det som finnes i naturen. Dette kapittelet vil ta for seg drift av pollen fra utsetting av larvene og frem til yngelen er stor nok til å ta til seg formulert fôr. Det er denne fasen som bestemmer pollers produksjonspotensiale. Datagrunnlaget er basert på erfaringer fra 6 poller i Sør-Norge (se tabell 5.5).

Produksjonspotensialet for torskeyngel i en poll kan defineres som det antall yngel som er i live 60-90 dager etter at torsken ble satt ut som nyklekte larver. Torskeyngelen vil da ha en lengde og våtvekt på henholdsvis 3-5 cm og 0,2-1,0 g, og vil ved denne størrelsen være i stand til å overleve på formulert fôr (mykfôr eller tørrfôr).

Tabell 5.5 Oversikt over ulike pollers gjennomsnittsdyp, maksimumsdyp, areal og volum.

Poll	Gj.sn. dyp (m)	Maks. dyp (m)	Areal (m ²)	Volum (m ³)
Hyltrollen	2,7	5,8	22 000	60 000
Kvernapollen	10,3	20,0	155 000	1 600 000
Parisvatnet	5,5	9,0	48 950	270 000
Selvågpollen	7,3	16,0	70 000	510 000
Svartatjønn	2,3	5,0	10 000	23 000
Tunsbergpollen	4,1	9,0	60 000	245 000

Rotenonbehandling

En årssyklus i en torskepoll avsluttes med rotenonbehandling, og innleder samtidig en ny årssyklus. Rotenon blir brukt til utrydding av uønsket fisk. Konsentrasjonen bør være mellom 0,5-1,0 mg pr. liter (ppm). Før rotenonbehandlingen tar til må pollens demning(er) stenges ved **lavvann** og dypvannspumpen slås av slik at rotenon ikke kan sive ut av pollen. Rotenonbehandlingen foregår ved at man blander rotenon og sjøvann i et kar, og blandingen blir fordelt over hele pollen. Det er viktig at rotenonblandingen blir godt fordelt både vertikalt og horisontalt i pollen. Tidspunktet for rotenonbehandlingen er viktig, da nedbrytingen av rotenon er temperaturavhengig. Rotenonbehandlingen bør gjennomføres sent på høsten (november), da sjøvannstemperaturen normalt er mellom 7-10 °C. Rotenonen blir da brutt ned i løpet av 3-4 uker. Det er viktig at døende eller døde fisk blir samlet inn under eller like etter rotenonbehandlingen. Store mengder død fisk som råtner kan ha en uheldig effekt på miljøet i pollen. Rotenon tar også livet av plante- og dyreplankton. Skjell er i stand til å akkumulere rotenon, og østersbestanden som fantes i Parisvatnet før yngelproduksjonen av torsk tok til, døde ut som følge av rotenonbehandlingen i årsskiftet 1986/1987. Forut for rotenonbehandling må tillatelse innhentes fra miljøvernavdelingen i det enkelte fylke eller fra Statens Forurensningstilsyn. Sprengning med dynamitt har også blitt brukt som en metode for å fjerne uønsket fisk fra poller, men det vil trolig ikke ta livet av all fisk som f.eks. ål.

Ca. 1 måned etter rotenonbehandling kan demningen åpnes igjen, og rister settes i. Det bør brukes rister med 4 mm runde hull. Samtidig bør dypvannspumpen startes opp igjen slik at vannutskiftingen blir best mulig etter rotenonbehandlingen.

Forberedelser før utsetting av torskelarver i pollen

1. Eggbehov

Antall torskeegg pr. liter rogn er ca. 500 000. Vanligvis må man regne med en dødelighet frem til klekking på minst 75 % slik at man bør beregne 8-10 liter rogn pr. 1 million larver man klekker ut. Systemer for klekking av torskeegg er nærmere omtalt i kapittel 4.

2. Saltholdighet

Saltholdigheten i pollen bør være minst 31-32 promille, før torskelarvene settes ut. Er vannet ferskere risikerer man at oppdriften til larvene blir for lav, og larvene synker til bunns. De vil da være mer utsatt for beiting fra dyr som lever ved bunnen, og ugunstige miljøforhold i bunnsedimentet.

3. Mordyr

Mengden av voksne hunner og hanner (mordyr) av marine hoppekreps bør overvåkes i tiden før utsetting av torskelarver kan ta til. Eggene som mordyrbestanden produserer, vil gi opphav til en ny generasjon hoppekreps som kan gi et gunstig fødetilbud for torskelarvene. Mordyrene vil samtidig være for store til at de kan spises av nyklekte torskelarver. I Parisvatnet ble det i 1988 registrert tettheter opptil 2100 hoppekreps (mordyr) pr. m³ før torskelarvene ble satt ut.

4. Gjødsling

For å få et best mulig startfôringsmiljø for torskelarvene, er det gunstig å gjødse pollen før larvene blir satt ut. Gjødslingen bør utføres 7-10 dager før larveutsettingen. I Parisvatnet ble det i 1988 og 1989 benyttet 300 kg fullgjødse (21-4-10) med silikat hvert av årene. Fremgangsmåten for gjødslingen er at 50 kg fullgjødse om gangen blir løst opp i et 1000 l kar i ferskvann fortrinnsvis, og blandingen spres utover hele pollen. Gjødslingen vil gi en økt produksjon av planteplankton som igjen vil gi en økt produksjon av dyreplankton. Det er også påvist at torskelarver ofte spiser planteplankton ved første næringsopptak.

5. Stengning av demning og pumpe

Like før torskelarvene er klare til utsetting, stenges pollen helt og dypvannspumpen stoppes. Torskelarvene blir satt ut i stagnerende vannmasser, og skal da vokse og overleve på den naturlige produksjonen av plankton i pollen.

Utsetting av torskelarver

Flere viktige problemstillinger dukker opp i forbindelse med torskeutsettingen:

1. Når bør utsetting av torskelarver foretas i pollen?
2. Hvilken utsettingsstrategi skal man velge?
 - a) Skal utsettingen bestå av torskeegg like før klekking eller ferdigklekte torskelarver?
 - b) Skal man basere utsettingen på flere larvegrupper, eller skal man basere utsettingen på en stor larvegruppe?
3. Hvor mange torskeegg eller larver bør man sette ut i pollen totalt?

1. Utsettingstidspunkt for torskelarver i poll

Tidspunkt for utsetting av torskeegg eller larver har variert mellom ulike pollprodusenter (se tabell 5.6). Tidspunktet for utsetting av første larvegruppe har variert mellom 7. mars og 12. april, med hovedtyngden i tidsrommet 15.-30. mars. Vanligvis gyter torsken på Vestlandet i tidsrommet januar til april, og nyklekte torskelarver vil normalt være tilgjengelig fra slutten av februar til slutten av april.

Tettheten av egnede byttedyr for torskelarver ved første næringsopptak, hovedsakelig hjuldyr og de tidligste stadiene av hoppekreps (nauplier, se kap. 5.1.1), bør helst være høyere enn 5 pr. liter i det utsettingen av torskelarver blir gjort. Tettheten av egnede byttedyr kan være akseptabel selv om våroppblomstringen av planteplankton ikke har tatt til. Imidlertid synes det å være en viktig forutsetning at våroppblomstringen av planteplankton har kommet i gang før larveutsettingen blir gjort fordi dyreplanktonet da vil være inne i en vekstfase. Dette vil være gunstig for torskelarvenes vekst og overlevelse.

Tabell 5.6 Oversikt over dato for første utsetting, antall utsettingsgrupper, total utsettingstetthet av torske-larver, antall torsk til metamorfose og antall yngel innfanget.

År/poll	Dato	Gr.	Antall larver	Tetthet (pr. m ³)	Antall metam.	Yngel innfanget
1980						
Hyltropolen	12.4	1	500 000	8.3	5 000	200
1981						
Hyltropolen	29.3	1	610 000	10.2	50 000	3 000
1982						
Hyltropolen	6.4	1	2 000 000	33.3	20 000	7 000
1983						
Hyltropolen	16.3	5	2 380 000	40.0	750 000	74 000
1984						
Hyltropolen	16.3	6	6 450 000	107.5	700 000	70 000
Svartatjønn	11.4	2	2 000 000	87.0	100 000	30 000
1985						
Hyltropolen	15.3	3	2 185 000	36.4	700 000	110 000
1986						
Hyltropolen	19.3	1	1 200 000	20.0	500 000	50 000
1987						
Hyltropolen	30.3	1	1 800 000	30.0	200 000	60 000
Parisvatnet	8.4	5	7 206 000	26.7	220 000	5 000
Selvågpollen	1.4	2	20 000 000	39.2	2 500 000	150 000
1988						
Kvernapollen	26.3	1	33 000 000	20.6	5 200 000	150 000
Parisvatnet	18.3	5	17 500 000	64.8	700 000	240 000
Selvågpollen	7.3	2	40 000 000	78.4	500 000	30 000
Tunsbergpollen	9.3	1	6 000 000	24.5	1 000 000	80 000
1989						
Hyltropolen	29.3	3	4 000 000	66.7	150 000	78 000
Parisvatnet	16.3	2	16 200 000	60.0	4 955 000	170 000
Selvågpollen	23.3	1	15 000 000	29.4	500 000	55 000
Tunsbergpollen	7.3	1	8 000 000	32.7	1 000 000	200 000

Vanligvis finnes det relativt høye forekomster av maneter i poller, hovedsakelig små arter med en maksimumsstørrelse på 1-2 cm, men også større arter som vanlig glassmanet som kan bli opptil 20 cm i diameter. Manetene er i stand til å fange og spise nyklekte torske-larver. Samtidig vil manetene være næringskonkurrenter til torske-larvene,

da maneter og torskelarver stort sett lever av dyreplankton. Et annet problem som kan dukke opp er at overflaten i pollen kan fryse til etter at larvene er satt ut. Dette kan medføre ugunstige planktonforhold i pollen fordi lystilførselen blir hemmet, og torskelarvene vil vokse dårlig og dødeligheten øke. Risikoen for at pollen kan bli islagt er størst ved en tidlig utsetting av torskelarver f.eks. i siste halvdel av februar eller begynnelsen av mars.

Det vil også være gunstig for torskelarvenes vekst og overlevelse at temperaturen i pollen er høyere enn 5 °C når utsettingene blir gjort, men dette er ingen betingelse.

Konklusjon: Torskelarver har hovedsakelig blitt satt ut i pollsystem mellom 15.-30. mars. Utsetting av torskelarver i poll bør gjøres når tettheten av egnede byttedyr er over 5 pr. liter. Våroppblomstringen av planteplankton bør ha kommet i gang.

2. Utsettingstrategier i poll

a. Utsetting av egg eller larver

Ulike utsettingsstrategier har blitt valgt, og det har blitt satt ut både egg like før klekking og ferdigklekte torskelarver. I Selvågpollen og Tunsbergpollen (Sea Farm A/S) har det blitt satt ut torskeegg like før klekking. I andre poller har det blitt satt ut 2 eller 5 dager gamle torskelarver. Fordelene med utsetting av torskeegg like før klekking er at miljøet for eggene sannsynligvis vil være bedre i pollen enn i en egginkubator. En god del egg kan gå tapt i klekkefasen fordi frigjøring av eggeskallet skaper grobunn for høy bakterievekst. Ulempene med utsetting av torskeegg like før klekking er at eggene kan bli skylt på land ved sterk vind like etter utsetting. Eggene er også mer utsatt for beiting fra maneter og krepsdyr. Ut fra dette kan det være vanskelig å forutsi hvor stor andel av eggene som vil klekke som larver i pollen. En to dager gammel torskelarve vil ha funksjonelle øyne slik at de er i stand til å se eventuelle fiender, men bevegelsesevnen er dårlig. Imidlertid er ikke torskelarven i stand til å ta til seg mat på dette tidspunktet

fordi munnen ikke er skikkelig utviklet. En 2 dager gammel torskelarve har en stor plommesekk og god flyteevne slik at den er mindre utsatt for bunnsynking. Tap av larver i inkubatorene frem til 2 dager etter klekking kan være et problem. Innkjøp av ferdigklekte torskelarver (1-2 øre stk.) vil være kostbart for oppdrettere som ikke har bygget eget klekkeri sammenlignet med kjøp av egg like før klekking (3000-4000 kr. pr. liter). Torskelarver ved denne alderen kan være utsatt for kraftig beiting fra maneter og krepsdyr de første dagene etter utsetting i poll.

Utsetting av 5 dager gamle torskelarver ble benyttet i Hyltropol-prosjektet i Austevoll i årene 1980-1987. Fordelene ved så gamle larver er at larvene har både funksjonelle øyne og munn. Dermed vil larvene være i stand til å ta til seg mat straks de har blitt sluppet ut i pollen. Evnen til å unnsnippe fiender vil være bedre utviklet enn hos en nyklekket larve fordi svømmeevnen er bedre. Ulemper ved bruk av 5 dager gamle torskelarver er at de er mer utsatt for bunnsynking fordi flyteevnen er dårligere enn hos yngre torskelarver, og oppdrettere som har klekkeri må regne med et betydelig tap av larver frem til de er 5 dager gamle.

b. Utsetting av én eller flere larvegrupper i poll

Både utsetting av én stor larvegruppe eller flere små larvegrupper har blitt prøvd i poll (se tabell 5.6). Utsetting av flere små larvegrupper har blitt mest benyttet hovedsakelig pga. dårlig tilgang på torskelarver. Larvegruppene har blitt satt ut over en periode på opptil 1 måned. Flere utsettingsgrupper gjør det vanskelig å skille mellom ulike grupper. Utsetting av flere larvegrupper over en lengre tidsperiode kan også resultere i omfattende kannibalisme på et senere tidspunkt pga. stor størrelsesvariasjon blant torsken. Ved bruk av flere larvegrupper er det mindre sannsynlig at alle larvene vil møte ugunstige forhold, og det kan være fordelaktig for å hemme oppblomstring av maneter i pollen. Det har blitt oppnådd gode produksjonsresultat av torskeyngel i poller ved utsetting av flere larvegrupper (se tabell 5.6). Imidlertid bør den første larvegruppen være relativt stor (10-20 larver pr. m³) fordi denne gruppen vanligvis har den beste overlevelsen.

Utsetting av én stor larvegruppe ble prøvd i Hyltropolen i 1986 og 1987, og i Tunsbergpollen i 1988 og 1989. Utsetting av én larvegruppe vil føre til mindre størrelses-spredning blant torskelarvene etter hvert som de vokser, og dermed redusert mulighet for kannibalisme på et senere tidspunkt. Hvis vekstforholdene er gunstige for den store larvegruppen etter utsetting, kan man forvente en høy overlevelse. Ved ugunstige vekst- og overlevelsesforhold kan det bli nødvendig med flere utsettinger.

Konklusjon: Det bør helst settes ut én stor gruppe med 1-2 dager gamle torskelarver i poll.

3. Totalt antall torskeegg eller -larver man bør sette ut i en poll

Utsettingstettheten av torskelarver i de ulike pollene har variert mellom 8-33 larver pr. m³ ved utsetting av en stor larvegruppe mens den har variert mellom 27-108 larver pr. m³ ved utsetting av 2-6 larvegrupper (tabell 5.6). Optimal utsettingstetthet et år vil være vanskelig å angi eksakt fordi torskelarvenes vekst- og dødelighetsmønster vil variere i fra år til år. Mengden av byttedyr, temperaturutviklingen i pollen og forekomst av predatorer i pollen vil være viktige faktorer som vil bestemme vekst- og overlevelsesmønsteret til torskelarvene.

Konklusjon: En utsettingstetthet på 20-30 larver pr. m³ er passende hvis man kun bruker en stor larvegruppe. Bruker man flere larvegrupper, bør samlet utsettingstetthet av torskelarver være noe høyere, 30-50 larver pr. m³.

Prøvetakingsprogram etter utsetting

For å kontrollere at torskelarvene som er blitt satt ut i pollen er normale dvs. høy overlevelse frem til dag 15 etter klekking, er det vanlig å ta ut en kontrollgruppe på 100 larver som oppbevares i 1 l sjøvann i kjøleskap ved ca. 5 °C. Sultgruppen bør kontrolleres daglig, og døde larver fjernes med en pipette.

Målinger av hydrografiske forhold (temperatur, saltholdighet, og oksygeninnhold) bør tas ukentlig i flere dyp i pollen. Vannhentere og direkte avlesingsinstrument er vanlig å bruke til dette formålet.

Prøvetaking av dyreplankton og torskelarver bør utføres én gang pr. uke. Det kan benyttes en vannhenter, pumpe eller håv for å ta prøver av dyreplankton. Prøvene filtreres gjennom planktonduk med maskevidde fra 30-80 μm hvis man er interessert i se på småformer av dyreplankton (0,1-0,6 mm) som nauplier av hoppekreps eller hjuldyr, og planktonduk med maskevidde fra 250-500 μm benyttes hvis man skal se på stort dyreplankton (0,6-4,0 mm) som f. eks. eldre stadier av hoppekreps. Til prøvetaking av torskelarver har det vært vanlig å benytte en to-kammer håv (fig. 5.6) med et åpningsareal fra 0,1-0,3 m^2 og maskevidde 250-350 μm . Horisontale håvtrekk (ca: 60 m lengde) har blitt tatt i flere dyp i pollen ved nattestid fordi torskelarvene da står mer jevnt fordelt i vannsøylen. Prøver av dyreplankton og fiskelarver konserveres i 4 % nøytralisert formalin eller i sprit (minst 70 %). Telling av dyreplankton og fiskelarver gjøres vha. en lupe, for å kunne beregne bestandsantall. Torskelarvenes vekst kan beregnes ved å måle lengde- og vektøkning i et gitt tidsintervall (se kap. 5.1.2). Undersøkelse av torskelarvenes tarminnhold ved jevne mellomrom, er også viktig for å vurdere næringstilgangen.

Målinger fra poll

1. Hydrografi

Fig. 5.7 viser målinger av temperatur, saltholdighet og oksygenmetning i Parisvatnet frem til 80 dager etter utsetting i 1988. Temperaturen kan øke med 7-10 °C i løpet av denne perioden. Saltholdigheten er normalt over 30 promille ved utsetting, men pga. ferskvannstilrenning i tiden demningen er stengt vil saltholdigheten synke i overflatelaget. Torskebestandens totale oksygenforbruk er lavt gjennom larveperioden, og oksygenforholdene i en poll vil normalt være gode.

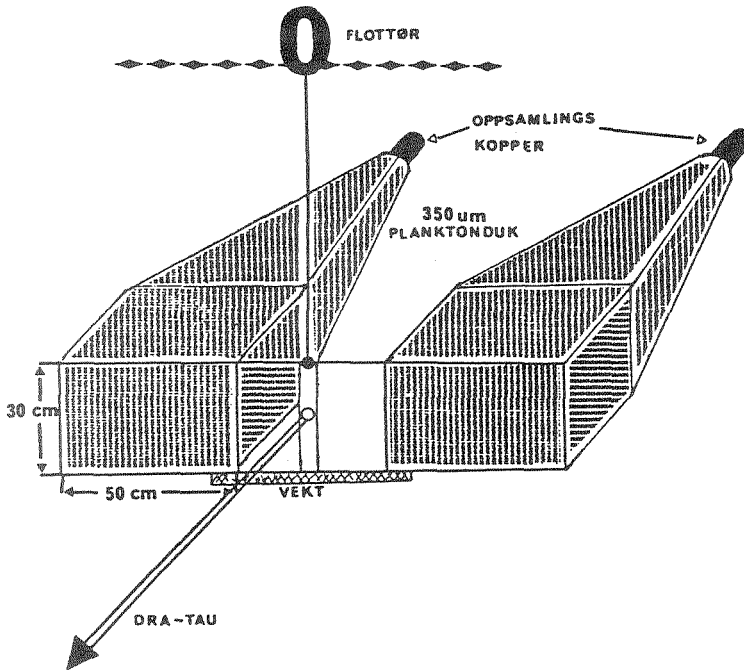


Fig. 5.6 Skisse av tokammerhåv brukt til innsamling av torskelarver og store dyreplankton i poll.

2. Dyreplankton

Tettheter av små og store dyreplanktonformer som er viktige byttedyr for torsken i ulike pollsystem, samt forekomsten av maneter er vist i fig. 5.8. Normalt er tettheten av små dyreplanktonformer over 5 byttedyr pr. liter. De tidligste stadiene av hoppekreps (nauplier) og hjuldyr er vanligvis mest tallrike blant smått dyreplankton. Vanligvis vil tettheten av stort dyreplankton øke etter at torskelarvene er satt ut. Etter at torskelarvene har nådd metamorfose vil bestanden av stort dyreplankton være utsatt for kraftig beitepress, og bestanden kan plutselig bryte sammen. Tettheten av maneter kan komme opp i flere hundre individ pr. m^3 i pollsystem. Når torskelarvenes hoveddiett er

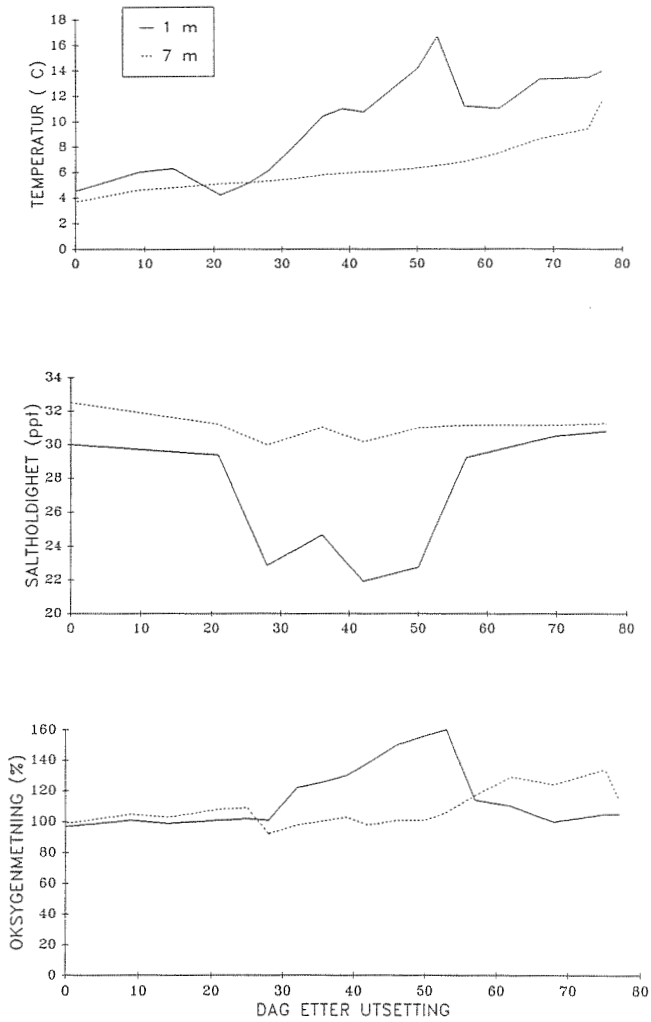


Fig. 5.7 Temperatur, saltholdighet og oksygenmetning fram til 80 dager etter utsetting av torskelarver. Målingene er fra Parisvannet i 1988.

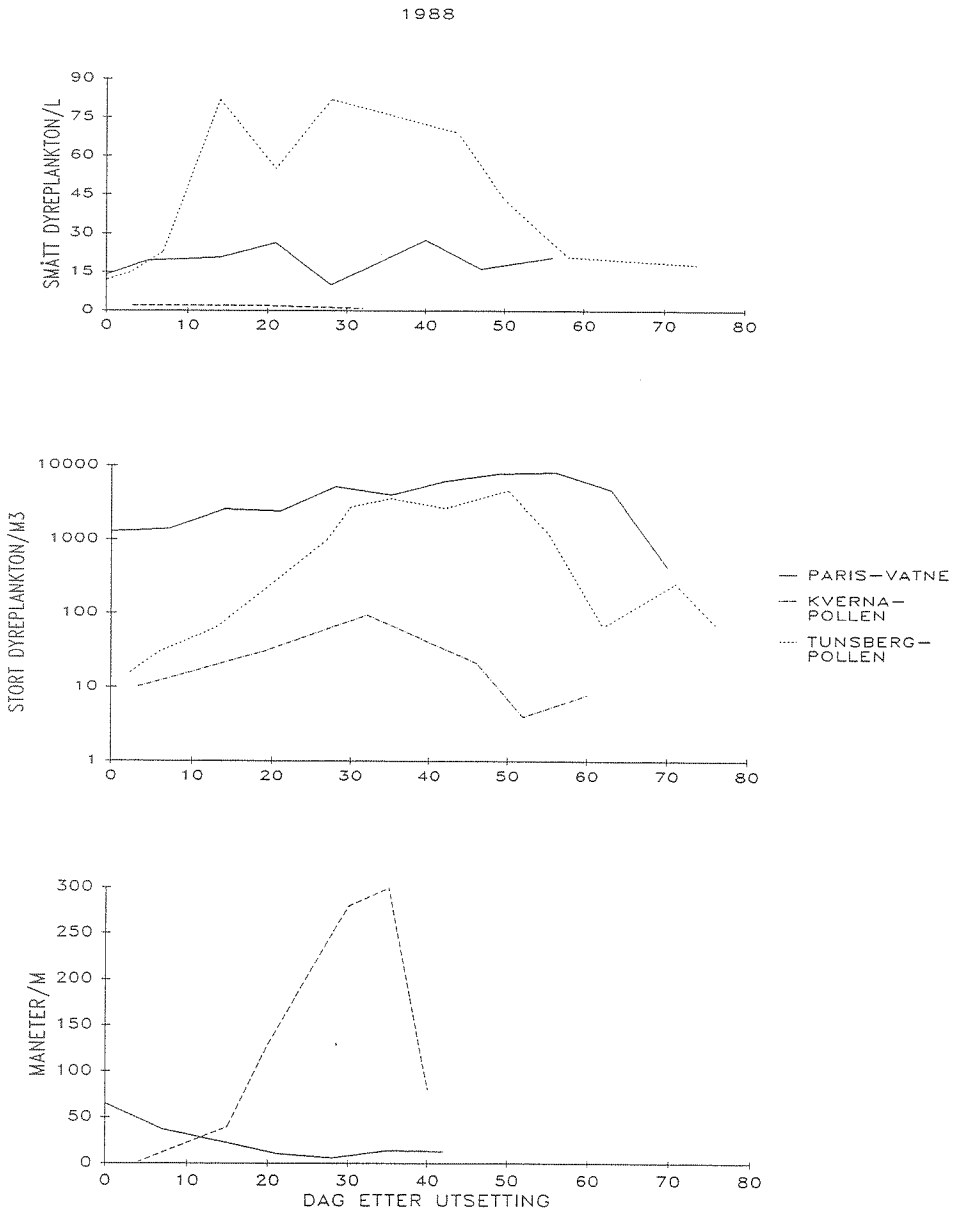


Fig. 5.8 Tettheter av små og store former av dyreplankton som er potensielle byttedyr for torsk, samt tettheten av maneter i forskjellige poller i 1988.

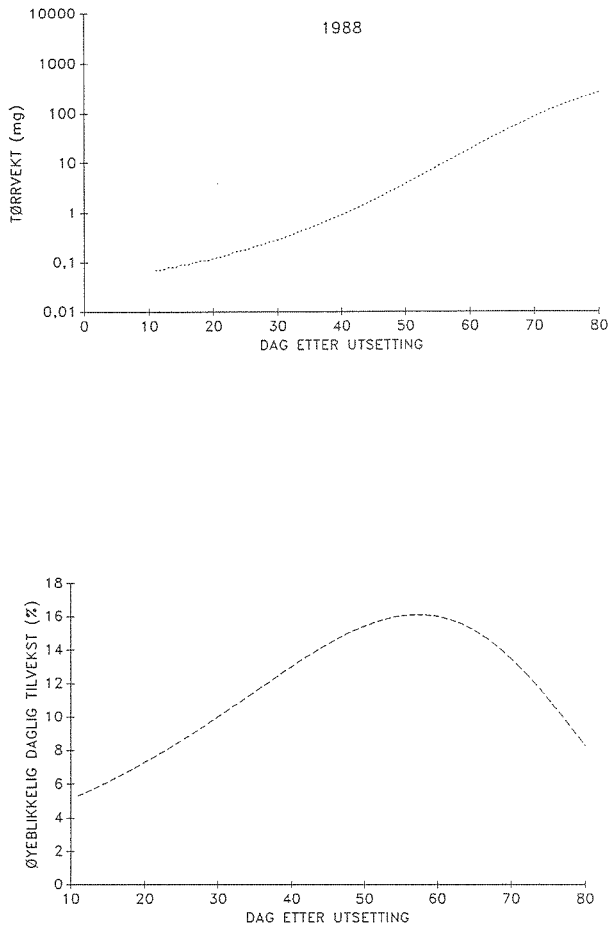


Fig. 5.9 Torskens tørrvektutvikling samt øyeblikkelige daglige tilvekstrate inntil 80 dager etter utsetting. Data fra Parisvannet i 1988.

smått dyreplankton, regnes byttedyrtettheter under 5 pr. liter som kritiske, dvs. at torskelarvene har et så dårlig mattilbud at de ikke kan overleve og vokse normalt. Består torskelarvenes hoveddiett av stort dyreplankton, regnes tettheter av byttedyr under 100 pr. m^3 som kritiske.

3. Torskelarvenes vekst og overlevelse i poll

Torskelarvenes vekst og overlevelse i poll vil være avhengig av tilgangen på byttedyr, temperaturutviklingen i pollen, og forekomsten av fiender (maneter og ulike krepsdyr). Fig. 5.9 viser torskens vektutvikling og øyeblikkelig daglig tilvekst (g) (se kap. 5.1.) i Parisvatnet i 1988 frem til 80 dager etter utsetting. Metamorfose inntrer ved en tørrvekt på 1-2 mg (ca. 35-45 dager etter utsetting), og vekten øker til 40-

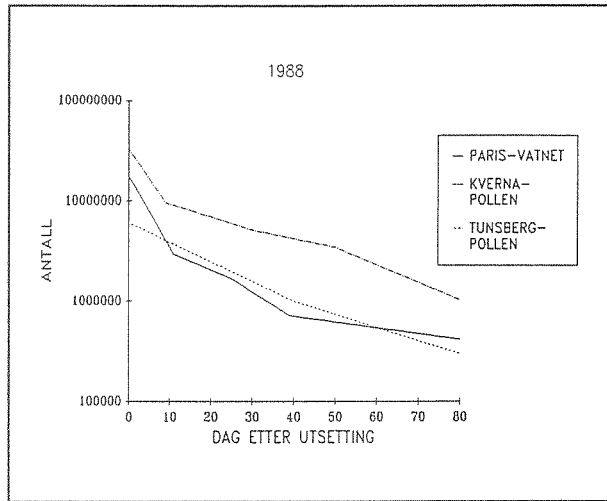


Fig. 5.10 Overlevelseskurver for torsk fra ulike poller fram til 80 dager etter utsetting.

200 mg tørrvekt ca. 60-90 dager etter utsetting. Den daglige tilveksten kan nå verdier på opptil 20 % pr. dag. Overlevelseskurver for torsk frem til 80 dager etter utsetting er vist i Fig. 5.10. Larvenes dødelighet kan være høy de første 14 dagene etter utsetting med dødelighetsrater opptil 15 % pr. dag, og skyldes først og fremst beiting fra maneter og ulike krepsdyr som finnes i pollen. Dårlige larvegrupper samt mye stygt vær med sterk vind like etter utsetting kan også redusere larvebestanden de første dagene. Dødeligheten i torskebestanden stabiliseres etterhvert. Imidlertid kan små forandringer i dødeligheten på torsk etter metamorfose ha stor betydning for hvor stor produksjonen av torskeyngel vil bli i pollen. For å sikre høy overlevelse etter metamorfose, er god tilgang på stort dyreplankton de 3-5 påfølgende ukene etter metamorfose svært viktig. Dette er illustrert i fig. 5.11 der beregnet daglig matinntak for torskebestanden i Parisvatnet i 1988, basert på en lignende modell for matinntak som skissert i kap. 5.1., er sammenlignet med bestanden av dyreplankton i pollen. Bestanden av både små og store dyreplanktonformer var stor nok til å dekke matbehovet til torskebestanden i pollen til ca. 70 dager etter utsetting. Torsken hadde da nådd en slik størrelse (lengde: 3,5 cm; våtvekt: 0,4 g) at den var i stand til å overleve på formulert fôr.

Konklusjon: Mangel på dyreplankton i tiden etter metamorfose kan føre til betydelig reduksjon i torskebestanden som følge av kannibalisme. Det er viktig å tilføre dyreplankton til pollen hvis pollens naturlige planktonbestand blir tidlig nedbeitet.

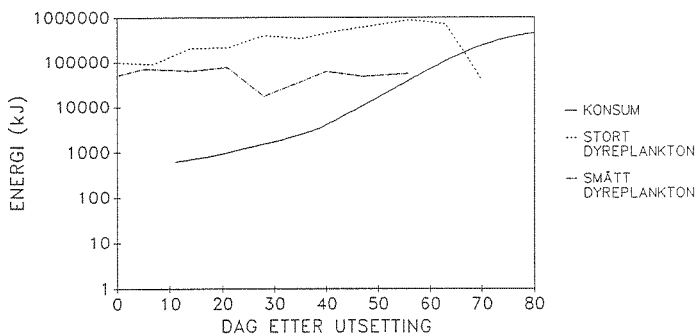


Fig. 5.11 Torskens energi-inntak sammenlignet med mengden av små og store former av dyreplankton i energi-enheter fram til 80 dager etter utsetting. Data fra Parisvannet i 1988.

Hvordan kan en skaffe nok dyreplankton

Mattilbudet kan forbedres ved å åpne demningen og sette inn rister (1 mm runde hull) slik at man får tilførsel av planktonrikt tidevann. Imidlertid kan en tidlig åpning av demningen medføre at den lille torskeyngelen ikke klarer å motstå vannstrømmen ved utgående tidevann og blir skvist på ristene. Dyreplankton kan samles inn fra sjøen utenfor pollen vha. pumpe eller trål, og tilføres pollen. Torsken må også tilbys formulert fôr (tørrfôr) fra den har nådd metamorfose. For å sikre best mulig fordeling av tørrfôret i pollen, bør man føre på flere plasser i pollen. Daglig tilbudt tørrfôrmengde bør overstige det daglige matbehovet til torskebestanden.

Konklusjon: Produksjonspotensiale av torskeyngel i en poll synes å bli lagt i løpet av de første 2-3 månedene etter at torsken blir satt ut som nyklekte larver. Spesielt synes det som om tilstrekkelig tilgang på dyreplankton i tidsrommet fra torskelarvene har nådd metamorfose til de er i stand til å overleve på formulert fôr (en periode på ca. 1 måned) er viktig for å sikre en vellykket produksjon av torskeyngel i en poll.

STRATEGI FOR PRODUKSJON AV TORSKEYNGEL I POLL FØR UTSETTING

- * Tidlig rotenonbehandling (november måned);
rotenonkonsentrasjon $\approx 0,75$ ppm
- * Overvåke bestanden av smått og stort dyreplankton
- * Gjødsling av pollen; konsentrasjon 1 ppm

UTSETTING

- * Våroppblomstringen må ha kommet i gang.
- * Tettheten av egnede byttedyr bør minst være 5 pr. liter
- * Utsetting av én stor larvegruppe; 30-40 larver pr. m³
(1-2 dager etter klekking)

OVERVÅKING (minst 1 gang pr. uke)

- * Hydrografi; temperatur, salt- og oksygeninnhold
- * Planktontetthet; smått og stort dyreplankton
- * Torskelarver; antallsestimat, vekst- og lengdemåling og tarminnhold

METAMORFOSE/ETTER METAMORFOSE

- * Tilførsel av stort dyreplankton
- * Tilbud av formulert fôr fra mange automater

INNFANGING

- * Fra 1 g våtvekt
- * Tidlig vaksinerings
- * Vibriosekontroll

5.2.2 Erfaringer med oppdrett av torskeyngel i poller i Sør-Norge

Arild Folkvord, Helge Botnen og Per Gunnar Kvenseth

Innledning

For å kunne produsere et tilfredsstillende antall torskeyngel i en poll, er det nødvendig at startfôringen på naturlig plankton har vært noenlunde vellykket. Faktorer som innvirker på startfôringen og antall larver som overlever frem til metamorfose (definert som overgangen fra larve til yngel ved ca. 12 mm lengde) er beskrevet i et tidligere kapittel 5.2.1.

En høy overlevelse av torskelarver frem til metamorfose er imidlertid i seg selv ikke nok til å sikre et godt resultat. Dette kapitlet tar for seg en del av de faktorene som er viktig i perioden fra metamorfose frem til at yngelen kan plasseres i en oppdrettsnot og matfiskoppdrettet kan begynne.

Vekst og overlevelse

I pollene i Sør-Norge vil torskelarvene metamorfosere rundt månedsskiftet april/mai. I perioden etter metamorfosen (ca. 40 dager etter utsetting) vil torsken øke vekten med 10-17 % per dag hvis den får nok mat. Det medfører at den fordobler vekten i løpet av 4-7 dager og raskt vil ha behov for plankton utover det som produseres i pollen. Ved å sette inn rister i demningen kan en få tilført mer plankton utenfra. Tidspunktet når en bør sette rister i demningen avhenger både av yngelens størrelse og av mattilgangen inne i pollen, men finner vanligvis sted i første halvdel av mai. Er yngelen mindre enn 2-3 cm vil den risikere å bli klistret på risten i demningen pga av for høy vannhastighet gjennom risten. For å få utnyttet tidevannet best mulig kan det være ønskelig med to rister med f.eks. 3 mm og 8 mm perforeringer. I løpet av mai vil dyreplanktonet (raudåta) som kommer inn gjennom ristene i demningen som regel være hovednæringskilden til torsken. Ofte vil en kunne observere store stimer av torskeyngel som beiter i vannet som kommer inn i pollen. I tillegg vil en kunne observere ca. 1 mm tykke

lyserøde "pellets" som flyter i overflaten. Det er avføring fra torskeyngel som har spist raudåte.

Veksten hos torskeyngelen om sommeren er også meget bra. Figur 5.12 viser et eksempel på en vekstkurve fra Hyltropolen i Austevoll. Det tar litt over 100 dager å øke vekten 1000 ganger fra metamorfose i april/mai da den er nesten 0,01 gram våtvekt til slutten av august da den er over 10 gram. En torsk på 10 gram vil ha behov for ca. 200 ganger så mye mat som en yngel på 0,01 gram.

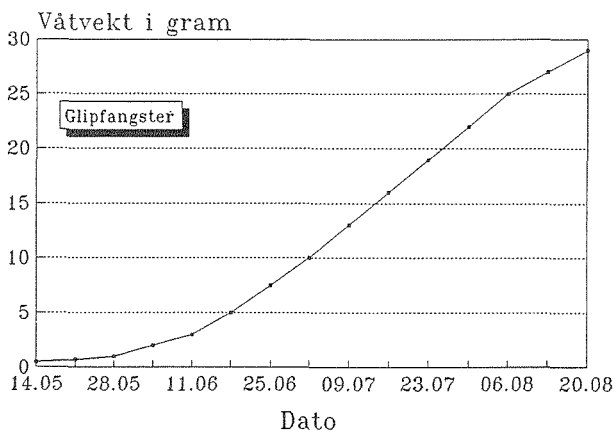


Fig. 5.12 Skjematisert vekst hos torskeyngel i Hyltropolen i 1985. Vanligvis vil gjennomsnittsvektene variere mer enn det som er vist her.

Overlevelsen i yngelstadiet i pollene har ikke alltid vært like imponerende. Tabell 5.7 viser at kun 2-34 % av den metamorfoserte yngelen er blitt fanget inn. Av innfanget yngel har opptil 50 % dødd før yngelen var av salgbar kvalitet (over 10 gram, vaksinert og førtilvendt). På den annen side er det eksempler der "bare" 15 % av yngelen er mistet etter innfangning. Det betyr at det er mulig med dagens teknologi å få frem nærmere 30 % av yngelen som metamorfoserer frem til salgbar vare.

Som nevnt innledningsvis er det ikke sikkert at et høyt antall ved metamorfose gir et godt sluttresultat. Det er to eksempler på at et høyt antall ved metamorfose (4 mill. og 4,5 mill.) resulterte i høyere dødelighet enn normalt. Kun 3-4 % overlevde frem til innhøsting og det var forholdsvis høy dødelighet fra innhøsting til salgbar vare (24-33 %).

Tabell 5.7 Resultater fra yngelproduksjon i de viktigste pollene i Sør-Norge. Høstet antall refererer til antall yngel tatt opp av pollen. Antall salgbar yngel er antall tørrfôrtilvendte, vaksinerte yngel over 10 gram klar for levering. Yngel fra Hyltropolen har i de fleste år inngått i en rekke forsøk og antall salgbar yngel er derfor ikke oppført. Et forsiktig estimat skulle tilsi at 70 % av yngelen ville vært salgbar, og de tallene er inkludert i summen av antall salgbare yngel.

Lokalitet	År	Antall ved metamorfose	Alder	Høstet	"Salgbar"
Selvågen ¹	1987	2,5 mill.	45	150.000	125.000
	1988	0,5 mill.	45	30.000	20.000
	1989	0,5 mill.	45	55.000	26.000
Tunsberg ¹	1988	1,0 mill.	33	80.000	65.000
	1989	1,0 mill.	40	200.000	110.000
	1990	2,0 mill.		270.000	200.000
Hyltropolen ²	1980	5.000	35	200	
	1981	50.000	35	3.000	
	1982	20.000	35	7.000	
	1983	0,8 mill.	35	74.000	
	1984	0,7 mill.	35	70.000	
	1985	0,7 mill.	35	110.000	
	1986	0,5 mill.	35	50.000	
	1987	0,2 mill.	35	60.000	
	1989	0,2 mill.	35	78.000	45.000
	1990	0,2 mill.		80.000	10.000
Parisvannet ³	1987	0,2 mill.	47	5.000	3.000
	1988	0,7 mill.	44	240.000	190.000
	1989	5,0 mill.		170.000	130.000
	1990	2,1 mill.		70.000	55.000
Kvernapollen ⁴	1987	1,0 mill.	45	100.000	70.000
	1988	4,0 mill.	53	150.000	100.000
Sum pr 1989		23,3 mill.		2.062.000	1.416.000

¹ Sea Farm A/S, ² Havforskningsinstituttet, Austevoll, ³ Havforskningsinstituttet, Øygarden, ⁴ LMC A/S

Fôr, utfôring

Fôr planktonet i pollen er spist opp er det viktig at torsken blir tilbudt et annet fôr. Perioden som følger er svært kritisk da fôrmangel kan resultere i utstrakt kannibalisme og høy dødelighet. Utfôring av formulert fôr (mykfôr eller tørrfôr) i pollen gir torskeyngelen et alternativ til den stadig minkende dyreplankton-mengden. Det er imidlertid endel problemer forbundet med fôrtilvenningen i pollen.

For det første kreves et godt utbygd fôringssystem for at all yngelen i pollen skal ha en "matstasjon" i rimelig nærhet. Fiskene er små i forhold til den store poll-overflaten og

det er derfor nødvendig at en har mange utføringspunkter slik at fôret blir tilgjengelig over det meste av pollen. Det kan være fornuftig å plassere en fôrautomat på innsiden av demningen som kan føre ved innstrømmende vann. Både ved demningen og ved fôrautomatene kan det være nødvendig med dekknett for å hindre fugler, spesielt terner, hegrer og måker, å ta yngel.

Et annet problem er at en har usikre anslag på hvor mange yngel som er igjen i pollen. Når torsken blir større enn 12 mm begynner også natt-trekkene med to-kammer håven å underestimere antallet som er igjen. Før torsken har spist opp planktonet i pollen og viser seg ved demningen, vil en derfor ha lite kontakt med fisken. Oppdretteren må derfor føre utfra det antallet som var tilstede på et tidligere tidspunkt da det var mulig å anslå hvor mange som var igjen.

I pollen er det også vanskelig å vite hvor stor dødeligheten er i løpet av fôrtilvenningen. Dette kan resultere i stadig økende over- eller underfôring. På den ene siden kan overfôring medføre et miljøproblem i pollen mens underfôring kan resultere i økt dødelighet og kannibalisme. Vårt forslag er derfor at en overfører i begynnelsen og "holder igjen" mot slutten av sesongen. En unngår dermed at torsken får for lite fôr under fôrtilvenningen. I tillegg er det spesielt viktig å ikke overføre når hovedmengden av fôret skal ut i pollen mot slutten av sesongen.

Ved fôrinnkjøp kan det være lurt å ta utgangspunkt i antall yngel ved metamorfose. En bør utfra det tallet samt endel forutsetninger angående vekst og overlevelse lage en tabell som viser daglig utfôringsmengde. Til å begynne med bør en ha en relativt høy fôrfaktor (f.eks. 1:2 våtvekt:tørrfôr) som kan reduseres til 1:1 etterhvert som fisken vokser. Det er oppnådd fôrfaktorer på 0,8:1 og 1,2:1 på tørrfôr og mykfôr med 60 % tørrstoff på fisk under 100 gram.

Verdiene brukt i tabell 5.8 representerer gjennomsnittlige verdier brukt hos Sea Farm A/S gjennom flere sesonger. Det vil være behov for å justere verdiene i den grad forholdene skulle tilsi det. Er veksten lavere enn vanlig eller det er grunn til å anta høyere dødelighet enn normalt, må en redusere utfôringsmengden tilsvarende. Utfôringsstabeller er meget enkle å lage i et regneark på en personlig datamaskin, og det er lett å oppdatere verdiene i tabellen om det skulle være nødvendig.

Tabell 5.8 Eksempel på del av en førkalkyle i en poll. Forutsetningene om førfaktor, vekst og dødelighetsrater gjelder innen respektive vektintervall.

Klekketidspunkt	:	18-Mar-89			
Metamorfose tidspunkt	:	22-Apr-89			
Antall ved metamorfose	:	1000000			
Individuell vekt (g)	:	0,01 - 0,1	0,1 - 1	1 - 10	10 -
Førfaktor	:	2,00	1,50	1,00	1,00
Mortalitet (andel/dag)	:	0,04	0,03	0,02	0,01
Vekst (andel/dag)	:	0,14	0,10	0,05	0,03

Dato	Alder dager	Antall fisk	Vekt gr	Biomasse kg	Utføring kg/dag kg	Total för
22-Apr-89	35	1000000	0,01	10	3	3
23-Apr-89	36	960000	0,01	11	3	6
24-Apr-89	37	921600	0,01	12	3	9
25-Apr-89	38	884736	0,01	13	4	13
26-Apr-89	39	849347	0,02	14	4	17
27-Apr-89	40	815373	0,02	16	4	21
28-Apr-89	41	782758	0,02	17	5	26
29-Apr-89	42	751447	0,03	19	5	31
30-Apr-89	43	721390	0,03	21	6	37
01-Mai-89	44	692534	0,03	23	6	43
02-Mai-89	45	664833	0,04	25	7	50
03-Mai-89	46	638239	0,04	27	8	58
04-Mai-89	47	612710	0,05	30	8	66
05-Mai-89	48	588201	0,05	32	9	75
06-Mai-89	49	564673	0,06	35	10	85
07-Mai-89	50	542086	0,07	39	11	96
08-Mai-89	51	520403	0,08	42	12	108
09-Mai-89	52	499587	0,09	46	13	121
10-Mai-89	53	484599	0,11	51	8	128
11-Mai-89	54	470061	0,12	55	8	137
12-Mai-89	55	455959	0,13	58	9	145
13-Mai-89	56	442281	0,14	62	9	155
14-Mai-89	57	429012	0,15	66	10	165
15-Mai-89	58	416142	0,17	71	11	175
16-Mai-89	59	403658	0,19	76	11	187
17-Mai-89	60	391548	0,21	81	12	199
18-Mai-89	61	379801	0,23	86	13	212
19-Mai-89	62	368407	0,25	92	14	225
20-Mai-89	63	357355	0,27	98	15	240
21-Mai-89	64	346634	0,30	105	16	256
22-Mai-89	65	336235	0,33	112	17	273
23-Mai-89	66	326148	0,37	119	18	290
24-Mai-89	67	316364	0,40	127	19	310
25-Mai-89	68	306873	0,44	136	20	330
26-Mai-89	69	297667	0,49	145	22	352
27-Mai-89	70	288737	0,53	154	23	375
28-Mai-89	71	280075	0,59	165	25	399
29-Mai-89	72	271672	0,65	176	26	426
30-Mai-89	73	263522	0,71	187	28	454
31-Mai-89	74	255617	0,78	200	30	484

Tørrfôr for torskeyngel produseres av bl.a. EWOS, Fellekjøpet og Skretting. Disse fôrtyperne inneholder bl.a. smaksstoffer som torsken setter spesielt pris på. Tabell 5.9 viser hvilke fôrstørrelser en bør bruke på ulike yngelstørrelser. De to minste granulaterne, 0,3 og 0,6 mm flyter lengre på vannoverflaten enn de større fôrpartiklene. Det er en fordel fordi det bidrar til å spre fôret over et større område. Likeledes er det en fordel at synkehastigheten er langsom, det gir småfiskene en større sjanse til å få fatt i fôret. Arbeidet med yngelfôr til marine fiskeslag er imidlertid i sin spede begynnelse og det er både mulig og ønskelig å frembringe bedre fôrtyper enn de som var på markedet pr 1989.

Tabell 5.9 Forslag til fôrstørrelser/typer brukt på ulike størrelser av torskeyngel. Det forutsettes en gradvis overgang/blanding mellom fôrtyperne for å få best mulig resultat. Dessuten er det viktig å ta hensyn til de de minste fiskene i gruppen slik at de får små nok fôr-partikler. Gir man for store fôrpartikler risikerer man en større spredning i størrelse blant fiskene.

Yngelvekt i gram	Tørrfôrtype i mm	Mykfôrtype i mm	Annet
0,01	0,3 granulater/perle		plankton !
0,02	0,6 granulater/perle	?	plankton
0,35	1,0 granulater/perle	?	(plankton)
2,0	2,0 granulater/perle	2,0 pellet	
15	2,0 pellet	3,0 pellet	
50	4,0 pellet	5,0 pellet	

Det har vært tildels store problemer med å få torskeyngelen til å akseptere tørrfôr. Spesielt den minste fisken synes sterkt å foretrekke levende dyreplankton. Fôringsforsøk viser at småyngelen ofte spytter fôret ut igjen etter at det er tatt. Råvarene som er brukt i tørrfôret burde være gode nok og det er mer sannsynlig at det er teksturen og muligens smaken av fôret fisken reagerer på. Dessuten kan det være ernæringsfysiologiske grunner til at yngelen vokser bedre på levende dyreplankton.

Frossen raudåte har vært prøvd under fôrtilvenningen, men resultatene er ikke entydige. Kvaliteten på den frosne raudåta kan være tvilsom hvis innfrysing ikke har skjedd raskt nok. Den frosne raudåta kan bli delvis ødelagt ved at endel av næringsstoffene lekker ut.

Enkelte oppdrettere mener at torsken har bedre appetitt på mykfôr. Problemet med mykfôr er at en ikke kan lage små fôrpartikler som en kan benytte i en tidlig tilvenningsfase. Dette er imidlertid et teknologisk problem som sikkert lar seg løse. Forøvrig er det enkelt å lage sitt eget mykfôr dersom en har tilgang på gode råstoffer samt en fôrkvern. Det ser også ut til at fisken tar større partikler av mykfôr enn tørrfôr. Selv om store fôrpartikler kan gi bedre vekst hos flesteparten av fiskene, kan det resultere i økt størrelsesspredning og økt dødelighet. En må derfor passe på at også de minste fiskene får fôr av rett størrelse.

Fôrkvaliteten på tilvenningsfôret må være spesielt høy. Kun de beste råvarer bør brukes og det medfører naturlig nok at prisen blir høyere enn for andre fôrtyper. Det er imidlertid beskjedne mengder tilvenningsfôr som er nødvendig og det er dårlig økonomi å spare på det som skal sikre vekst og overlevelse hos torsken i denne fasen. Det anbefales derfor at fôret lagres noenlunde kjølig i løpet av sommeren slik at ikke kvaliteten på fôret forringes unødig.

Innfanging, sortering og transport

Det er flere hoved-innfangingsstrategier som er vanlig i bruk. Den første benytter seg av at torsken i mai-juli ofte står i stim ved demningen. Det er da mulig å glipe fisken direkte eller en kan fange den inn ved bruk av et stort notstykke en har lagt ut på bunnen i området ved demningen. Det er mye arbeid forbundet med å håndtere et stort notstykke, men venter en til de rette øyeblikkene er det mulig å få store fangster. Det er tatt opptil 70.000 fisk i ett slikt kast uten nevneverdige problemer.

Etterhvert som fisken i pollen blir fôrtilvendt vil mye av fisken være i nærheten av fôrautomatene. I forbindelse med innfangingen er det ønskelig å redusere fôringen slik at torsken søker etter mat. Ved å fôre midt over en allerede utplassert glip eller synkenot, vil endel av fisken samle seg over fangstredskapen slik at den kan fanges. Dypet glipen eller noten plasseres på avhenger av hvor dypt fisken står og hvor sulten den er.

Bruk av strandnot er en tredje metode å fange inn torskeyngelen. Det kan være ganske arbeidskrevende og problematisk ved ujevne bunnforhold i pollen. I tillegg risikerer en å få noten full av evje og i verste fall kan den innfangede torskeyngelen bli kvalt i noten. Strandnot brukes ofte i slutten av sesongen for å fange inn fisk som det ikke har vært mulig å fange på annen måte. Risikoen ved et strandnot-trekk vil også være mindre når mesteparten av yngelen allerede er fanget inn. Dessuten vil noen strandnot-trekk på slutten av sesongen også gi et inntrykk av hvor mange fisk det er igjen i pollen.

I forbindelse med innfangingen er det behov for å ha en ledig notpose slik at fangstredskaperen kan tømmes umiddelbart og klargjøres for et nytt forsøk. Etter at noten eller glipen er utplassert igjen og en venter på at flere torsk skal samles i området, kan en begynne å sortere og vaksinere på yngelen som ble fanget.

Det er viktig å sortere yngelen så snart som mulig etter innfangingen. Torsken er en kannibal og ved stor størrelses-spredning og høy tetthet vil en kunne få betydelig svinn i løpet av kort tid. Ved innfangingen vil ikke nødvendigvis alle fiskene være førtilvendt og det kan forsterke problemene hos usortert fisk. Det er imidlertid ønskelig at yngelen har spist lite forut for innfangingen da sultet fisk har bl.a. lavere oksygenforbruk og tåler håndtering bedre.

En kan bruke samme type sorteringsvugger på torskeyngel som en bruker på lakseparr. Torsken er ofte tykkest ved hodet, og man må unngå at yngelen blir sittende fast i sorteringsristene. Riststørrelsene 8, 10, 12 og 14 mm skiller mellom fisk som normalt er større eller mindre enn ca. 5, 10, 17, og 29 gram henholdsvis. Vektgrensene for de ulike sorteringsristene vil variere noe med kondisjonen på fisken og hvordan en utfører selve sorteringen.

Sorteringen innebærer et betydelig stress og bør unngås hvis fisken er svekket eller hvis det er varmt i sjøen, f.eks. over 18 °C. En risikerer i motsatt fall at det bryter ut vibriose som kan være et stort problem ved temperaturer over 10 °C.

Transport av torskeyngel kan foregå med de samme tradisjonelle metoder som for laksesmolt. Nærmere 100.000 torskeyngel er blitt fraktet med brønnbåt uten nevneverdige problemer. En kan gjerne dele brønnen av med nøter for å skille ulike størrelsesgrupper, torskeyngelen har ikke problemer med skjelltap slik som smolten. Transport med bil fungerer også utmerket og er praktisk hvis en skal levere mange

smågrupper. Tettheter på opptil 100 kg yngel/m³ har vært brukt med vellykket resultat på 20 timers transporter. Oksygenkonsentrasjonen i vannet bør være mellom 10-20 mg/l (ppm), noe som krever oksygentilsetting.

Miljø

Om våren skjer store forandringer i miljøet. Temperaturen i vannet stiger raskt (fig. 5.13), og ved vårjevndøgn er daglengde-økningen på sitt mest markante. Vannmassene i pollene blir lagdelt om sommeren. I bunnen finnes saltholdig, forholdsvis kaldt vann (31-34 ‰ salt og 8-12 °C). Nær overflaten vil temperaturen og saltholdigheten variere mye og være sterkt avhengig av værtype. Saltholdigheten kan variere fra 5-30 ‰ og temperaturen i overflaten kan allerede i mai være opptil 15 °C. De hydrografiske forhold vil variere betydelig mellom ulike poller og fra en sesong til en annen. Små grunne poller vil få en hurtigere oppvarming og graden av lagdeling av vannmassene vil være mindre markert. Disse forholdene kan påvirkes i vesentlig grad ved tidevannsutskifting og innpumping av dypvann.

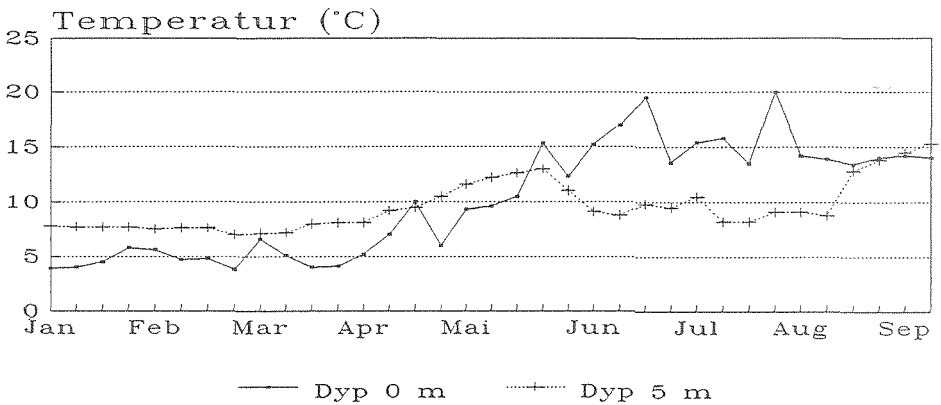


Fig. 5.13 Temperaturutviklingen i Tunsbergpollen i 1989. Målingene er gjort på 0 og 5 m dyp. Legg merke til at temperaturen på overflatevannet varierer mest.

Om sommeren er det viktig å kontrollere oksygeninnholdet i bunnvannet. Det er vanlig i naturlige poller at oksygenet blir brukt opp nær bunnen. Årsaken er at nedbrytingen av det biologiske materialet som ender opp ved bunnen krever mer oksygen enn det som blir produsert. Når oksygenet er oppbrukt blir det produsert H_2S . Denne forbindelsen gjør at bunnvannet lukter råttent, og den er meget giftig. Om høsten vil temperaturen i overflatevannet kjøles ned og lagdelingen i vannmassene blir mindre markert.

For å unngå H_2S -dannelse er det viktig å ha en vannutskifting som fornyer bunnvannet om sommeren. Dette kan gjøres ved at nytt oksygenholdig vann blir pumpet inn i de dypere delene av pollen. En annen mulighet er å pumpe ut bunnvannet når det inneholder under en viss minimumsgrense av oksygen f.eks 3 mg oksygen per liter (3 ppm).

En tredje måte å forbedre vannkvaliteten i de dypere vannlagene er å bruke en luftheis/mammutpumpe til å luften bunnvannet når det er oksygenfritt (fig. 5.14). Som regel er det ikke ønskelig å blande det luftede bunnvannet med overflatevannet og man kan da bruke et dobbelt rør-opplegg som gjør at det luftede vannet ledes ned mot bunnen igjen.

I Kvernapollen (L.M.C. A/S) fikk en høsten 1988 en omveltning av vannmassene som gjorde at det dårlige bunnvannet kom opp til overflaten. Resultatet ble at fisk som var i nøter inne i pollen døde av oksygenmangel og/eller H_2S -forgiftning. Etter omveltningen var det lave oksygen verdier fra 2 m og ned til bunnen.

Saltholdigheten i pollen vil variere utover sommeren. Det vil influere på tettheten av vannet. I motsetning til nyklekkede torskelarver har torskeyngelen en velutviklet svømmeblære som gjør den mindre avhengig av tettheten av vannet. Torskeyngelen tåler et vidt spekter av saltholdigheter og vil ikke ha problemer med å overleve i f.eks. 15 ‰. Om vinteren er det vanlig at overflatevannet fryser i pollene og all yngelen må være fraktet bort før det skjer.

Utstyr

Produksjon av torskeyngel i poll krever endel faste installasjoner. En trenger demning med tette og perforerte luker, vannforsyningsledning med pumpesystem, elektrisk

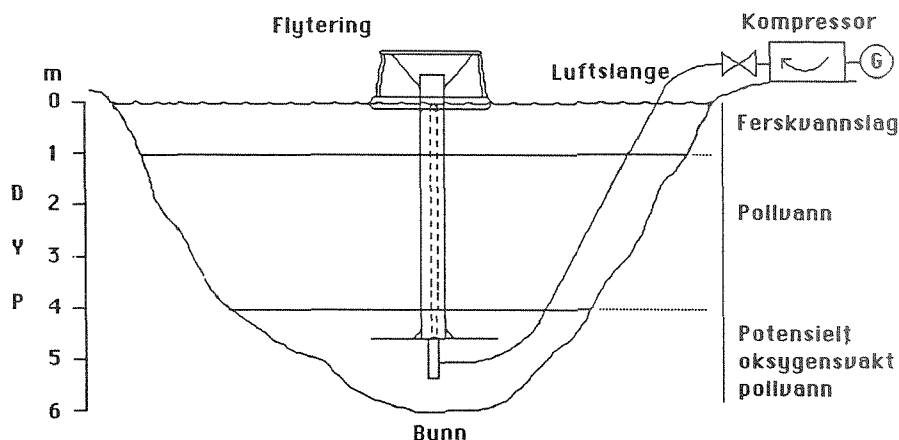


Fig. 5.14 Prinsippet for en mammutpumpe (luftheis) med kompressor på land. Luften som stiger opp i det innerste røret vil suge med seg vann nedenfra og blandes inn i vannet på vei opp.

forsyning (evt. strømaggregat) samt personal- og lagerfasiliteter. I tillegg er det bruk for endel flyttbart utstyr i løpet av sesongen (bl.a. håver, transportkar, fiskepumpe, båter, nøter, merder, innfangingsutstyr, måleutstyr, føringssystem, vaksinerings- og sorteringsutstyr).

I forbindelse med sorteringen trenger man et vidt spekter av riststørrelser. Torsken vokser raskt og det er nødvendig å sortere ofte, gjerne hver 2-3 uke i begynnelsen. Litt avhengig av innfangningstidspunkt bør en ha rister fra 4 mm og til 10 mm med 1 mm intervall. Skal en sortere mindre fisk bør en ha rister for hver 1/2 mm. For den største fisken er det tilstrekkelig å ha rister for hver annen mm opptil 18 mm. Fisken er da forlenget stor nok for matfiskoppdrettet.

Badvaksinerer er skånsom mot yngelen, men krever at en har et kar eller tett pose i sjøen til rådighet. Da det av økonomiske grunner lønner seg å vaksinere mange fisk om gangen er det også nødvendig med oksygen-tilførsel i karet/posen under vaksineringen. Reduksjonsventiler, luftslanger og oksygenrister er standardutstyr. Oksygenflasker kan leies hos f.eks. AGA Norgas eller Norsk Hydro.

Ved sortering og innfangning er det påkrevd at oppdretteren har flere nøter til rådighet. Behovet for nøter vil avhenge av hvor mange yngel som er innfanget samt hvor mange størrelsesgrupper en har. Det kan være fornuftig å ha opptil ti mindre nøter for ulike størrelses- og vaksinasjonsgrupper. I tillegg bør en ha et par større nøter som kan holde på et stort antall yngel som er klar for transport.

Maskevidden på nøtene bør være fra 2,5 mm opptil 12 mm (halvmaske) avhengig av når en planlegger innfangning. Som en tommelfinger-regel kan en regne at maskevidden skal være i underkant av 1/10 av den minste fiskelengden i nota (eks. minste fisk 10 cm, maskevidde 10 mm eller mindre). Det kan være lurt å ha minst én meget finmasket not i tilfelle en skulle fange inn tidligere enn planlagt. Torskeyngel er eksperter i å finne hull i noten og det er derfor svært viktig at nøtene blir grundig sjekket umiddelbart før de settes ut i sjøen.

Plassering av yngelmerkene avhenger av forholdene i og utenfor pollen. Det kan være en fordel å ha merkene på innsiden av pollen pga bedre kontroll og mindre følger ved rømming av fisk. Imidlertid vil det ofte av miljømessige hensyn være en fordel å plassere de leveringsklare gruppene i nøter på utsiden av pollen. For det første vil føringen bli en økende belastning for pollen ved økte førmengder, dessuten er ofte temperaturen i de øverste metrene i pollen i høyeste laget. I tillegg risikerer en opphopning av antibiotika i pollen ved utstrakt medisinføring i pollen.

Utføringsystemet som skal brukes må være tilpasset de spesielle forholdene som finnes i pollene. For det første kan avstanden mellom utføringspunktene bli meget stor og for det andre blir utstyret utsatt for regn, saltvann og vind. Det vil i tillegg ofte være upraktisk å ha ledninger som går ut til hvert føringssystem p.g.a. båttrafikk, innfangning, slitasje, begroing o.s.v. Spesielt elektriske ledninger i sjøvann er ofte lite vellykket.

Selvstendige batteridrevne førautomater har en rekke fordeler. Imidlertid er ikke alltid de batteridrevne systemene like driftssikre og styringen av dem er mer tungvint enn på et sentralstyrt anlegg. Det er nødvendig å ha endel ekstra batterier med tilhørende ladesystem slik at føringen ikke må stoppes når batteriene lades.

Teknologiske løsninger

Det har vært arbeidet med å automatisere deler av produksjonsprosessen. Et automatisk innfangings- og sorterings-system har vært utprøvd. Det bestod av en hydraulisk drevet fangstfelle tilkoblet en fiskepumpe. Torskeyngelen ble lokket inn i fellen med fôr og åpningene i fellen stengt automatisk. Fisken ble deretter pumpet opp i et sorteringsutstyr på land, vaksinert og deretter drenert ut i tilhørende nøter.

Fordelen med et automatisert utstyr er bl.a. at behovet for arbeidskraft blir mindre og at en kan fange inn yngel hele døgnet. Imidlertid har ikke prototypene som er laget fungert helt etter intensjonene og de har ikke vært fleksible nok til å takle uventede situasjoner. I tillegg er utstyret meget kostbart og investeringene vil først kunne forsvares når en er sikret en stor og stabil yngelproduksjon. Ofte vil manuelt betjente mekaniske innretninger være vel så gode. Den hydrauliske kranen brukt ved glipfangstene i Parisvatnet er et slikt eksempel.

Et annet konsept som er utprøvd er å bruke strømsettere til å lage vannbevegelse ved utføringspunktene. Det finnes typer med store propellblader som går sakte rundt og som lager en langsam forflytning av store vannmasser. Det er observert store fiskestimer i forbindelse med strømsetterene, men hvorvidt det har noen effekt på vekst og overlevelse er uvisst.

Hos L.M.C. A/S benyttet man et radiostyrt utføringsystem. Det bestod av flere vibratorautomater med radiomottakere. Automatene var plassert rundt om i pollen og kunne styres fra land uten å ha ledninger liggende i sjøen. Hver automat var drevet av et bilbatteri som måtte lades opp med jevne mellomrom. Sentralstyringen var også koblet til en undervannshøytaler som sendte ut signaler samtidig som det ble fôret ut. På den måten fikk torsken et forvarsel om at det var mat å få. I 1988 fôret en ut 12 tonn tørrfôr med dette systemet.

Status og framtidssikter

Pollene har vist at de har et stort startfôringspotensiale. De største problemene har funnet sted i den tidlige yngelfasen. Hovedmengden av larvene som har nådd metamorfose overlever ikke frem til innhøsting, selv om de har vokst godt og ofte hatt høy overlevelse i larvestadiet.

Det er to strategier som likevel kan gjøre pollene egnet til yngelproduksjon av torsk. Enten må man utvikle nye metoder som sikrer større mengder levende plankton slik at fôrtilvenningen i pollen kan utsettes, eller så må man fange inn yngelen i løpet av mai-juni og foreta en mer kontrollert fôrtilvenning i kar på land. Begge strategier har vært utprøvd i 1989 med oppløftende resultat.

Disse to strategiene står ikke i motsetning til hverandre og vil kunne danne grunnlaget for en lønnsom yngelproduksjon i tiden som kommer. Det må utvikles planktonoppsamlingsutstyr som på en enkel og skånsom måte kan skaffe 200 kg våtvekt med levende raudåte per dag. Det vil kunne føre frem 1 million yngel til 0.5 grams størrelse. Torsken kan da samles inn uten at en risikerer høy dødelighet forbundet med innfangingen.

Resultater fra fôringsforsøk viser at det er mulig å få høy overlevelse og brukbar vekst når fisken er blitt 0.5 gram. På land kan en sortere fisken og vaksinere den på et tidligere tidspunkt enn det som har vært vanlig (vekt ca 1 gram). Begge tiltak bidrar til å heve overlevelsen i forhold til tidligere og bedrer derved økonomien i yngelproduksjonen av torsk.

Hjulfilteret utviklet av Unik Filtersystem A/S kan brukes til oppkonsentrering av plankton. I tillegg har Flygt Pumper A/S i samarbeid med Havforskningsinstituttet arbeidet med utvikling av en plankton konsentrator. Disse enhetene må kunne filtrere store mengder vann (mer enn 30 m³/min) uten å ødelegge planktonet. I tillegg er det mulig å tråle etter raudåte med spesialsydde trålposer.

En annen gevinst ved å fange inn fisken tidligere er at miljø-belastningen på pollen blir mindre når utfôringen og varigheten av produksjonssesongen blir redusert. Det gjelder både opphopning av organisk materiale og sykdomsfremkallende organismer.

Den årlige produksjonen av torskeyngel i poller i Sør-Norge har i 1988-1990 vært i størrelsesorden 300-400.000 salgbare yngel. Produksjonen har ikke vært økonomisk regningssvarende. Det er imidlertid potensial og muligheter for å øke produksjonen pr anlegg betraktelig. For å få det til kreves fortsatt satsing, hardt arbeid og viljen til å prøve nye løsninger.

5.2.3 Polloppdrett av torsk yngel I Nord-Norge

Torstein Pedersen

Erfaringene med yngelproduksjon av torsk i Nord-Norge kommer fra anlegget i Makkjosen utenfor Tromsø som er del av prosjektet "Kulturbetinget fiske etter torsk i fjord" ved Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø.

Klima og fysiske forhold i Nord-Norge

Blant de viktigste klimatiske og fysiske forhold som forandrer seg med økende avstand nordover fra Bergen er vann- og lufttemperatur, saltholdighet, tidevannsamplitude og daglengde. Når disse fysiske faktorene diskuteres, er det viktig å være klar over at midten av vårt lange land befinner seg i Nord-Norge i nærheten av Brønnøysund, og at det derfor er stor forskjell i enkelte fysiske faktorer selv innen Nord-Norge.

Vanntemperaturen avtar generelt fra Stadt og nordover, men forskjellen i sommertemperatur er større enn vintertemperatur (fig. 5.15). Forskjellen i lufttemperatur mellom Sør og Nord-Norge er generelt større enn forskjellen i vanntemperatur, og det kan være store lokale variasjoner fra indre fjordstrøk og ytre kyststrøk.

Saltholdigheten øker generelt nordover langs kysten, mens det lokalt i fjorder med stor ferskvannsavrenning kan være lave saltholdigheter. Det er nødvendig med saltholdighet i klekkeri og basseng/poll på over 32 ‰ for å hindre at egg og larver synker ned mot bunnen og dør.

Større tidevannsforskjell i Nord-Norge enn i Sør-Norge gjør at en vha. tidevannet kan ha stor vannutskifting og mattilførsel i yngel- og tørrførfasen. Mens gjennomsnittlig tidevannsamplitude i Austevoll er ca. 70 cm, er den i Tromsø ca. 200 cm.

Daglengden i Nord-Norge er lengre enn i Sør-Norge fra 23. mars til 23. september. Lang daglengde kan virke positivt på matopptaket til torskelarvene da disse er avhengig av en minimum lysintensitet for å kunne se og fange byttedyrene. Primærproduksjonen kan også påvirkes av daglengden.

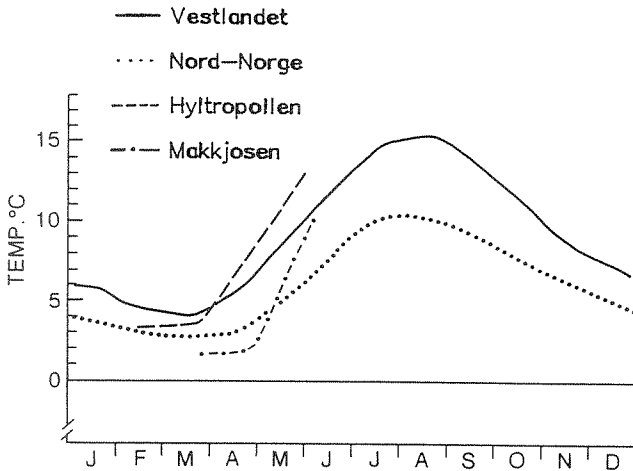


Fig. 5.15 Vanntemperatur på Vestlandet og i Nord-Norge og temperaturutvikling i en poll på Vestlandet (Hyltropolllen) og et basseng i Tromsø (Makkjosen).

Stamfisk, gyting og gytesystemer

De fleste gytesystemer som har vært brukt på Vestlandet er varianter av en delvis neddykket presenningpose. Store deler av kysten er relativt sterkt eksponert og dette gjør at denne metoden neppe kan brukes på lokaliteter med moderat til sterk eksponering. I Tromsø ble det satset på en landbasert gytetank etter at det hadde vært forsøkt med neddykkete presenningposer.

Før 1988 sesongen ble det bygd en landbasert gytetank som er et presenningkar (flexi- kar) med et volum på 80 m³ (høyde 2,5 m og diameter 6,5 m). Det er vanntilførsel av sandfiltrert vann (250 l/min) og gytebestanden i 1988 og 1989 har vært ca. 300 kg. Egginnsamlingen har foregått ved bruk av en luftheis med en planktondukpose, hvor eggene er silt fra vannet samt ved at egg som har fulgt med vannutløpet i bunnen av karet har blitt samlet opp. Gytetanken har fungert svært godt og anbefales på steder som utsatt for vind og hvor det er fare for at gytetanker kan synke. Eggproduksjonen i 1988-89 har vært god, ca. 1,0-1,2 liter egg/kg hunnfisk. Gyteperioden har vart fra

begynnelsen av mars til begynnelsen av mai og kommer til passende tidspunkt for å skaffe egg til en utsetting i månedsskiftet april/mai. I 1989 var temperaturen i gytetanken ca. $1,5^{\circ}\text{C}$ høyere enn i 1988 og gyteperioden forskjøvet ca. 20 dager framover i tid i forhold til gyteforløpet i 1988 (fig. 5.16).

Det ser ikke ut til å være noen problemer å skaffe store mengder egg selv ved så lave temperaturer som $1,5-4,0^{\circ}\text{C}$. Vill stamfisk bør imidlertid ikke fanges seinere enn våren før gytesesongen for å gi god eggproduksjon. I forhold til på Vestlandet kommer gyteperioden ca. 1-1,5 måned seinere i Nord-Norge.

Klekkeri

Erfaringene med klekking i Nord-Norge tyder ikke på at det er spesielle problemer forbundet med drift av klekkeri i Nord-Norge. Overlevelsen i klekkeriet økte fra 10 til 75 % i perioden 1987-1989 og dette skyldtes tekniske forbedringer.

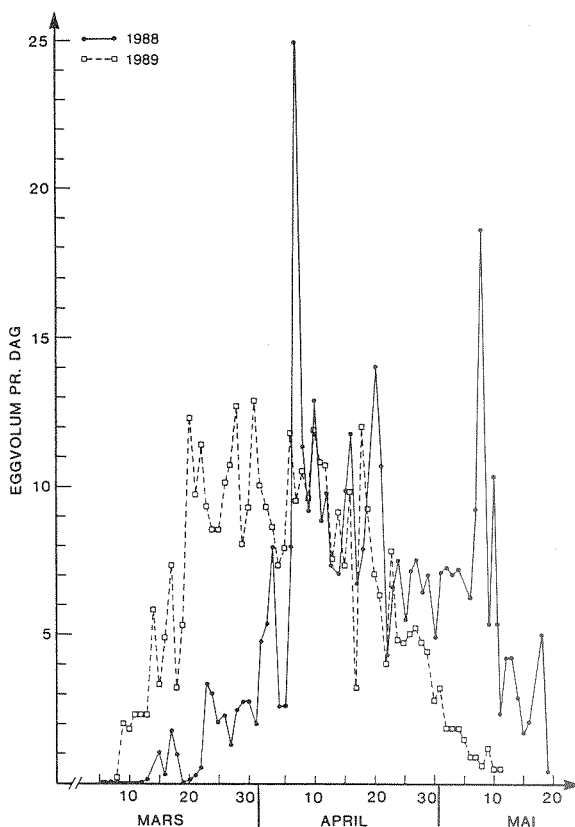


Fig. 5.16 Gyteforløp hos torsk i 1988 og 1989 i gytetanken ved Blåmannsvika Forskningsstasjon utenfor Tromsø.

Basseng/Pollproduksjon

De eneste dokumenterte erfaringer fra poll/bassengproduksjon av torskeyngel i Nord-Norge kommer fra Fiskerihøgskolens anlegg utenfor Tromsø. Dette bassenget har et volum på 35.000 m^3 og det maksimale dypet er 4 m. Bassenget har en pumpe (kapasitet $6\text{ m}^3/\text{min}$) som tar inn vann fra 1,5 m dyp og som brukes for å pumpe inn en overhøyde

i forhold til vannnivået utenfor. Denne pollen skiller seg fra anleggene på Vestlandet ved at det kan tappes ned og det er derfor ikke nødvendig med rotenonbehandling.

Saltholdigheten i innpumpet overflatevann har vært ca. 33.5 ‰ som er tilstrekkelig til at larvene ikke skal få oppdriftsproblemer før de får fylt svømmeblæren. Lave vintertemperaturer var forventet å skulle skape problemer. Innstrålingen av solenergi øker sterkt i løpet av april måned i Nord-Norge. Gjennomsnittlig lufttemperatur er under 0°C og man vil derfor få isdannelse i løpet av vinteren. I Tromsø passerer midlere vanntemperatur 0°C 15. april og når lufttemperaturen har steget over 0°C vil isen tine og det skjer en hurtig oppvarming av vannet med en hastighet av 0.15-0.2 °C/dag (fig. 5.15). Fra slutten av april vil det være betydelig høyere temperatur inne i en poll/basseng med stagnerende vann enn på utsiden (opptil 6°C høyere) pga. soloppvarming og liten vanddybde.

Våroppblomstringen av planteplankton i bassenget har hatt en topp i midten av april og det synes som om våroppblomstringen er forlenget i forhold til åpne Nord-Norske kystfarvann. Dette kan skyldes at næringssaltene i stor grad regenereres (gjendannes) slik at næringssaltmangel ikke begrenser primærproduksjonen.

Utsettingene av larver har skjedd i flere grupper fra 20. april og til midten av mai. Egenproduksjonen av byttedyr i bassenget var relativt liten i 1987 og -88, med den følge at larvene vokste svært sakte helt til temperaturen var steget over ca. 5 °C og vekstraten økte svært hurtig. Larvene spiste planteplankton og unngikk å tape vekt i periodene med lite byttedyr og lav temperatur. I 1989 kom temperaturøkningen tidlig, det var svært høye tettheter av byttedyr (5-100 byttedyr/liter) og veksten var svært god helt fra utsetting. Til tross for godt mattilbud og god vekst var dødeligheten i 1989 høy like etter utsetting (tabell 5.10), mens overlevelsen i -87 og -88 var overraskende høy til tross for at larvene ble satt ut under lave temperaturer og lave byttedyrtettheter.

Tabell 5.10 Oversikt over resultater i bassenget 1987-89, settefisk er definert som yngel større enn 13 cm som er fanget inn fra bassenget.

År	Byttedyr- tettheter (ind./l)	Vekstrate (%/dag)	Alder v/ metamorf. (dager)	Overlevelse til settefiskstørrelse (%)	Overlevelse til settefiskstørrelse (antall)
1987	1-5	8	42	3.3	8.500
1988	< 1	7	47	1.0	17.000
1989	5-100	14	24	0.5	59.400

Byttedyrtettheten på utsiden av bassenget var svært lav i 1988 (< 1 nauplius /liter), mens den var høy i 1989 (5-100 nauplier/liter), og dyreplanktonet var dominert av raudåtelarver (-nauplier). Raudåten gyter vanligvis i de siste tre ukene av april slik at larvene i bassenget under første næringsopptak i tid bare overlapper med den siste delen av naupliefordelingen. Dette betyr at filtrering av byttedyr fra vannet på utsiden neppe vil være noen god løsning for å skaffe forutsigbare byttedyrkonsentrasjoner alle år. I 1989 ble det i bassenget allerede i begynnelsen av mai observert en hurtig økning i bestanden av både hjuldyr og av hoppekreps som reproducerer kontinuerlig (*Eurytemora* sp., *Acartia* sp., *Temora* sp.). Vi vil nå prøve å undersøke om det har skjedd noen opphoping av hvilestadier til disse gruppene i sedimentet i bassenget og om disse eventuelt rekrutterer om våren og gir opphav til byttedyr for torskelarvene.

Etter at larvene har metamorfosert (ca. 12 mm lengde) har det alle årene vært rikelig med mat fordi det har vært høye tettheter av copepoditter i det innpumpede vannet og også fordi bestandene av torskeyngel har vært relativt lave. Vi har ikke opplevd at sammenbruddet i dyreplanktonbestanden har skjedd før yngelen har kunnet vokse og trives godt på tørrfôr (ca. 4 cm lengde).

Tørrfôring har startet i midten av juni og foregått fra en sentral fôrautomat. Yngelen har vært fôret i en lang grop. Innfangning har skjedd vha. en liten synkenot og tilslutt har bassenget blitt tappet ned og restene blitt fanget inn med strandnot. Det har ikke vært problemer med sykdom, og veksten har vært god i tørrfôringsfasen om sommeren. Temperaturen om sommeren har vært nær vekstoptimum for små torsk (13-15°C). I

månedsskiftet september/oktober har yngelen målt ca. 15 cm og hatt en våtvekt på 30 gram. Det er ikke registrert sykdom og tapene etter innfangning av yngelen fra bassenget har vært minimale (< 1%).

For at poll/bassengmetoden i Nord-Norge skal bli mer effektiv er det behov for et bedre tilvenningsfôr for yngel etter metamorfose, samt at produksjonen av byttedyr i larveperioden må styres og kontrolleres bedre.

Konklusjon

Resultatene fra forsøkene med torskeyngelproduksjon i basseng i Nord-Norge har vist at det er mulig å oppdrette opptil 1,7 settefisk/m³ vha. poll/bassengmetoden i Nord-Norge. Det burde være mulig å øke denne produksjonen pr. volumenhet betraktelig. Foreløpig synes den største flaskehalsen i Nord-Norge å være variabel overlevelse i larveperioden. Den lave vintertemperaturen og hurtige økningen i vanntemperaturen gjør at første næringsopptak og overlevelse i larveperioden kan være mer kritisk enn i Sør-Norge.

Det er oppnådd gode resultater med gyting og klekking av torskeegg under Nord-Norske forhold. Høy saltholdighet i overflatevannet vil kunne medføre lave utgifter ved utbygging av en lokalitet da en kan unnvære pumpeutstyr. Stor tidevannsforskjell gir muligheter for effektiv mattilførsel i yngelfasen og vannutskifting i tørrfôrfasen. Disse faktorene vil kunne innvirke positivt på produksjonsresultatet i forhold til i Sør-Norge da man kan oppnå høy overlevelse fra metamorfose til settefiskstørrelse.

5.2.4 Egnethetskriterier ved utvelgning av poller

Geir Blom

Både økologiske, geografiske, tekniske, økonomiske og miljømessige kriterier bør legges til grunn, for å vurdere en polls egnethet som lokalitet for yngelproduksjon av torsk.

Økologiske kriterier

1. Pollens dybde

Planteplanktonproduksjon og følgelig oksygenproduksjon i poll er bl.a. begrenset av hvor langt lyset trenger ned i vannsøylen. Siktedypet eller Secchi-dypet finner man ved å senke en hvit skive med diameter 30 cm ned i vannsøylen til den forsvinner fra synsfeltet. Man vil da ha en produksjon av planteplankton ned til siktedypet multiplisert med 2,7. Normalt vil det foregå en produksjon av planteplankton ned til 10 m dyp i poller. Poller som er dypere enn 10 m vil derfor ofte være utsatt for dårlige oksygenforhold nær bunnen, og dermed ugunstige miljøforhold for bunnsøkende fisk som f.eks. torsk.

2. Pollens bunn

Mange poller har et tykt sedimentlag på bunnen med en slik konsistens at den giftige gassen hydrogensulfid lett kan bli frigitt til vannet. Hydrogensulfid er svært giftig for fisk, og kan dermed være svært uheldig for fiskens miljø i pollen. Spesielt i ferskvann som er tenkt brukt til yngeloppdrett, bør sedimentlagets konsistens, tykkelse og utskillelse av hydrogensulfid undersøkes. Hvis pollens bunn stedvis er dekket av store steinrøyser, kan det gi torskkeyngelen gode gjemmesteder i tillegg til at fangstredskaper som landnot vil være helt uegnet. Innfangingen av yngel fra pollen kan dermed bli mindre effektiv enn forventet.

3. Pollens størrelse

Tidligere ble det hevdet at potensiell produksjon av yngel i poller kunne relateres til volum, tilsvarende 2 yngel pr. m³. Erfaringer fra torskkeyngelproduksjon i store poller de siste 3 årene har vist at disse har produsert mye mindre yngel enn forventet. Spesielt

har det vært problemer med å tilvenne yngelen tørrfôr, og problemer med å fange inn yngelen. Poller for yngelproduksjon bør ikke være for store; vannvolum mellom 200.000 - 500.000 m³ anbefales.

4. Ferskvannstilrenning

Stor ferskvannstilrenning til en poll kan være uheldig for torskelarvenes vekst og overlevelse i perioden demningen er stengt. Tilrenningen vil være avhengig av nedslagsfeltet rundt pollen og nedbørsmengde. Årlig tilrenning bør ikke overstige 3 ganger pollens volum. Ferskvannet kan føre med seg store mengder humusmateriale som vil forringe siktedypet i pollen, og kan dermed hemme produksjonen av plante- og dyreplankton.

5. Sjøen utenfor pollens demning

Oppdrett av torskeyngel krever tilførsel av saltvann fra dypvannsinntak (20-50 m). Årsaken til bruk av dypvann er et krav om saltholdighet over 31-32 promille. Bruk av dypvann gjør at man får en jevnere temperatur gjennom året i pollen. I noen tilfeller vil dypvannet ligge bak en grunnere terskel, og en kan da få meget lave oksygenverdier i de dypere deler av sjøvannsbassenget. Terskelområder bør derfor undersøkes grundig med hensyn på marin vannkvalitet og resipientforhold før området benyttes for sjøvannsforsyning og/eller resipient for avløpsvann. Sjøvannet utenfor pollens demning kan være en viktig kilde for tilgang på dyreplankton som kan utnyttes i pollen. Før man bygger ut en poll for marin yngelproduksjon, bør man undersøke forekomstene av dyreplankton utenfor pollen.

Geografisk plassering

Polloppdrett av torskeyngel har hovedsakelig vært knyttet til Vestlandet, men forsøk med poll/bassengproduksjon av torskeyngel i Nord-Norge har også gitt relativt gode resultater. Lave vinter- og vårtemperaturer i Nord-Norge gjør at man normalt ikke kommer i gang med utsetting av torskelarver før i slutten av april/begynnelsen av mai, og islegging av pollen kan også gi problem. Imidlertid øker innstrålingen av solenergi sterkt i løpet av april og mai i Nord-Norge slik at pollvannet oppvarmes hurtig. Mens polloppdrett av torskeyngel på Vestlandet krever tilførsel av dypvann, vil dette ikke være

nødvendig i Nord-Norge da saltholdigheten vanligvis er høy i overflatevannet (> 33 promille). Dette vil medføre lavere utbyggingskostnader.

Den store tidevannsforskjellen i Nord-Norge har sine fordeler og ulemper. Det gir muligheten for god vannkvalitet pga effektiv tidevannsutskifting, og ekstra mattilførsel i yngelfasen. Men tidevannsforskjellen kan også medføre høyere kostnader ved bygging av demninger og ristarrangement.

Polloppdrett på Vestlandet gir en betydelig lengre vekstsesong og hurtigere vektøkning av torsken i motsetning til i Nord-Norge. Da det er økonomien som til syvende og sist teller i polloppdrett, vil dårligere vekst gi høyere driftsutgifter og lavere inntekter i polloppdrett av torskeyngel i Nord-Norge sammenlignet med Vestlandet. Forsøk har vist at det er fullt mulig å oppdrette torskeyngel i poll i Nord-Norge, men om det kan bli økonomisk lønnsomt er et annet spørsmål.

Tekniske/økonomiske kriterier

Før man har tenkt å sette i gang utbygging av en poll som lokalitet for yngelproduksjon, er det viktig å budsjettere kostnadene ved utbygging. Enkeltposter som må vurderes er bygging av demning, avstand til dypvann, klekkeri, pumpe- og røropplegg, elektrisk strøm, vei, plassering av anlegg for oppbevaring av yngel, leieutgifter osv.. Den største enkeltutgiften ved utbygging av en poll er vanligvis bygging av demning, og ved utbygging av et ferskvann er det pumper og røropplegg. Små, lett utbyggbare poller (100.000 - 200.000 m³) vil kunne bygges ut for 2-3 millioner kroner mens større lokaliteter (1 million m³) som lett kan legges tilrette, vil ha behov for investeringer på 5-7 millioner kroner. Med lett utbyggbare anlegg menes at det er lave utbyggingskostnader ved bygging av demning, kort avstand til marint vanninntak og at de enkelte utbyggingskomponentene lett kan plasseres i terrenget. Utbyggingskostnadene er høye for små anlegg i forhold til store, relativt sett. Hvis pollprosjektet skal bli drivverdig utfra situasjonen i dag, bør man produsere minst 100.000 torskeyngel for hver million kroner investert. Pr. idag har ikke produksjon av torskeyngel i pollsystem vært lønnsom. Men potensialet for en lønnsom drift er til stede når man ser på det store antall torskelarver som overlever frem til metamorfose (5 millioner i Parisvatnet i 1989), og en produksjon på 500.000 - 1.000.000 yngel på et anlegg er ikke utenkelig. Imidlertid tar det tid å utvikle en næring fra forskningsstadiet til en kommersiell lønnsom drift.

Miljømessige kriterier

Ombygging av en poll til en lokalitet for yngeloppdrett medfører et betydelig inngrep i levevilkårene til den flora og fauna som naturlig finnes i pollen. Mange poller har en flora og fauna som er ganske spesiell, og som er av verneverdig interesse i biologisk sammenheng. De sørligste kjente populasjoner av haneskjell i Europa er f.eks. funnet i Lindåspollene og Fauskangerpollen i Hordaland. Haneskjell har sin hovedutbredelse nord for Lofoten. Poller kan pga. begrenset vannutskifting og årtusenens geografisk isolasjon ha utviklet planter og dyr med spesielle genetiske egenskaper. Derfor bør pollers flora og fauna undersøkes før en pollutbygging settes i gang.

5.3 Posemetoden

5.3.1 Prinsipper og strategier for drift av poser

Terje van der Meeren

Bruk av poser til oppdrett av marin fiskeyngel er en forholdsvis ny metode. Det står derfor igjen et betydelig utviklingsarbeid før en endelig "kokebok" kan utformes. Det som vil bli presentert i dette kapittelet, vil derfor være prinsippene for poseproduksjonen samt de strategier som posesystemet drives etter i dag. Også teknologiske aspekter vil bli nevnt. Innenfor poseteknologien vil det fortsatt være fritt frem for mange "Petter Smart"-løsninger.

Oppdrett av torskeyngel i poser er en semi-intensiv produksjon der fôrorganismer må tilføres for å dekke larvenes næringsbehov for å kunne vokse og overleve (fig. 5.17). Vanligvis benyttes naturlig dyreplankton som byttedyr, og planktonet produseres enten i et pollsystem eller samles direkte fra sjøen. Dette forutsetter teknologi hvor store mengder sjøvann filtreres slik at planktonet blir oppkonsentrert og delt inn i ulike størrelses-fraksjoner. Filtreringsprosessen må foregå svært forsiktig slik at de skjøre planktonorganismene ikke skades. De ulike størrelses-fraksjonene av oppkonsentrert plankton ledes så over i oppdretts-enhetene som vanligvis er poser. Posene er hengt opp i et flåtesystem hvor også planktonfilteret kan plasseres. Det er ingenting i veien for at større landbaserte tanker kan benyttes som et alternativ til poser.

Planktontetthetene på lokaliteten er avgjørende for om det kan skaffes nok mat til torskelarvene. I sjøen vil ofte plankton-tetthetene variere svært meget i tid og rom, blant annet fordi vind med ulik retning og styrke stadig vil påvirke vannmassenes omrøring. Planktonet vil til stadighet vandre eller bli flyttet opp og ned i vannsøylen, og produksjonen blir derfor ikke så høy som i en poll hvor vannmassene er mye mere stabile. Hvis en poll anvendes, kan systemet i tillegg manipuleres med tilførsel av nærings salt og omrøring slik at planktonproduksjonen økes ytterligere (fig. 5.17).

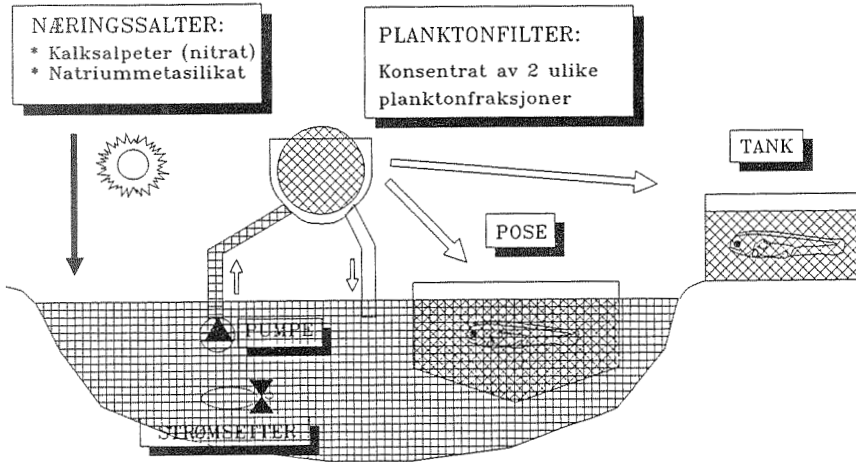


Fig. 5.17 Prinsipp for semi-intensiv produksjon av fiskeyngel og ekstensiv produksjon av dyreplankton.

Beskrivelse av utstyr for poseproduksjon

Posene som skjematisk er vist på fig. 5.18, er vanligvis større enn 75 m³. Sirkulære poser som er fem til seks meter dype og har en diameter på seks til åtte meter, er mye brukt. Utvendig, fra bunnen av posen og opp til overflaten, er en avløpslange for utskifting av bunnvann. Innvendig i posen er en fleksibel slange med en avløpsfil på enden. Avløpsfilen er kledd med planktonduk som må kunne skiftes ved et enkelt håndgrep. Planktondukens maskevidde er 350 µm når torskelarvene

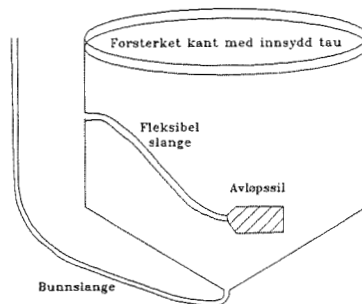


Fig. 5.18 Prinsippskisse for pose til oppdrett av torskeyngel.

settes ut i posen, men maskevidden må ofte økes til mer enn 1 mm med økende gjennomstrømming av vann når larvene blir eldre. Diameteren på den fleksible slangen inne i posen bør være mer enn 12 cm for å kunne svelge unna det tilførte vannet. Vanligvis har posene kôn bunn i nederste halvpart, men også poser med kôn fra vannoverflaten har vært prøvd. Hensikten med kôn bunn er å lettere kunne samle opp organisk materiale og dødt plankton som synker til bunns. De øverste 10 cm av posen bør være dobbel og forsterket med 12 mm innsydd tau. Like under tauet bør det være gjennomgående hull med 10 cm mellomrom slik at posen kan "sys" fast til ett rekkverk eller lignende i flåtesystemet. Både svarte og mørk grønne poser har vært benyttet med godt resultat.

Posene kan lages av ulike typer plastmateriale. Polyvinylklorid (PVC) har vært prøvd grunnet den store slitestyrken. Imidlertid er PVC dyrt og tungt å håndtere. Videre er det funnet lekkasje av organiske stoffer til vannet fra PVC-duken. Det er mistanke om at disse stoffene kan være giftige for fiskelarvene. Det finnes flere typer PVC-duk, og det er mulig at ikke alle disse vil lekke organiske stoffer til vannet. Som alternativ til PVC kan posene lages av 3-lags flettet duk av polyetylen (PEL). Denne er rimelig (ca. 6000,- for en 100 m³ pose) og kan bæres av en person. Den har stor slitestyrke, men tåler ikke spisse eller skarpe gjenstander. PEL-duken er dessuten fri for skadelige stoffer som vil lekke ut til omgivelsene. Ved forsiktig behandling kan PEL-posene ha en levetid på to sesonger.

Flåtesystemet må ha god oppdrift. Ved kraftig gjennomstrømming av vann i posene vil hver pose kanskje veie mer enn ett tonn! I tillegg vil planktonfilteret i full drift kanskje veie mer enn to tonn. Flåten bør dessuten ha god plass for et arbeidsdekk, arbeidsbenk og en liten hytte hvor journaler og prøvetakingsutstyr lagres. Deler av et sjøanlegg beregnet på laks påsveist et lavt rekkverk for oppheng av posene vil muligens være ideelt. Ofte har posene vært hengt opp i PEH-ringer av type polarsirkel. Dette er en dårlig løsning da manglende oppdrift vil forårsake at ringene synker ved økt vanntilførsel.

Filtersystemet plasseres sentralt på flåten slik at det er så kort strekning som mulig mellom filteret og posene. Filtersystemet (fig. 5.19) består av en nedsenket pumpe, tilførselsrør til filteret, selve filteret, avløpsrør fra filteret, to oppsamlingstanker for minste og største planktonfraksjon og til slutt forgreninger med tilførselsslanger til posene.

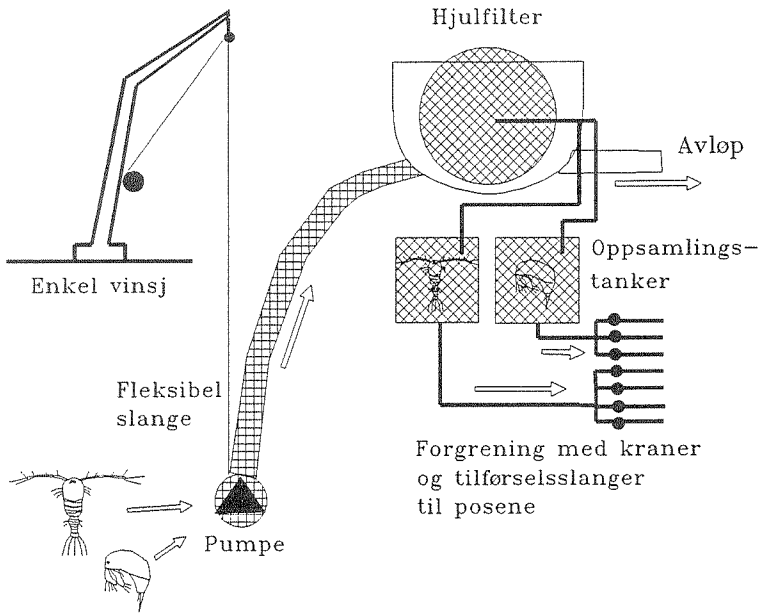


Fig. 5.19 Prinsippkisse av filtersystemet for innfangning av dyreplankton.

Den nedsenkede pumpen bør ha en kapasitet på mer enn 5 m^3 pr. minutt. Øvre grense for pumpekapasiteten vil være avhengig av hvilken filterstørrelse eller type som benyttes. En sentrifugal-pumpe med lavt turtall (mindre enn 1400 omdr. pr. min.) kan f.eks. brukes uten at planktonet skades i vesentlig grad. Noen av disse pumpene fås uten pumpehus til montering inne i rør slik at de fungerer som en strømsetter. Dette vil nok være mest skånsomt for planktonet, men det er dyrere fordi det krever et spesielt stigerør. Det er svært viktig at vanninntaket til filteret kan reguleres med hensyn til dyp. Vanligvis er det i en poll mest plankton like over bunnen. Når pumpen er satt inn i et stigerør er det vanskelig å regulere vanninntakets dyp. Derimot hvis pumpen henger fritt i en enkel kran med vinsj (fig. 5.19) og en fleksibel slange benyttes som tilførselsrør til filteret, vil vanninntaket fritt kunne posisjoneres i det dyp der det til enhver tid er mest plankton.

Selve planktonfilteret kan være av typen hjulfilter. Andre filtre er under utprøving, men de er ikke på markedet ennå. Hjulfilteret består av en tank som er delt inn i tre kammer v.h.a. to hjul med planktonduk av ulik størrelse (fig. 5.20a). Disse hjulene kan skiftes slik

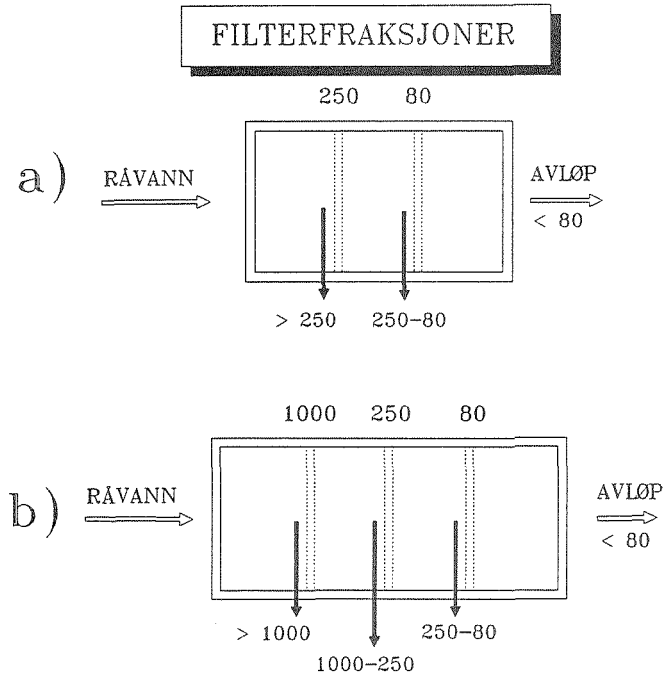


Fig. 5.20 Skjematisk tegning av planktonfilteret. Svarte piler er planktonfraksjoner som spyles av planktonduk (stiplet) med ulik maskevidde: a) filteret slik det leveres i dag med en definert planktonfraksjon (80-250 μm), b) ideell utforming av et filter med to definerte planktonfraksjoner (80-250 μm og 250-1000 μm).

at den planktonstørrelse som det er behov for, kan filtreres fra vannet som strømmer gjennom filteret. Planktonhjulene roterer og dyreplankton som ikke går igjennom hjulet, fester seg på duken og blir kontinuerlig spylt ned i en boks. Fra denne renner planktonet ned i de to oppsamlingstankene som er plassert under filteret. Oppsamlingstankene kan f.eks. ha et volum på mellom 200 og 500 liter. Oppsamlingstankene kan eventuelt sløyfes slik at planktonet fordeles direkte til posene. En oppsamlingstank vil likevel være en fordel hvis det er mye smått partikulært organisk materiale i vannet. De døde organiske partiklene og dødt plankton vil sedimentere ut i oppsamlingstanken, mens det levende planktonet vil forbli i vannsøylen i tanken. Utføringen til posene kan så skje i intervaller

slik denne sedimenteringen kan finne sted. Videre vil det også være lettere å sikre at posene får lik vannmengde med plankton hvis det benyttes oppsamlingstanker.

Egentlig burde hjulfilteret hatt tre hjul slik at det kunne tas ut to definerte planktonfraksjoner (d.v.s. at størrelsen av planktonet er både større enn en nedre grense og mindre enn en øvre grense) (fig. 5.20b). Med to hjul slik filteret leveres i dag (fig. 20a), kan det tas ut kun én slik definert fraksjon pluss en fraksjon som kun er større enn den maskevidde det er på det første hjulet. Dette kan skape en del problemer fordi det åpner for muligheten til å få inn maneter og andre større organismer som kan predatere på fiske-larvene. Videre er det lett for at rester av makroalger (sly) og annet større organisk materiale kommer inn i posen. Økt mengde organisk materiale i posene kan føre til økt oksygenforbruk og fare for at vannet råtner. Med tre hjul og en stor maskevidde på det første hjulet (1 til 2 mm) ville uønsket materiale enkelt hindres i å nå posene. Filteret og oppsamlingstankene bør reingjøres skikkelig med høytrykksspyler minst én gang i uken.

Forgrening med tilførselsslanger til posen bør kunne skiftes med et enkelt håndgrep. Forgrensingene bør ha kraner slik at de ulike posene kan få individuell behandling m.h.p. vanntilførsel. Diameteren bør være stor nok til at opp til 100% av posens vannvolum kan skiftes ut pr. døgn (1,5 til 2"). Tilførselsslengene bør byttes med rene slanger minst én gang i uken da det ellers lett vil gro inne i dem.

Hvis poseanlegget er plassert i en poll må pollen drives etter de prinsipper som er beskrevet i kap. 5.2.1. I dette inngår tørr-legging eller rotenonbehandling, gjødsling, og omrøring med strømsetter (fig. 5.17). Hvis pollen er av moderat størrelse (mindre enn 100.000 m³) og har kort distanse til friskt dypvann (dypere enn ca. 35 meter), kan det vurderes hvorvidt det bør investeres i dypvannsledning og pumpe med kapasitet av minst 5% av pollens volum pr. døgn. Et slikt pumpesystem vil kunne tilføre friskt og næringsrikt dypvann etter rotenonbehandling. Videre vil det være mulig å holde god saltholdighet i perioder med sterk nedbør. Dette vil være av stor betydning for å holde en stabil plankton-produksjon. Også næringssalt vil bli tilført gjennom et slikt system. Hvis pollen er større enn 100.000 m³ vil det ofte bli for dyrt å inninstallert en slik pumpe fordi dimensjonene blir store.

Drift av posene etter utsetting av larver

Før torskelarvene kan settes ut i posen må forholdene legges til rette for prøvetaking. Prøver av oksygen må tas daglig i alle posene f.eks. like under overflaten, i midten av posen og ved bunnen. Temperatur og saltholdighet leses av to til tre ganger i uken i en av posene. Det er viktig å føre skikkelig journal. Hvis anlegget ligger i en poll er det også viktig å ta disse prøvene i pollen. Videre bør det anskaffes en håv av 80 μm planktonduk med diameter på ca. 20 cm, samt en lett gangbro som kan legges over midten av posen. Prøver av torskelarver og dyreplankton tas ved å senke håven til bunnen av posen for deretter å dra den hurtig vertikalt opp til overflaten i midten av posen. Innholdet i håven spyles ned i spissen hvor det er påmontert en håvkopp (et rør som er lukket i ene enden). I bunnen av håvkoppen er det et hull med gummipropp slik at innholdet i håven kan spyles ned på et glass. Bruk av 4% formalin vil konservere planktonet og larvene slik at lengden av larvene kan måles og planktontetthet og plankton typer kan bestemmes.

Posene fylles med filtrert vann som kan tas fra avløpsvannet til filteret. Bunnslangen må være tilgjengelig slik at bunnvann kan pumpes ut av posen. Dette vil være nødvendig når oksygenivået i bunnen av posen synker under 70% metning. Det er en god rutine å ta ut 200-300 liter bunnvann et par ganger i uken. Den innvendige avløpsslangen henges opp i et tau like under overflaten. Bruk av vekter på avløpssilen og på midten av den fleksible slangen sikrer at den henger på en slik måte at luftlommer ikke kan blokkere avløpet. Unngå bly, kobber eller galvanisert jern som vekter, fordi giftige tungmetaller kan frigjøres til vannet i posen. Torske-larvene kan settes ut i posen når de er fra 1 til 3 dager etter klekking. Anbefalt tetthet er mellom 1 og 2 larver pr. liter. Ved dag 2 etter klekking starter filtreringen av dyreplankton, og den minste planktonfraksjonen tilføres i posens overflate. Hjulfilteret bør ha 80 μm i hjulet nærmest avløpet, og 250 μm i hjulet foran. Den minste planktonfraksjonen vil da bestå av organismer som er mellom 80 og 250 μm , og dette er en ideell størrelse for startfôring av torskelarvene. Det vil hovedsaklig være nauplier og hjuldyr (se kap. 5.1) som samles til posene. Planktontettheten i posene bør ligge mellom 100 og 500 byttedyr pr. liter. For høy tetthet av stort plankton kan trolig føre til stress og økt dødelighet hos larvene.

Allerede kort tid etter utsetting vil det ved hjelp av et binokular (6 til 50 ganger forstørrelse) være mulig å se at torskelarvene har tatt til seg næring i form av et grønnlig tarminnhold. Den første uken etter at torskelarvene er satt ut i posen vil de

for det meste stå dypt i posen. Når det er mørkt vil de være jevnere fordelt, og kan av og til observeres i overflaten v.h.a. lommelykt. Byttedyrene til torskelarvene vil også stå dypt i posen på dagtid. Ved å redusere lyset med å ha dekknot over posen, kan både torskelarvene og planktonet bringes høyere opp i vannmassene. Imidlertid er det ikke sikkert at dette er tjenlig, fordi algeproduksjonen i posen da reduseres. Algeproduksjonen er svært viktig fordi dyreplanktonet i posen beiter på algene. På denne måten holder de et godt næringsinnhold som vil komme torskelarvene til gode. Etter to til tre uker vil larvene være vanligere å se i overflaten hvor de beiter på dyreplankton. Det ser ut til at de fortrekker den delen av posen hvor det er skygge.

De første to ukene vil det vanligvis ikke være nødvendig med vannutskifting mer enn det som tilføres ved føring. Det anbefales at dette tilsvarer mellom 1% og 2 % av posen volum pr. døgn. Vannutskiftingen vil være avhengig oksygeninnholdet i posen og må økes hvis oksygenmetningen i bunnen kommer under 80%. Senking av avløpssilen til bunnen av posen kan også hjelpe på synkende oksygennivå. Etter to uker er det vanligvis nødvendig å øke vanngjennomstrømmingen. Hvis det ikke er gjort tidligere bør avløpssilen senkes til bunnen av posen. Hvis torskelarvene tre uker etter klekking har kommet i god vekst vil det være nødvendig å øke maskevidden i avløpssilen (f.eks. til 500 μm).

De første to ukene etter utsetting er det tilstrekkelig å kun føre med den minste planktonfraksjonen. Torskelarvene som ikke lykkes med startføringen, vil dø innen 14 til 16 dager etter klekking. Etter to uker vil dødeligheten være svært liten dersom larvene tilføres nok byttedyr. Larvene som har overlevd startføringen, øker vekten sin eksponensielt, og når de er tre uker gamle vil de begynne å spise større byttedyr som yngre stadier og voksne stadier av hoppekreps (se kap.5.1.1). En del av naupliene i posen som ikke er blitt spist, vil vokse slik at torskelarvene hele tiden vil ha byttedyr av optimal størrelse. Tidspunktet for å skifte til planktonfraksjonen med store byttedyr (større enn 250 μm) vil være avhengig av størrelsen til torskelarvene som igjen vil være avhengig av temperatur og næringstilgang. Torskelarver som er større enn 0,2 mg (ca. 6 mm), vil vanligvis være i stand til å fange yngre stadier av hoppekreps.

Figur 5.21 viser et tenkt forløp av en gruppe torskelarver i en pose. De fire første ukene er det ingen store problemer med å skaffe nok plankton for larvene. Behovet for mat (energi) vil først øke kraftig etter at dødeligheten har stabilisert seg på et lavt nivå. Økningen i matbehovet utlignes ved å skifte fra den minste til den største

planktonfraksjonen. Etter vel fire uker kan det inntreffe at larvenes behov overgår hva som kan tilføres av plankton. Enten må filterkapasiteten økes slik at det tilføres mer dyreplankton, eller så må larvene som nå er godt i gang med metamorfosen, tilvennes

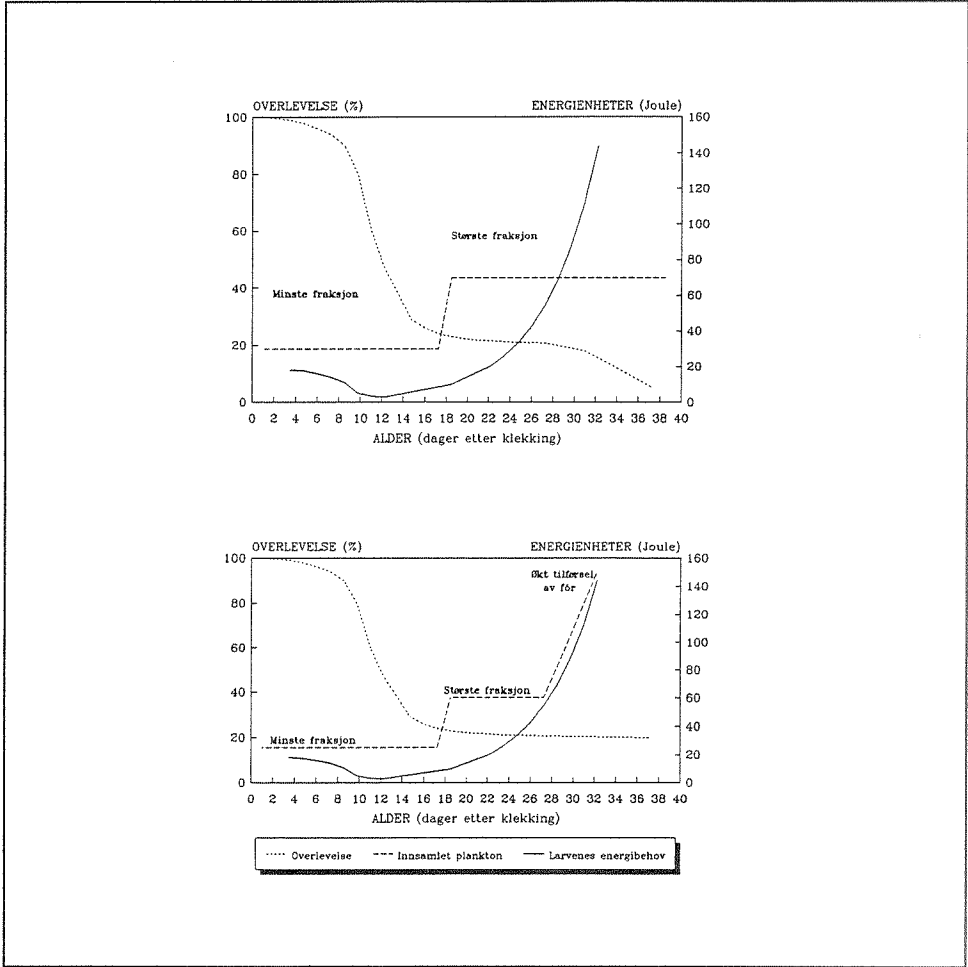


Fig. 5.21 Tenkt forløp av overlevelse og energibehov ved en konstant vekstrate for en larvegruppe satt ut i en pose; øverst: energibehovet dekkes ikke etter 25 dager med det resultat at dødeligheten øker, nederst: energibehovet dekkes gjennom hele larveperioden og dødeligheten øker ikke.

formulert fôr. Man har svært få erfaringer med bruk av formulert fôr hos fire uker gamle larver, og dette har størst sjanse til å bli vellykket dersom larvene er ferdig metamorfosert og er over 30 mm lange. Bruk av formulert fôr direkte i posen er også betenkelig fordi det øker den organiske belastningen i systemet. Resultatet kan lett bli oksygensvikt og massedød. Det er også mulig å starte med klekking og utfôring av saltkreps (*Artemia*) for å sikre torskelarvene nok mat.

Hvis larvene får dekket energibehovet sitt vil det resultere i stabil overlevelse (fig 5.21, nederst), mens hvis energitilgangen er utilstrekkelig vil dødeligheten øke kraftig bl.a. grunnet kannibalisme (fig.5.21, øverst). Utilstrekkelig byttedyrtilførsel er lett å oppdage ved å telle plankton i posen da torskelarvene bokstavelig talt vil spise vannet i posen reint for plankton. Tabell 5.1, 5.2 og 5.3 i kapittel 5:1.2 kan brukes for å sjekke om torskelarvenes energibehov samsvarer med energiinnholdet i den daglige tilførte mengden av dyreplankton. Om det ikke holdes kontroll med larvenes behov, kan dette få alvorlige følger allerede få dager etter at larvenes behov er større enn tilførselen: På grunn av den eksponensielle veksten går det bare fire til fem dager før larvenes behov er dobbelt av hva som tilføres i den største plankton-fraksjonen (fig.5.21, øverst). I et slikt tilfelle kan man risikere å sitte igjen med noen få store torskelyngel når posen skal tømmes.

Innfanging av torskelyngelen

Hvis overlevelsen har vært god er det meget viktig å holde god kontroll med oksygenmetningen i posen når larvene begynner å nærme seg størrelse for innfanging (minst 35 mm). Posen bør ha en kapasitet til å tåle opp til 100% vannutskifting pr. døgn. En plutselig og kraftig økning av vannstrømmen bør unngås fordi dette kan føre til at lommer med oksygenfattig vann i bunnen av posen kan virvles opp.

Innfanging kan skje enten ved at posen tømmes med en pumpe mens fisken fanges med håv, eller ved at en merd av fin tobisnot tres utenpå posen som løses på ene siden. I det siste tilfellet kan yngelen svømme over i noten. Det som er viktig er at yngelen behandles så skånsomt som mulig fordi den er meget utsatt for stress. En stresset torskelyngel vil lett få vibriose. Sortering av yngelen når den tas ut av posen vil være en stor fordel for redusere kannibalsmen. Videre kan fôring med formulert fôr i posen de siste dagene før innfanging lette overgangen fra plankton til f.eks. tørrfôr.

5.3.2 Erfaringer med oppdrett av torskeyngel i poser

Håkon Otterå

Man har relativt liten erfaring med oppdrett av torskeyngel i poser. I det følgende kapittel vil det bli presentert resultater fra en del anlegg som har drevet med produksjon av torskeyngel i poser. Bruk av poser i rent vitenskapelig sammenheng vil ikke bli presentert nærmere her. Til slutt vil det bli diskutert noen generelle aspekter med poseoppdrett av torsk.

Ved Austevoll Havbruksstasjon er det utført en rekke forsøk med **intensiv** oppdrett av torskeyngel i poser i perioden 1979 til 1985. Disse forsøkene har vært basert på relativ høye tettheter av larver og byttedyr. Byttedyrene (planktonet) har blitt samlet inn fra sjøen ved et enkelt filtersystem. Fra 1982 er det blitt supplert med hjuldyret *Brachionus plicatilis*, dyrket i laboratorium (se kap. 5.1). Varierende utforming på posene er blitt brukt fra år til år, fra poser på 175 m³ av PVC-duk i 1979 til poser på 10 m³ av polyetylen-duk i 1983 til 1985. Denne siste poseotypen har blitt brukt også i seinere forsøk med kveite og piggvar. Veksten til larvene i disse forsøkene har oftest vært langt dårligere enn i tilsvarende forsøk i pollsystemer. Overlevingen har også vært dårligere, antall fisk ut av posene har vært ganske jevnt, ca. 5000 i 1982, 1983 og i 1984, noe mindre de andre årene. Samlet posevolum var ca. 80 m³, d.v.s. en produksjon på ca. 60 yngel pr. m³ posevolum. Se "Veiledning i torskoppdrett" P.G.Kvenseth (red.) 1985, for nærmere opplysninger om disse forsøkene.

De to siste årene har det vært en kraftig økning i interessen for poseoppdrett av torskeyngel, men da i en litt annen form, såkalt **semi-intensivt** oppdrett.

Selve utformingen av posene og innfangingen av plankton kan være den samme som for intensiv yngelproduksjon, men driftsformen er noe annerledes. En baserer seg her på lavere tettheter av både larver og plankton i posene. De fleste forsøk er også gjort med større poser (75 - 800 m³ volum).

Forsøk med poser plassert i et basseng (Svartatjønn, et marinisert ferskvann) ved Austevoll Havbruksstasjon i 1988 ga lovende resultat. Fire poser på 7 m³ hver gav en produksjon på opptil 2000 yngel pr. pose etter ca. 50 dager, noe som tilsvarer en overleving på 10 %. Dette var et anlegg der planktonet ble pumpet inn direkte, uten oppkonsentrering, fra Svartatjønn som fungerte som dyrkingsbasseng for plankton. Veksten var god, omtrent som i en poll.

Det anlegget som har lengst erfaring med semi-intensiv yngelproduksjon av torskeyngel er Blom fiskeoppdrett A/S i Øygarden. Dette er et anlegg som primært driver med settefisk og matfisk av laks, men som de siste årene har gjort storskalaforsøk med oppdrett av torskeyngel i poser. En pose på ca. 600 m³ volum ble benyttet i 1988. Posen var av polyetylenduk, og ble hengt opp i et 10 x 10 meter stålbur. Planktontilførselen kom fra et Unik 900 hjulfilter. I 1988 ble larvene satt ut i midten av mars. Det ble anslått at i størrelsesorden 100.000 nådde metamorfose, og ca. 20 - 30.000 yngel på 10 - 20 gram ble tatt ut fra posene.

Resultatet fra sesongen 1989 var enda mer oppløftende. Samme type poser ble benyttet, men det ble benyttet fire poser og filterkapasiteten ble økt med et Unik 900 og et Unik 1200 filter. I størrelsesorden 0,5 til 1 million larver ble satt ut i hver pose i siste halvdel av mars. Overlevingen fram til metamorfose ble grovt anslått til å være flere hundre tusen for hele anlegget. I begynnelsen av juni ble opptil 70.000 yngel talt ut av en pose. Tilsammen ble det tatt ut ca. 160.000 yngel av hele anlegget. Kannibalisme og vibriose førte imidlertid til at dette antallet ble redusert utover sommeren, ca. 60.000 var igjen i slutten av oktober.

Til sesongen 1989 startet også flere andre opp forsøk med yngelproduksjon av torsk i poser. Unik Filtersystem A/S bygde et forsøksanlegg på Strøno i Os (kommune sør for Bergen). Ved siden av uttesting av filtersystemer ble det gjort forsøk med produksjon av torsk- og piggvaryngel i anlegget. Anlegget var bygd opp av fire poser av PVC-duk, hver på ca. 300 m³ volum. Posene var montert på et treanlegg som også rommet klekkeri og tilvennings-kar. For innsamling av plankton ble det benyttet to Unik 900 filter og to Unik 1200 filter. Første utsetting ble gjort i to av posene i midten av mars, men resultatet var dårlig, trolig på grunn av lavt saltinnhold ved oppfylling av posene (nede i 26 promille). Posene ble avsluttet og nye grupper ble satt ut i april måned. Noen av posene ble gjødslet. Det ble satt ut ca. 1,5 larver pr. liter posevolum. Ca. 40.000 yngel av en størrelse på 1 - 2 gram ble veid ut av posene.

Selvågfisk i Os kommune hadde anlegget sitt plassert inne i en poll på ca. 70.000 m³ volum. De hadde åtte poser av polyetylenduk, hver på ca. 100 m³ volum. Et Unik 900 filter stod for planktontilførselen til hele anlegget. I størrelsesorden 200.000 larver ble satt ut i hver pose i mars. Mattilførselen var bra fram til metamorfose. Etter metamorfose ble det mangel på dyreplankton. Ca. 25.000 yngel ble solgt fra anlegget, men antallet var betydelig høyere ved metamorfose.

Rong laks i Øygarden gjorde også innledende forsøk med poseproduksjon av torskeyngel, og produserte 4 - 5.000 yngel i en pose på 500 m³ volum.

Ved Nærøysund Yngelfarm ved Rørvik ble det også gjort forsøk med semi-intensiv produksjon av torskeyngel i kar. Et 800 m³ kar av PVC-duk med aluminiumsramme ble benyttet og planktontilførselen kom fra et Unik 900 filter og et trommelfilter. Ca. 1,7 millioner larver ble satt ut i begynnelsen av mai, men på grunn av dårlig planktontilførsel gikk det dårlig for denne gruppen. En ny gruppe på ca. 600.000 larver ble satt ut 14/18 mai. Byttedyrkonentrasjonen var lav ved utsetting, men økte til ca. 20/liter etter en uke. Fra begynnelsen av juni var det lite plankton i bassenget, noe som førte til mye kannibalisme. Veksten av yngelen var god, opp til 18 % tilvekst pr. dag. Tilsammen ble ca. 8.000 yngel tatt ut av karet i midten av juli.

Ved Havforskningsinstituttet sitt anlegg ved Parisvatnet i Øygarden ble det startet opp et forsøksanlegg for poseproduksjon av torskeyngel til 1989-sesongen. Fire poser av PVC-duk, hver på 75 m³ volum ble benyttet. Anlegget fikk planktontilførselen fra et Unik 1200 filter. Ved første utsetting, 7. april, ble 0,9 larver pr. liter satt ut i to av posene og 2,6 larver pr. liter satt ut i de to andre posene. Dette ble gjort for å teste hvilken effekt utsettingstettheten av larver hadde på vekst og overleving i posene. Posene ble gjødslet 9 dager før utsetting. Resultatet var svært dårlig for denne utsettingen, dårlig overleving gjorde at tre av posene ble avsluttet og nye grupper satt ut. Årsaken til det dårlige resultatet er ikke endelig fastlagt, men en sannsynlig årsak kan være dårlige miljøforhold i posene på grunn av utskilling av gift fra posene eller bi-effekter av gjødslingen. Ca. 2.000 yngel ble fanget inn fra to av disse posene. De to siste utsettingene som ble gjort i slutten av april og begynnelsen av mai gav en mye bedre overleving. Veksten var også god, med opptil 19 % daglig tilvekst. Mangel på plankton etter metamorfose førte til en kraftig kannibalisme, som reduserte tallet på yngel fra ca. 50.000 ved metamorfose til ca. 3.000 ved innfangning i juli.

Et anlegg i Halsnøy i Kvinnherad kommune startet opp et anlegg med to poser, hver på 300 m³ volum. Planktontilførselen ble foretatt med et hjulfilter. I størrelsesorden 1,5 millioner larver ble satt ut rundt 20. mars. Flere hundre tusen larver ble rapportert å ha passert metamorfose, men på grunn av omfattende planktonmangel etter metamorfose med påfølgende kannibalisme ble antallet redusert til 18.000 fanget inn i slutten av juni.

Det som var hovedårsaken til at pollmetoden tidligere gav mye bedre resultat enn posemetodikken, nemlig startfôringsfasen ser ikke ut til å være noe stort problem lenger. En mer ekstensiv driftsform kombinert med bedre planktonfiltreringsmetoder og større posevolum ser ut til å gi en ganske god overleving fram mot metamorfose i de fleste forsøk med poser.

Disse erfaringer viser at det største hinderet for en stor yngelproduksjon er en omfattende kannibalisme på grunn av matmangel fra metamorfose og utover sommeren. Torskeyngelens akselererende matbehov fører til at det er vanskelig å skaffe nok levende plankton fram til yngelen er stor nok til å spise formulert fôr. Modellberegninger av konsumet ut fra yngelens vekst viser at det trengs et filtreringsbehov i størrelsesorden 12 m^3 sjøvann pr. minutt pr. 100.000 yngel fram til 0,1 gram størrelse. For å få yngelen frem til 1 gram størrelse, da en kan regne med at tilvenningen til formulert fôr går greitt, trengs det et filtreringsbehov i størrelsesorden 40 m^3 pr. minutt, dette vil imidlertid avhenge av planktonforholdene i sjøen.

Forsøk med tilvenning av torskeyngel til formulert fôr utført ved Havforskningsinstituttet, Parisvatnet har vist at liten yngel kan tilvennes et mykfôr allerede ved en størrelse på ca. 13 mg våtvekt (12 mm standardlengde). Forsøket ble utført i kar og gav en overleving på nesten 40 % etter fire uker. Bruk av tørrfôr på den samme gruppen fisk ga overleving på mellom 8 og 17 prosent. Dersom fisken var ca. 50 mg (19 mm SL) var forskjellen mellom myk- og tørrfôr mindre. Overlevingen etter 4 uker var da ca. 64 % for mykfôr og fra 36 til 65 % for tørrfôr. Fisk på rundt et halvt gram (ca. 4 cm SL) hadde over 76 % overleving for alle fôrtyper. Mykfôret ble laget ved å blande inn ca. 16 % krillmel i vanlig mykpellet til laks.

En kan ikke uten videre overføre resultat fra karforsøk til poser, men forsøkene antyder klart at bruk av mykfôr er å foretrekke framfor tørrfôr i tilvenningsfasen. Dette stemmer også godt overens med erfaringer flere av forsøksanleggene rapporterte om. Forsøkene viste også at dersom tørrfôret ble supplert med små mengder levende plankton, økte dette overlevingen betydelig.

Disse forsøkene viste også at kannibalisme utgjorde opptil 50 % av dødeligheten for den minste gruppen, for den mellomste gruppen utgjorde kannibalisme fra 50 til 86 % av dødeligheten.

Ved siden av kannibalisme ser det ut som om vibriose er det største problemet for større yngel. Torskeyngel er svært utsatt for vibrioseangrep ved temperaturer på over 12 - 14 °C. Uttak av yngel fra posene resulterer ofte i sykdomsangrep, og tapet av yngel kan bli svært omfattende dersom en ikke er oppmerksom og starter medisinerer med en gang symptomer på vibriose blir observert. Se forøvrig kapittel 6.

6. SYKDOMMER HOS TORSK

Odd Magne Rødseth

Ulike sykdomstilstander er allerede i dag en sterkt begrensende faktor ved storskala produksjon av torskeyngel. Man må forvente at en økende intensivering i næringen vil medføre at flere tapsbringende sykdommer introduseres til oppdrettsbestandene. Det er derfor av stor betydning at også marinfiskproduksjonen blir gjenstand for en organisert helseovervåking, og ikke minst at oppdretterne selv får økt kunnskap om de sykdommer man kan forvente vil bli et problem i næringen.

En ferdig tørrfôrtilvendt yngel er i prinsippet et "ferdig produkt" som bare trenger å videreføres for å bli salgbar. Dødelighet etter dette stadium skyldes driftsuhell, kannibalisme og ulike sykdomstilstander. Av det totale antall marinfiskyngel (torsk, piggvar og kveite) som ble produsert i perioden 1989-90, døde ca 30-35 % av ulike smittsomme sykdommer. Det er derfor ingen overdrivelse å si at sykdomsproblemet allerede i dag er en av de viktigste enkeltfaktorer som setter begrensninger for en videre vekst og utvikling i næringen.

En effektiv kontroll av smittsomme sykdommer kan bare oppnås gjennom et nært samarbeid mellom forskning, forvaltning og næring. Første skritt i en organisert helseovervåking er oppnådd gjennom midlertidig lov om tiltak mot sjukdom hos akvatiske organismer som trådte i kraft 22. juni 1990. Loven gir landbruksdepartementet hjemmel til å forebygge, begrense og utrydde sykdommer hos akvatiske organismer, herunder marine fiskearter. Skal loven få praktisk betydning, er det imidlertid viktig at veterinærmyndighetene gis mulighet til å utvide kapasiteten både sentralt og lokalt.

Dette kapitlet gir en oversikt over de sykdomsproblemene som er knyttet til intensivt oppdrett av torsk i Norge. Basert på data fra ville bestander av relevante marine fiskearter, vil det også bli lagt vekt på sykdommer som man kan forvente vil kunne skape problemer i en fremtidig norsk torskenæring.

6.1 Virussykdommer

6.1.1 Lymfocystis disease virus (LDV)

Sykdomsbeskrivelse.

Lymfocystis gir typiske forandringer i form av enkle eller klaser av kremfargede knuter opptil 2 mm. på fiskens overflate. Knutene sitter ofte ved basis eller på selve finnene.

LDV forårsaker en kronisk lidelse, som primært angriper fiskens hud- og bindevev. Bare i enkelte tilfeller er det registrert spredning til fiskens indre organer. Dødeligheten er oftest lav ved utbrudd. Fisk som overlever sykdomsutbrudd blir bærere av viruset (latent smittebærer).

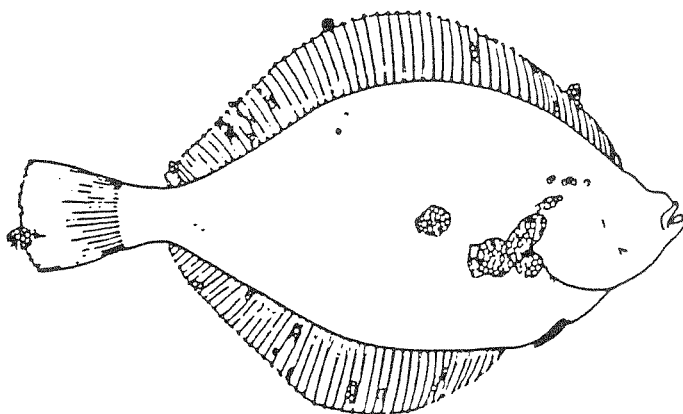


Fig. 6.1. Typiske ytre forandringer ved Lymfocystis hos flatfisk. Hentet fra: Ivar Rønnestad (red.) 1988. Oppdrett av kveite (*Hippoglossus hippoglossus*). Havforskningsinstituttets rapportserie: Akva 8806.

Diagnostikk

De karakteristiske forandringene i hudlaget gjør det relativt enkelt å påvise LDV på grunnlag av ytre sykdomstegn. Det er sjelden behov for isolering og identifisering av viruset for å stille en sikker diagnosen.

Geografisk utbredelse og vertsregister

LDV er beskrevet fra 125 fiskearter, både marine og ferskvannsarter. Spesielt ulike flatfiskarter synes å være mottakelig. LDV er ikke påvist i oppdrettstorsk i Norge. I ville bestander er LDV registrert en relativ stor utbredelse, spesielt i Nordsjøen og Barentshavet. LDV er kjent for å være et relativt stort problem i oppdrett av seabream og seabass i Spania, Portugal og Israel.

Epidemiologi

Smitteoverføring skjer trolig ved at infiserte celler sprekker og frigjør store mengder viruspartikler til sjøvann. Små skrammer eller sår i huden er potensielle innfallsporter for frie virus. Hele virus-infiserte "kjempeseller" kan løsne fra smittet fisk og falle til bunnen. Her kan "kjempesellen" bli spist av bunnfisk eller sprekke og frigjøre viruspartikler. Dette er trolig årsaken til at bunnlevende flatfisk er spesielt mottakelig for LDV. Sykdommen kan overføres med fôr; men det er derimot ingen indikasjoner på at den overføres fra morfisk til egg (vertikal smittespredning)

Behandling og kontroll

Det finnes ingen behandling mot LDV. Nedslakting og desinfeksjon er eneste mulighet for å kunne eliminere lidelsen. Kontrolltiltak bør hovedsaklig settes inn på god hygiene samt karantene og grundig undersøkelse av innsamlet villfisk.

6.1.2 Viral erythrocytisk nekrose virus (VENV)

Sykdomsbeskrivelse

Infisert fisk utviser lite eller ingen forandringer i atferd eller sykdomstegn. Karakteristisk for smittet fisk er at blodet koagulerer svært seint og det kan oftest registrere en lav hematokritverdi. Sykdomsforandringene er hovedsaklig begrenset til fiskens røde blodceller (erythrocytter).

Diagnostikk

Sykdommen påvises ved mikroskopering av fargede blodutstryk, eller ved observasjon av viruspartikler i røde blodlegemer ved elektronmikroskopi.

Epidemiologi

Smitteoverføring er demonstrert i smitteforsøk. Inkubasjonstiden i forsøket varierte fra 7 dager til 3 måneder. Sykdommen er utbredt i ville fiskebestander (endemisk utbredelse: viruset er konstant tilstede i en viss del av bestanden).

Geografisk utbredelse og vertsregister

VENV har størst utbredelse i kystfarvann i nordøstlige deler av USA. Nyere registreringer fra Nordsjøen indikerer imidlertid at viruset har større utbredelse enn tidligere antatt.

Behandling og kontroll.

Det finnes ingen terapi for VENV. Kontrolltiltak må hovedsaklig settes inn på karantene/sykdomskontroll på villfanget fisk, og sanitetsslaktning (blodvann er et viktig smittereservoar).

6.1.3 Infeksiøs pankreasnekrose virus (IPNV)

Sykdomsbeskrivelse

IPN er ikke påvist hos torsk. Man har imidlertid i de senere år registrert IPN i forbindelse med høy dødelighet hos piggvar og kveite. Følgende sykdomstegn ble registrert på piggvar og kveite: Nedsatt appetitt, unormale svømmebevegelser; fisken svømte høyt i karet, ofte med spiralbevegelser. Blødninger kunne observeres i hoderegionen (spesielt rundt hjernen). Tarmen var vanligvis tom, og hadde ofte blødninger i bakre del. I noen tilfeller kunne det observeres en oppsvulmet væskefylt buk. Disse observasjonene er i overensstemmelse med tidligere beskrivelser av IPN på piggvaryngel.

Sykdomsfremkallende agens

IPNV er det første fiskepatogene virus som er isolert. Viruset vokser ved temperaturer mellom 4 og 26 °C. Det er beskrevet 10 ulike stammer (serotyper) av IPNV. Disse varierer sterkt m.h.p. evnen til å forårsake sykdom (virulens). I Europa er stammene Sp og Ab dominerende, der Sp-stammen er den mest patogene. I tillegg er en ny stamme N1 beskrevet fra Atlantisk laks, piggvar og kveite i Norge.

Diagnostikk

IPNV lar seg dyrke på de fleste cellelinjer for fisk. Dyrking på cellelinjer og serologiske identifikasjon gir en sikker diagnose.

Epidemiologi

IPNV smitter både fra individ til individ (horisontalt) og fra morfisk til avkom (vertikalt). Ved kliniske utbrudd av IPN vil infiserte individer kontinuerlig utskille viruspartikler fra slim og avføring. Dette vil gi opphav til et stort smittepress i miljøet. Voksne bærerindivid regnes som det viktigste reservoar for smitten. Latente smittebærere kan avgi viruspartikler via urin, avføring og kjønnsprodukter (vertikal smitteoverføring). Overføring av viruset kan også skje via pattedyr og fugler. IPNV er påvist i avføringen til fugl som har spist infisert fisk. IPNV er svært stabilt, også utenfor en vertsorganisme. Det er demonstrert overleving i sedimenter i flere uker. Viruset kan også overleve og fremdeles opprettholde evnen til å forårsake sykdom i veggene på fiskekar, selv etter flere dager med uttørking. Desinfeksjonsmiddel som klorin, formalin, iodoforer og ozon er effektive mot IPNV. Kliniske utbrudd og inkubasjonstid er vanligvis 1-2 uker, avhengig av virusstamme, stressfaktorer (hovedsaklig temperatur) og fiskens alder.

Geografisk utbredelse og vertsregister

IPNV er utbredt i hele verden. Sykdomsutbrudd av IPN er i første rekke beskrevet fra laksefiske i oppdrett, og da fortrinnsvis på parrstadiet. Det er imidlertid rapportert om isoleringer av viruset fra en rekke akvatiske organismer som skjell, snegler og krepsdyr. Isoleringene er ikke blitt satt i sammenheng med utvikling av klinisk sykdom, men trolig representerer disse organismene et smittereservoar for IPNV.

I de senere år er det isolert IPNV fra en rekke marine fiskearter. Spesielt på yngelstadiet kan sykdommen forårsake akutt, høy dødelighet. Det er rapportert om høy dødelighet på piggvaryngel i Frankrike forårsaket av IPNV, serotype Ab. I Norge er det nylig isolert IPNV både fra piggvar og kveite. I forbindelse med dødelighet hos ulike marine fiskearter på vestkysten av USA ble det isolert IPNV

Behandling og kontroll

Det eksisterer ingen behandling mot IPN. Ved utbrudd av IPN har man klart å redusere dødeligheten ved å senke temperaturen.

Skal man unngå introduksjon av IPN ved anlegget, må det gjennomføres strenge kontrolltiltak på inntak av levende materiale. Siden IPN finnes inne i cellene, fjerner man ikke smittestoffet ved å desinfisere rogn. All rogn må derfor bare komme fra IPN-frie stamfiskpopulasjoner.

Inntak av yngel/stamfisk bør gå gjennom karantenestasjon slik at helsestatus kan bli undersøkt. Rogngrupper bør holdes adskilt og testes før den distribueres.

Det arbeides med vaksiner mot IPN både i norske og utenlandske forskningsmiljøer. Det er imidlertid lite som tyder at en effektiv vaksine mot IPN kan bli kommersielt tilgjengelig med et første.

6.2 Bakteriesykdommer

6.2.1 Vibriose

Vibriose angriper i første rekke fisk som lever hele eller deler av sin livssyklus i sjøvann. Sykdommen må betraktes som et problem i alle former for intensivt fiskeoppdrett i det marine miljø, og er utvilsomt en av de sykdommene som er av størst økonomisk betydning for oppdrett av marine arter i Norge.

Sykdommen vibriose blir tradisjonelt definert som en systemisk bakterieinfeksjon forårsaket av *Vibrio anguillarum*. Man har imidlertid i de senere år registrert en rekke nye *Vibrio*-arter, som kan forårsake ulike sykdomstilstander hos fisk.

Sykdomsbeskrivelse

Vibriose hos torsk kan opptre i ulike former som er karakterisert med ulike sykdomstegn. Man opplever ofte vibrioseutbrudd med stor dødelighet uten vesentlige synlige sykdomstegn. Denne type utbrudd forekommer oftest om sommeren i torskens første leveår. Av sykdomstegn som kan observeres er hovedsaklig blødninger i halefinnen, ofte koblet til sår/slitasje i haleregionen (disse symptomene kan forveksles med halebiting, "kannibalisme"), samt blødninger i kjevepartiet. Bukhulen kan være

utspilt grunnet væskeansamling (acites) i mage og bukhule. Ingen "klassiske" sår og blødninger på overflaten.

Ved et akutt sykdomsforløp utvikler angrepne fisk flere typiske sykdomstegn. Apati, appetittsvikt og pigmenteringsendringer er gjerne tidlige symptomer. De mest fremtredende ytre forandringer er blødninger i kjeve/hoderegionen og ved finnebasis. Oppsvulmede blodige finner kan ofte observeres. Innvendig kan man observere en tom væskefylt tarm, ofte med blodig betennelse. Ellers ingen uttalte organforandringer.

Kroniske sykdomsutbrudd observeres fortrinnsvis på eldre torsk (1+, 2+). Det mest fremtredende er blodige oppsvulmede finner, spesielt rygg og brystfinner. Ulike grader av sårddannelser som variere fra gråhvite skrubsår til dyptliggende bylldannelser.

Diagnostikk

Påvisning av vibriose skjer ved isolering og identifisering av bakterien.

Utbredelse

Vibriose har en verdensomfattende utbredelse. I 1953 ble vibriose påvist i Nord-Amerika, mens det i Asia først gang ble isolert *V. anguillarum* fra syk fisk i 1975.

Vibriose forekommer primært hos marine fiskearter i tropiske og tempererte havområder. Det er imidlertid flere rapporter om vibrioseutbrudd i ferskvann. I de fleste av disse tilfellene kan opprinnelse tilbakeføres til det marine miljø.

Vertregister

Vertregisteret inkluderer primært kommersielt viktige oppdrettsarter som Atlantisk laks, stillehavslaks, regnbueørret, yellowtail, piggvar, seabream og seabass. I tillegg er det rapportert om vibriose hos en lang rekke villfisk, i noen tilfeller assosiert med epidemiske sykdomsutbrudd med høye dødeligheter. Vibrioinfeksjoner kan også være et betydelig problem i oppdrett av skjell og krepsdyr.

Epidemiologi

Vibriobakterier isoleres ofte fra slim og tarm uten at deres tilstedeværelse gjør skade på verten. Fisk i det marine miljø er kontinuerlig eksponert for potensielt sykdomsfremkallende vibriobakterier. Utbrudd av vibriose kan ses på som et resultat av en rekke interaksjoner mellom fiskens fysiologi, miljøet og de opportunistiske

bakteriene. Under praktiske oppdrettsbetingelser opplever man oftest vibrioseutbrudd i forbindelse med at fisken utsettes for ulike stressbelastninger, fortrinnsvis ved vanntemperaturer over 10 °C.

En vanlig smittevei er gjennom skader i huden, forårsaket av håndtering, aggressiv adferd eller ektoparasitter. Mage-tarmkanal er også en mulig smittevei. Bruk av marin fisk som fôr kan også forårsake vibrioseutbrudd i ferskvann.

Har først vibriose etablert seg i enkeltindivider, vil dette medføre en oppkonsentrering av bakteriene i miljøet. Det resterende del av fiskebestanden vil eksponeres for et sterkt økende smittepress. Dersom det ikke iverksettes riktig behandling på et tidlig tidspunkt, vil det økende smittepresset utløse sykdomsutbrudd med høy dødelighet.

Hos marine fiskearter som torsk, piggvar og kveite er det første sommer/høst etter klekking som er forbundet med fare for alvorlige vibrioseutbrudd.

Forebyggende tiltak og behandling

Med bakgrunn av at *V. anguillarum* er konstant tilstede i miljøet og den viktige rollen stress har som predisponerende faktor, bør sykdomsforebygging baseres på to hovedområder: 1) optimalisering av driftsformer og driftsrutiner ved oppdrettsanleggene og 2) vaksinasjon.

1. Optimalisering av driftsformer og driftsrutiner ved oppdrettsanleggene.

Det er viktig at man i erfaringsmessig kritiske perioder av produksjonssyklusen, forsøker å minimalisere håndteringsstresset på fisken. For torsk gjelder dette i første rekke i perioden fra innfangning og frem til yngelen når en størrelse på 15-20 gram. I realiteten gjelder dette hele første sommer/høst, frem til vanntemperaturen synker under 10 °C. I denne perioden er det viktig at man unngår i størst mulig utstrekning håndtering og transport av fisken, holder stabil temperatur og en optimal hygiene, samt foretar regelmessige undersøkelser av mistenkelige individer. Dette er viktig for å oppdage et sykdomsutbrudd på et tidlig stadium, noe som er en forutsetning for at en eventuell medikamentell behandling skal være effektiv.

Masseproduksjon av torskeyngel i poll har tradisjonelt vært forbundet med alvorlige vibrioseutbrudd i perioden etter innfangning. I perioden juni-oktober blir yngelen

kontinuerlig innfanget og oppsamlet i merder, gjerne plassert sentralt i pollsystemet. Vanntemperaturer opp til 18 °C, og en høy organisk belastning forårsaket av utføring både direkte i poll og i merdene, skaper nærmest ideelle forhold for vibriobakterier. Innfangning og påfølgende sortering i et slikt miljø vil utløse vibrioseutbrudd. Situasjonen blir ytterligere forverret når syk fisk oppholder seg i merder i pollen. Et økende smittepress vil i neste omgang føre til vibrioseutbrudd på "frittlevende" torsk i pollen. Endrede driftsformer i slike pollsystemene har bedret sykdomssituasjonen. Ved å pumpe yngel ut i separate merder utenfor pollen eller i kar på land, har man både oppnådd et bedre miljø for yngelen, samtidig som man reduserer smittepresset og organisk belastning inne i pollen.

2. Vaksinerings

Det arbeides med utvikling av vaksiner mot vibriose hos marine fiskearter, i første rekke torsk og piggvar. På grunnlag av biokjemiske og serologiske analyser av *V. anguillarum* isolert fra disse fiskeartere, er det utviklet forsøksvaksiner som er under utprøving. Det er hovedsaklig tre aspekter som må avklares før en effektiv vaksine er en realitet:

(1) På hvilken størrelse kan man vaksinere torskeyngel

Marin fiskeyngel klekkes i et miljø som inneholder sykdomsfremkallende vibriosebakterier, og er følgelig, i motsetning til laksefisk, utsatt for smittepress i hele sin livssyklus. Det vil derfor være av avgjørende betydning for en effektiv vaksinasjonsstrategi å få eksakte data på minimumsstørrelse på torskeyngel for utvikling av beskyttelse. Selv om man har vaksiner som gir god beskyttelse, kan man under praktiske oppdrettsbetingelser få høy dødelighet før yngelen har oppnådd en størrelse hvor den er i stand til å utvikle beskyttelse etter vaksinerings (immunkompetent størrelse). Det må derfor stilles store krav til driftsrutiner i denne perioden.

(2) Stammevariasjoner innefor vibriobakteriene

Vibrio-stammene isolert fra torsk og piggvar utviser variasjoner i de egenskapene som torsken reagerer mot ved vaksinasjon. Bare grundige analyser av et stort antall bakterieisolater kan gjøre en i stand til å utvikle vaksiner som gir en effektiv beskyttelse mot majoriteten av i *Vibrio*-stammer man finner i det marine miljø.

(3) Vaksinasjonsstrategi

Det tar minimum 3-4 uker etter vaksinerer før fisken har utviklet beskyttelse. Håndteringsstress i forbindelse med innsamling og vaksinerer er ofte utløsende for vibriose. Ofte vaksinerer man populasjoner som allerede er smittet av vibriose, og på denne måten forverres situasjonen. Erfaringer fra feltforsøk med torsk høsten 1990, viste at dersom man klarer å unngå vibriose i en tre ukers periode etter vaksinerer vil fisken oppnå varig immunitet. Det er derfor viktig at det arbeides med å tilpasse vaksinasjonsstrategi til de praktiske produksjonsbetingelser i næringen.

I det følgende vil det bli beskrevet en optimal vaksinasjonsstrategi, som i 1990-sesongen gav gode resultater:

- (1) Torskeyngel innsamles fra poll. Fisken samles opp i en merd i pollen.
- (2) Når merden er "full", overføres fisken til kar på land. Fisken dyppvaksineres ved overføringen. NB! Vannforsyningen til karene tas ikke fra pollen. Tørrfôrtilvenning skjer i karene.
- (3) Fisken holdes i karanlegget i ca. 4 uker. Andre gangs dyppvaksinerer foretas ved overføring fra kar til oppsamlingsmerder utenfor pollen.
- (4) Salg av yngel skjer 10-14 dager etter overføring til merdanlegg.

Dersom man ikke har karanlegg, bør man overføre yngelen til merdanlegg utenfor pollen kombinert med vaksinerer så hurtig som mulig. Andre gangs dyppvaksinerer skjer ved overføring til ny merd i oppsamlingsanlegget utenfor pollen.

Behandling

Dersom man får stilt en hurtig diagnose, testet antibiotika-sensitivitet og startet antibiotikabehandlingen på et tidlig tidspunkt, er det mulig å unngå alvorlige sykdomsutbrudd. Dette krever at personell på anleggene er oppmerksom på faren, og raskt slår alarm dersom man oppdager at et utbrudd er i utvikling. Det krever også at diagnoselaboratorier kan utføre analysene umiddelbart. Det er imidlertid sjelden man klarer å eliminere vibriose fra en yngelpopulasjon som først er angrepet. Etter en antibiotikakur vil det alltid være individer i populasjonen som er smittet. Disse er smittekilder for nye utbrudd som utløses av brå miljøendringer eller håndteringsstress. Behandling med antibiotika gir vanligvis tilfredstillende effekt, forutsatt at man iverksetter behandlingen på rett tidspunkt (fig. 6.2) med riktig medikament og

doseringer. Dette krever at det foreligger en verifisert diagnose og resistensbestemmelse. Tradisjonelt har man benyttet tetracycliner mot vibriose. I de senere år har man blitt oppmerksomme på en rekke negative sider ved bruk av oksytetracycliner som har medført at man i dag større grad bruker quinoliner (oxolinsyre og flumequin).

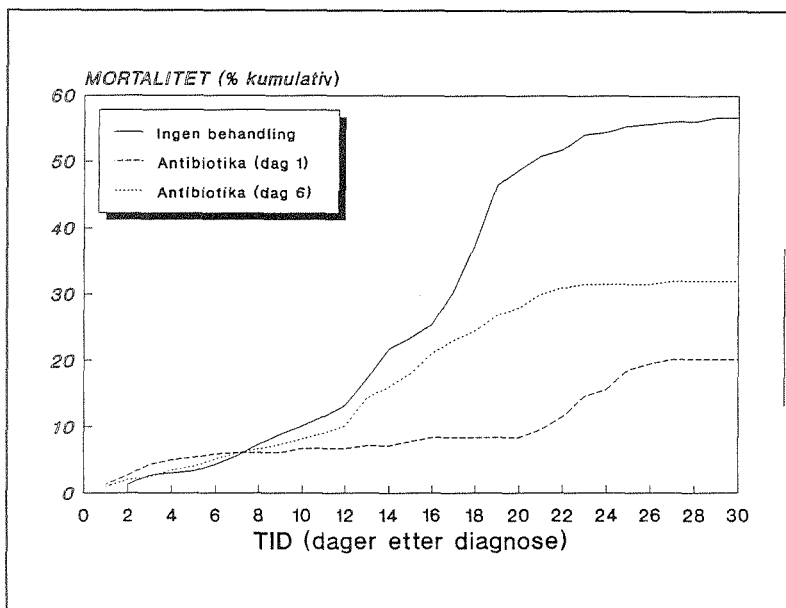


Fig. 6.2 Effekt av antibiotikabehandling ved vibrioseutbrudd (Flumequine, 25mg/kg.fisk/dag i 6 dager, den ene gruppen behandlet fra dag 1, den andre fra dag 6).

Ved terapeutisk behandling mot vibriose, er utvilsomt innblanding av medikamentet i fôret det mest praktiske og som vanligvis gir best effekt. Ved en slik behandlingsform er det viktig behandlingen iverksettes på et tidlig stadium av sykdomsutbruddet, mens majoriteten av fisken fortsatt har tilfredsstillende fôrinntak. Ved vibrioseutbrudd hos marin fiskeyngel som ikke er tilvendt tørrfôr, har en gode erfaringer med å badbehandle fisken med nifuratoin.

6.2.2 Atypisk furunkulose

Sykdomsbeskrivelse.

Sykdommen gir ofte overflatiske sårdannelser i huden. Sårene er ofte gråhvite, dels mer blodig i sentrale deler av sårene. I enkelte tilfeller kan man registrere bylledannelser. Sykdomsutbrudd forekommer primært ved vanntemperaturer over 8 °C. Dødeligheten varierer med fiskeart, miljøparametere og temperatur.

Diagnostikk

Isolering og identifisering av bakterien.

Geografisk utbredelse og vertsregister.

Aeromonas salmonicida er rapportert fra alle verdensdeler.

Atypiske *A. salmonicida* er isolert fra en rekke ferskvanns- og marine fiskearter. I Norge er det diagnostisert atypisk furunkulose på laksefisk, steinbit, piggvar, torsk og leppefisk. Det er rapportert om dødelighet på torsk i et akvarium i USA forårsaket av atypisk furunkulose.

Epidemiologi

Smitten skjer hovedsaklig ved introduksjon av smittebærere til oppdrettsanlegget. Smitte via fôr, redskaper som er kontaminert med furunkulosebakterier er også en mulig smittevei. Faren for sykdomsutbrudd er størst ved vanntemperaturer på 15 - 18 °C. Ved temperaturer under 7-8 °C blir ofte sykdommen latent. Utbrudd kommer ofte etter håndtering, transportstress, lavt oksygeninnhold og ved høy tetthet. Fisk av alle aldersgrupper er mottakelig.

Forebygging og behandling.

Forebyggende tiltak vil være det viktigste ledd i kampen mot denne type sykdommer. Primært må det legges vekt på å unngå inntak av levende materiale som kan mistenkes for å ha sykdommen. Stamfisk som tas inn i anlegget (villfisk eller fra andre stamfiskpopulasjoner) må settes i karantene til sykdomsstatus er avklart. Rogn må desinfiseres før den tas inn i anlegget.

Behandling

Antibiotikabehandling, fortrinnsvis oxolinsyre/flumequin. Resistens mot tetracycliner og trimetoprim/sulfadiazin er registrert.

6.2.3 Finneråte

Betegnelsen dekker ulike grader av vevsødeleggelser i hud og finnesystemer. Denne typer lidelser opplever man ofte i forbindelse med skader i huden forårsaket av håndtering, aggressiv adferd eller ektoparasittangrep. Skader i fiskens ytre barriere muliggjør invasjon av bakterier fra slekten *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Vibrio* og *Flexibacter*.

Sykdomsbeskrivelse

Ved finneråte kan man i tidlige stadier ofte observere en hvit linje langs den ytre kanten av angrepne finner. Denne linjen vil gradvis forflytte seg innover mot finnebasis. Dersom man ikke iverksetter adekvat behandling vil resultatet bli henfall av bløtvevet slik at finnestrålene blottlegges, og tilslutt fullstendig bortfall av hele finnen. Infeksjonen kan også angripe fiskens hud/muskulatur. Den såkaltte black patch necrosis (BPN) er beskrevet fra mange flatfiskarter i oppdrett, inklusiv piggvar. Sykdommen arter seg i første fase som blærer på overflaten, hvor hudlaget løsner. Områdene vil gradvis bli mørk pigmenteret. I siste fase vil hudlaget løsne og etterlate seg åpne sår.

Sykdomsfremkallende agens

Ingen spesifikk bakterietype er angitt som årsakt til denne type lidelser. I de fleste tilfeller kan man isolere bakterier tilhørende gruppene *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Vibrio* og *Flexibakter*. Dette er bakterier som under normale forhold er komponenter i den bakterielle flora i slim og tarm hos fisk.

Behandling og forebygging

Lidelser av denne type er i første rekke et resultat av dårlig miljøforhold og driftsrutiner. En eventuell behandling ved kjemikalier eller antibiotika vil ha dårlig effekt dersom man ikke på forhånd klarer å eliminere de predisponerende miljøfaktorer. Dette gjelder i første rekke vannkvalitet/hygiene.

Behandling

Formalin, antibiotika

6.2.4 Fisketuberkulose

Sykdomsbeskrivelse

Fisketuberkulose utvikles over lang tid (kronisk sykdomsforløp, kan ta opp til flere år fra smitte til utvikling av klinisk syk fisk). Symptomene varierer, men ofte kan man observere nedsatt vekst, avmagring, utstående øyne, finneslitasje og mørk pigmentering. Ved obduksjon er kvite knuter i ulike organer det mest fremtredende, spesielt i lever, nyre og milt.

Sykdomsfremkallende bakterier

En rekke arter av *Mycobacterium* er karakterisert i forbindelse med fisketuberkulose; *M. anabanti*, *M. chelonae*, *M. fortuitum*, *M. marinum*, *M. piscium*, *M. platyoeccilus*, *M. ranarum*, *M. salmoniphilus*. Optimal temperatur for vekst er 25 °C, noen stammer vokser opp til 37 °C.

Diagnostikk

På basis av karakteristiske sykdomstegn, samt tilstedeværelse av syrefaste bakterier i vevet kan man stille en foreløpig diagnose på fisketuberkulose. En sikker diagnose skjer ved isolering og karakterisering av bakterien. Primærisoleringen gjøres på spesialmedier (Petraghani, Löwenstein-Jensen, Middlebrook 7H10 og Dorset egg medium). Inkubering ved 15-22 °C i 2-28 dager. Bakterien er vanskelig å isolere.

Epidemiologi

Den mest sannsynlige smitteveien er via fôr. Introduksjon i marinfiskanlegg er derfor størst dersom man benytter helfisk eller fiskeavskjær som fôr. Horisontal smitte, spesielt i forbindelse med mekaniske skader i huden er rapportert som mulig smittevei. Det er påvist syrefaste bakterier i gonadene hos fisk, noe som indikerer at vertikal smitteoverføring er en mulig smittevei.

Geografisk utbredelse og vertsregister

Fisketuberkulose har en verdensomfattende utbredelse, både i ville populasjoner og i oppdrettsfisk.

Sykdommen er påvist i over 150 ulike ferskvanns- og marine fiskearter. I Nordsjøen er det registrert høye frekvenser i makrell. Sykdommen er beskrevet hos torsk og kveite.

Behandling og forebygging

Villfiskpopulasjoner representerer det største smittereservoaret. Spesielt bruk av makrell som fôr vil kunne medføre en høy risiko for introduksjon av sykdommen. Karantene for villinnfanget stamfisk er som tidligere nevnt et selfølgelig forebyggende tiltak. Det finnes ingen behandling for sykdommen.

6.3 Soppsykdommer

6.3.1 Tummelsyke

Sykdomsbeskrivelse.

Tummelsyke forårsakes av sopp *Ichthyophonus hoferi*. Sykdomssymptomene varierer avhengig av fiskeart. I mange tilfeller blir fiskens hjerne og sentrale nervesystem affisert. Fisken vil bli mørk pigmentert og utvise ukontrollerte svømmebevegelser og muskelkramper. Derav navnet tummelsyke. Hos torsk vil soppen angripe organer som lever, milt og nyre. Dette vil kunne observeres som svulster i de angrepne organer.

Isolering og morfologi

Det kreves spesialmedier for å isolere *I. hoferi*. De mest brukte dyrkingsmedier er Saboraud's dextrose agar med 1% bovine serum, eller Hagem's modifiserte soppmedium. Veksten er optimal ved 10°C.

Ved direkte mikroskopering av vevsbiter fra angrepne organer, ser man oftest tykkveggede hvilesporer, med en diameter på opp til 200 µm. Umiddelbart etter fiskens død, vil sporene spire og utvikle hyfer tilsvarende det man finner ved isolering.

Diagnostikk

Isolering og karakterisering av sopp gir, som for alle sykdommer, sikreste diagnosen. Det lange inkuberingstiden vanskeliggjør imidlertid isoleringen. En metode som ofte benyttes er derfor direkte mikroskopering av våtpreparater fra angrepne organer. Dette gjøres på følgende måte:

- 1) En liten vevsbit tas ut fra organet, plasseres på et objektglass. Legg på dekkglass.
- 2) Vevsbiten skvises mellom to objektglass, slik at man får et tynt preparat.
- 3) Preparatet legges i et fuktig kammer (petriskål med fuktig trekkpapir) i 30-60 minutter.
- 4) Mikroskopering (100-400x forstørrelse med fasekontrast). Positiv diagnose dersom man observerer sporer med spirehyfer (fig 6.3).

Geografisk utbredelse og vertsregister

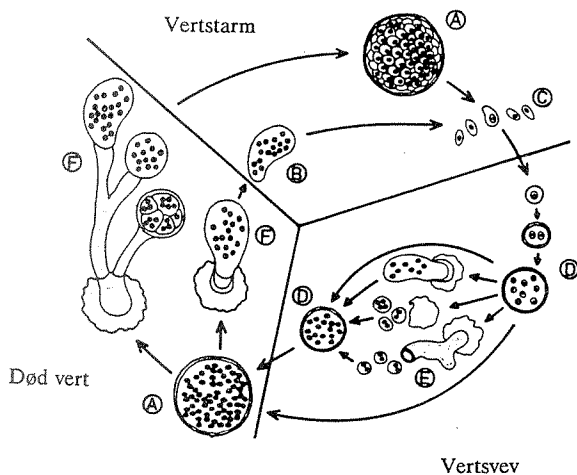
I. hoferi har en verdensomfattende utbredelse. Det er rapportert om utbrudd i alle verdensdeler, i saltvann og ferskvann, og både på villfisk og oppdrettsfisk.

I. hoferi har forårsaket en rekke alvorlige utbrudd på ville fiskebestander. De best dokumenterte utbruddene er fra St. Lawrence gulfen (1954-1955), hvor sykdommen forårsaket en halvering av sildebestanden i området. Tummelsyke er trolig en av den mest utbredte sykdommer på ville fiskepopulasjoner med en endemisk utbredelse på en rekke fiskeslag i Nordsjøen. Det er bl.a. rapportert om infeksjonsfrekvenser på opp til 85 % på hyse i kystnære områder i Skottland. På grunn av utskillelse av enzymer i forbindelse med sporenespiringen, vil filéten hos *Ichthyophonus*-infrisert fisk være uegnet til konsum (Fisken omdannes til en illeluktende lutefisk i løpet av et par døgn).

Sykdommen er beskrevet fra 73 ulike fiskearter. Av "våre" aktuelle marine oppdrettsarter er *Ichthyophonus hoferi* bare beskrevet fra torsk, men man må anta at det fleste marine fiskearter er mottakelig.

Epidemiologi

Fisk blir trolig infisert via mage-tarm kanalen. Under påvirkning av fordøyelsesenzymmer vil sporer frigjøres. Disse vil kunne trenge gjennom tarmveggen, og bli transportert med blodet til forskjellige organer. Infisert fisk vil kontinuerlig avgi sporer med avføring, som i neste omgang kan gi opphav til nye infeksjoner. Sporene er meget resistente. De kan overleve i minst 6 måneder i sjøvann, uten å miste evnen til å forårsake sykdom. En skisse av soppens livssyklus er gitt i fig. 6.3.



- A: Multinukleære kvile-
sporer.
B: Plasmodium.
C: Det infiserende amø-
boide stadium.
D: Multinukleært kap-
sulert stadium.
E: Dannelse av datter-
plasmodier, med dan-
nelse av hyfer.
F: Plasmodiumproduser-
ende hyfer.

Fig. 6.3 De ulike utviklingsstadiene i livssyklusen til *I. hoferi*. (Stadium A til F blir observert ved mikroskopering av nativpreparater) (Hentet fra: Dorier, A. J. & Degrange, C. (1961) L' évolution de l'Ichthyosporidium (*Ichthyophonus*) hoferi (Plehn et Mulsow) chez les salmonides d'élevage (truite arc ciel et saumon du fontaine). Trav. lab. Hydrobiol. Piscic. Univ. Grenoble. 52, 7-44).

Forebygging og behandling.

I anlegg hvor det brukes våtfôr, må en forvente at det alltid vil foreligge en viss fare for smitte. Smitterisikoen blir redusert ved bruk av frosset eller ensilert fisk. Soppsporene er imidlertid svært resistente, og selv i frosset eller syrebehandlet fisk vil det alltid være sporer som overlever. Ved sykdomsutbrudd kan smittepresset holdes nede ved kontinuerlig oppsamling og destruksjon av død/døende fisk. Inntak av villfisk vil også innebære en risiko for introduksjon av sykdommen. Det eksisterer ingen effektiv behandling mot *Ichthyophonus hoferi*.

6.4 Parasittsykdommer

Samlebegrepet fiskeparasitter omfatter en lang rekke forskjellige arter fra encellede (protozoer), til flercellede individer med komplekse livssykluser (ikter, krepsdyr). Alle fiskearter er vanligvis verter for ekto- eller endoparasitter i varierende omfang. Tilsynelatende eksisterer det vanligvis en balanse mellom parasitt og vert under naturlige forhold, der parasitten ikke påfører vertsorganismen dødelige skader. Det er imidlertid i enkelte tilfeller registrert store dødeligheter i ville fiskepopulasjoner forårsaket av parasittangrep. Dette tolkes gjerne som en naturlig bestandsregulering.

I en intensiv oppdrettsituasjon der man opererer med monokulturer (én art) med høye tettheter, kan ulike parasitter bli et betydelig problem. I en oppdrettsituasjon vil den likevekten som eksisterer under naturlige forhold, bli forskjøvet i retning mot en "favorisering" av parasitten. Dette har i første rekke sammenheng med de høye tetthetene (parasitten har ikke problemer med å finne seg en vert), samt de høye stressbelastningene oppdrettsfisk utsettes for. Erfaringer fra Israel har vist at parasittproblemet avtar i polykulturer (flere arter i samme avstengning).

Det er påvist ca 10.000 ulike endoparasitter (parasitter som lever inne i fisken) hos fisk, hovedsaklig fra gruppene bendelmark (cestoda), trematoder (digena) og rundmark (nematoda). Ektoparasitter (parasitter som lever på fiskens overflate) omfatter ca 4.200 arter hovedsaklig fra gruppene protozoa, igler (hirurdina), haptormark (monogena) og krepsdyr (crustacea).

6.4.1 Protozoer

Trypanosoma sp.

Representanter fra denne slekten er flere ganger beskrevet fra ulike fiskearter. I det marine miljø fungerer trolig igler som smittereservoar/spreder. I ville populasjoner er det primært bunnfisk som angripes. Større undersøkelser av ville bestander har avslørt relativt høye infeksjonsfrekvenser (9 -29 % i Nova Scotia). Blant arter som var parasittangrepet i denne undersøkelsen var torsk og håising (*Hippoglossoides platessoides*). Affisert fisk utvikler anemi karakterisert med lave verdier for hematokritt, hemoglobin og plasmaprotein. Det er registrert høy dødelighet av "summer flounder"

(*Paralichthys dentatus*) på den amerikanske Atlanterhavskysten forårsaket av *Trypanosoma*.

Diagnostikk

Mikroskopering av fargede blodutstryk (fig. 6.4).

Behandling

Ingen.

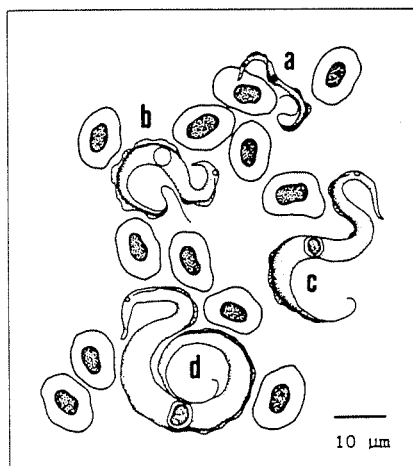


Fig. 6.4 *Trypanosoma murmanensis* i blod fra torsk, ved ulike stadier etter infeksjon. (a: 10 dager, b: 18 dager, c: 23 dager d: 55 dager). (Hentet fra: Kahn, R. A., Barret, M. & Murphy, J. (1980) Blood parasites of fish from the northwestern Atlantic Ocean. *Can. J. Zool.* 58, 770-791).

Ichthyobodo spp.

Er bedre kjent under navnet *Costia* (tidligere navn). Parasitten er opprinnelig beskrevet som en hud- og gjelleparasitt hos ferskvannsfisk. I det senere år har man imidlertid påvist parasitten hos en rekke marine fiskearter. I Norge er det registrert dødelighet på torsk og piggvaryngel i oppdrett knyttet til *Ichthyobodo* spp.

Ichthyobodo kan forekomme i tre morfologiske former (fig. 6.5):

- 1) Fastsittende form. Parasitten sitter festet til hudceller på hud/gjeller. Kan observeres i histologiske preparater som en pæreformet struktur, størrelse ca. 8-12 μm .

- 2) Frittsvømmende form. Oval eller bønneformet med to par flageller. Kan observeres ved mikroskopering av gjelle/hud avskrap. Dette stadiet er trolig ansvarlig for smitteoverføring.
- 3) Cysteform. Ved ugunstige miljøforhold (for parasitten) kan den danne cyster i hud/gjellevevet. Dette stadiet er omdiskutert, men stadig flere rapporter konkluderer med at det finnes et cystestadium.

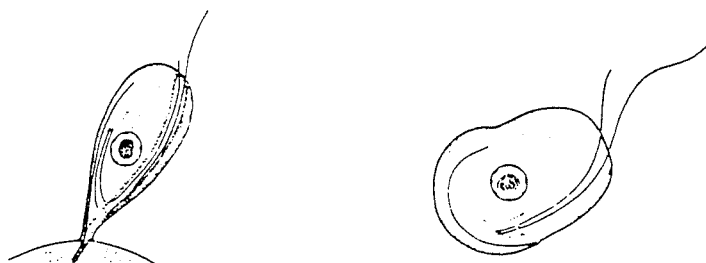


Fig. 6.5 Fastsittende og bevegelig form av *Ichthyobodo necator*. (Hentet fra: Kinne, O. (red.) Diseases of marine animals. Biol. Anst. Helgoland 1984.

Ved costia-angrep ved vanntemperaturer mellom 10 °C og 20 °C kan man ved mikroskopering observere store mengder frittsvømmende parasitter og løsnet hud og gjellevev. Under slike forhold vil gjellevevet hurtig ødelegges, og man kan oppleve akutte dødeligheter. Ved temperaturer under 8 °C vil aktiviteten reduseres betraktelig, og parasitten vil danne cyster. Denne formen er inaktiv, og vil ikke påføre verten skader. Første tegn på costia er at fisken blir urolig og skrubber seg på merd- eller karveggen

(blinke-bevegelse). Angrepet fisk vil få et grå/blått preg på grunn av øket slimproduksjon. Når gjellene angripes, vil fisken stille seg høyt i karet, ofte ved vanninnløpet, med sterkt forhøyet pustefrekvens.

Diagnostikk

Mikroskopering av avskrap fra hud/gjeller. NB! Det er den bevegelige formen med sin karakteristiske "rykkvise spiralbevegelse" som lar seg påvise ved direkte mikroskopering. De fastsittende formene er av samme størrelse og form som fiskecellene, og vanskelig å påvise. *Costia* mister bevegeligheten etter død/avliving. Påvisning er avhengig av at avskrapet tas fra nylig avlivet/død fisk.

Behandling

Formalin. Konsentrasjon 1:4000. Det kan være en fordel å utføre forebyggende behandling (1:5-6000) i perioder man erfaringsmessig har problemer med *Ichthyobodo*. Ved klinisk sykdomsutbrudd bør behandlingen gjentas 2-3 ganger i løpet av en 14 dagersperiode.

Trichodina spp.

Er den mest kjent av ciliatene og har representanter både i fersk- og saltvann (ca.70 arter av *Trichodina* er beskrevet). Parasitten er sirkelrund, opptil 100 μm i diameter, med et karakteristisk "skjelett" (fig. 6.6). Parasitten fester seg til vertens hudceller ved at øvre del av kroppen skyves ut som en kappelignende sugeskål. *Trichodina* sp. er vanlig i blandingsinfeksjoner (ofte sammen med *Ichthyobodo*), og kan representere et betydelig problem i oppdrett av marine arter. Angrepne fisk gnir seg ofte langs bunnen og kantene på karet eller merden. Dersom gjellene angripes observeres ofte en sterkt forhøyet pustefrekvens, ofte samler fisken seg ved vanninnløpet. Grunnet irritasjon og økt slimproduksjon vil fisken få et blå/grått skjær i huden.

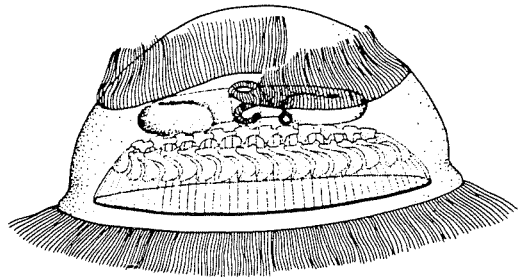


Fig. 6.6 *Trichodina* sp. (Hentet fra: Padnos, M., Nigrelli, R.F. (1942) *Trichodina spheroidesi* and *Trichodina halli* spp. nov. parasitic on the gills and skin of marine fishes, with special reference to the life- history of *T. spheroidesi*. Zoologica 27, 65-72.)

Diagnostikk

Mikroskopering av avskrap fra gjeller/hud.

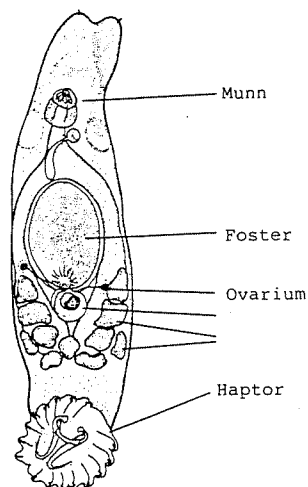
Behandling

Formalin.

6.4.2 Haptormark

***Gyrodactylus* sp.**

Slekten er mest kjent som lakseparasitt (*G. salaris*). Det er imidlertid registrert en lang rekke marine former, som kan representere et problem i oppdrett av marine arter. Det er flere rapporter om *Gyrodactylus* spp. på rødspette (*Pleuronectes platessa*) i oppdrett, i noen tilfeller med dødelighet opp til 50 % *Gyrodactylus* sp. er også ved flere anledninger blitt observert på torsk og kveite i oppdrett (*G. marinus*, *Gyrodactylus* sp. *G. hippoglossus*). De kliniske forandringene varierer avhengig av infeksjonsgraden. Ved omfattende angrep er en økt slimproduksjon, sårdannelser og finneslitasje det mest fremtredende. Ofte kan det registreres sekundærinfeksjoner i forbindelse med *Gyrodactylus*-angrep.

**Diagnostikk**

Mikroskopering av avskrap fra hud/gjeller.

Behandling

Formalin, ferskvann

Fig. 6.7. *Gyrodactylus* sp. (Hentet fra: MacKenzie, K. 1970.

Gyrodactylus unicipula Glukova 1955, from young plaice *Pleuronectes platessa* (L.), with notes on the ecology of the parasite. - J. Fish Biol. 2:23-34.)

6.4.3 Trematoder

Cryptocotyle lingua

C. lingua forårsaker svart-prikksyke hos torsk. De svarte prikkene representerer innkapslede parasitter. Parasitten påfører i de fleste tilfeller ikke fisken alvorlige skader, men kan representere et estetisk problem med betydning for markedsføring og salg av fisken. Fig. 6.8 viser livssyklus til *C. lingua*.

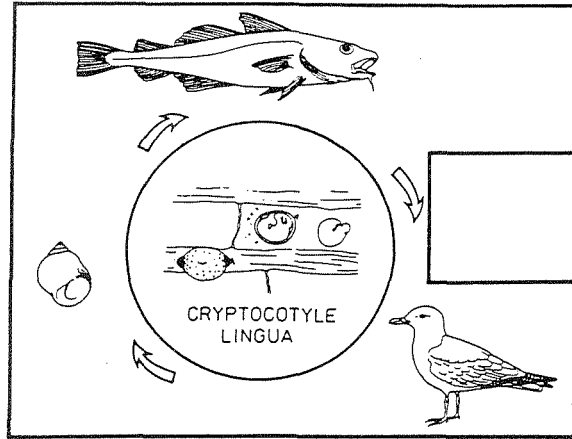


Fig. 6.8 Utviklingsstadier og vertsorganismer til *Cryptocotyle lingua*. (Hentet fra: Møller, H. Anders, K. 1983. Diseases and parasites of marine fishes. Kiel.)

Diagnostikk

Karakteristiske svarte prikker i hud/muskulatur.

Behandling

Ingen. Kan forebygges ved fjerning av første mellomvert, strandsnegl (*Littorina littorea*).

6.4.4 Bendelmark

Gruppen omfatter endoparasitter med minimum to verter i livssyklusen. Vanligvis er kroppen (strobila) delt opp i flere segmenter (proglottider), hvert med sitt eget reproduksjonssystem. Festeorganet (scolex) er lokalisert i fremre enden av dyret. Det er kjent at en rekke bendelmark har copepoder som mellomverter. I oppdrettssystemer hvor starfôringen er basert på naturlig plankton kan man ikke unngå å få introdusert slike parasitter. Det er imidlertid lite som tyder på at vertsorganismen tar direkte skade. I de tilfeller parasitten forekommer i store mengder kan den trolig medføre nedsatt trivsel og redusert tilvekst. Man kan også stille spørsmål ved eventuelle skadevirkning på nylig metamorfosert yngel som er infisert av cestoder. Den mest aktuelle arten i oppdrett av torsk er *Abothrium gadi*.

Diagnostikk

Obduksjon, visuell observasjon i tarm, bukhule og muskulatur.

Behandling

Praziquantel, albendazol, fenbendazol

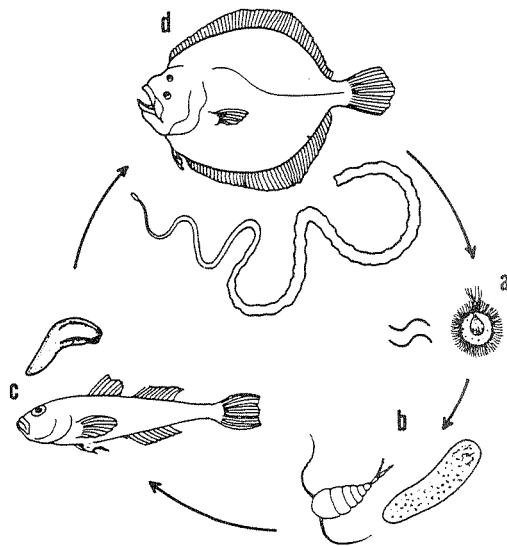


Fig. 5.9 Eksempel på livssyklus hos bendelmark (*Bothriocephalus scorpii*).
(Hentet fra: Møller, H. & Anders, K. Diseases and parasites of marine fishes. Kiel 1983.)

6.4.5 Rundmark

Gruppen er karakterisert ved en tynn sylindrisk kropp uten ledd. Nematodene har et komplett fordøyelsessystem med munn, svelg, tarm og anus. Ca. 650 arter er beskrevet som fiskeparasitter, de fleste i mage-tarm kanalen. Noen arter har utvikling av larvestadier i skjelettmuskulatur hos fisk.

Det er ikke rapportert om alvorlig dødelighet i villfisk- eller oppdrettspopulasjoner som er satt i sammenheng med nematoder. Nematoden *Hysterothylaceum aduncum* er et vanlig funn hos marin fisk i oppdrett, uten at dette funnet er assosiert med sykdomsforandringer. Der det benyttes ubehandlet krepsdyr eller helfisk av marin opprinnelse som fôr (i første rekke brisling) er det store muligheter for introduksjon av nematoder.

Diagnostikk

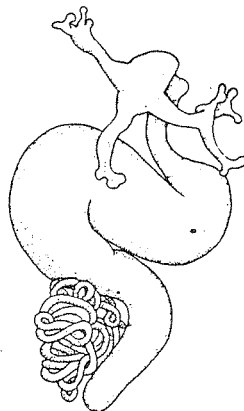
Obduksjon, visuell obsevasjon i mage, tarm og bukhule.

Behandling

Levamisol, albendazol, fenbendazol. Problemet kan forebygges ved å fryse førfisken før bruk.

6.4.6 Krepsdyr***Torskens gjellemark***

L. branchialis er vanlig på gjellene hos torskefisk. Den er imidlertid registret både på villinnfanget 0-gruppe av tunge i oppdrett i Skottland og på hyse i nordlige deler av Atlanterhavet. *L. branchialis* har en karakteristisk S-formet kropp (fig. 6.10). Hodet sitter dypt forankret i vevet i nærheten av brankialarteriene i gjelle-/hjerteregionen. Bare hunnen er parasittisk. Sterkt angrepet fisk blir anemisk.

**Diagnostikk**

Visuell inspeksjon av gjellevevet.

Behandling

Ferskvann, formalin, nuvan.

Fig. 6.10

Torskens gjellemark *Lernaeocera branchialis* (Hentet fra: Snieszko, S.F. & H.R. Axelrod (red.): Diseases of fishes I. T.F.H. Publications 1970.)

***Calligus* spp.**

Slekten har en rekke arter som kan parasittere fisk. Med bakgrunn i erfaringer med *L. salmonis* i lakseoppdrett, er det all grunn til å ta denne gruppen alvorlig. Parasitten lever av blod og vevsvæske fra verten. Hos torsk er det påvist hovedsaklig *Calligus kurtus*. Erfaringer så langt tyder imidlertid på at "torskelus" ikke påfører verten tilsvarende skader som lakselus.

Diagnostikk

Visuell inspeksjon av hud/gjeller.

Behandling

Ferskvann, formalin, nuvan.

6.5 Sykdomsundersøkelse av fisk

Det er viktig at det utarbeides en "beredskapsplan" som umiddelbart iverksettes dersom fisken i anlegget viser unormal oppførsel eller begynner å dø. Det bør oppnevnes en person ved anlegget som er ansvarlig for at de retningslinjer som utarbeides m.h.p sykdom blir fulgt. En forutsetning for å kunne iverksette en effektiv behandling ved utbrudd av sykdom, er at årsaksforholdet blir avklart på et tidlig tidspunkt. I det følgende vil det derfor bli gitt en beskrivelse av hvordan man bør gå frem ved mistanke om sykdom i anlegget. NB! Det bør utarbeides en egen sykdomsjournal hvor alle relevante opplysninger journalføres.

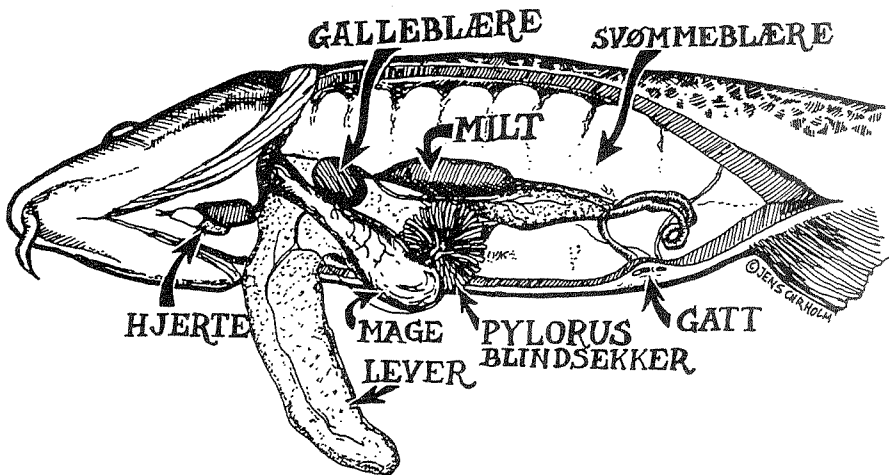


Fig. 6.11

Huntorsk med voksende gonade. Nyren (blodranden) ligger skjult bak svømmeblæren (mellom svømmeblære og ryggrad).

Ved unormal dødelighet eller unormal adferd m.h.p svømmebevegelser, pustefrekvens, pigmentering, appetitt, slimproduksjon, plassering i karet o.l bør man "slå alarm". Død fisk eller fisk med unormal adferd bør umiddelbart gjennomgå følgende undersøkelser:

- 1) **Prøvetakning.** Saml opp død fisk. Eventuell levende fisk avlives ved slag i hodet eller ved å føre en skalpell ned mellom hjernen og ryggmargen. Bruk av bedøvelsesmidler vil ofte kunne immobilisere eller drepe eventuelle ektoparasitter. Dette vanskeliggjør påvisningen.
- 2) **Noter alle relevante opplysninger om fisken** (kar nr., lengde/vekt, dato o.l)
- 3) **Visuell inspeksjon av fiskens overflate.** Viktige momenter: ektoparasitter hud/gjeller, blødninger/sårdannelser, slitasje på finner, utstående øyne, pigmentering, utspilt buk, blodig gatt.
- 4) **Formalinfiksering av gjeller.** Klipp av gjellelokk. Klipp av deler av gjellebuen, fikser i 4% nøytralbuffret formalin (NB! vevsbit ikke større en 0,5-1 cm³, forhold vev:formalin = 1:10)
- 5) **Tillaging av preparater for parasittundersøkelser.** Undersøkelser av ektoparasitter bør fortrinnsvis utføres på levende eller nydød fisk. Svært mange parasitter vil dø eller forlate verten kort tid etter død. Bruk av bedøvelsesmidler vil ofte kunne immobilisere eller drepe parasitten. Små fisk som skal undersøkes bør håves fra karet opp i en bøtte med vann. Unngå å ta på fisken med hendene. Bruk en pinsett og overfør fisken fra håven til en glassplate eller et objektglass. Etter avliving skraper men kroppssiden og finner med skalpell og overfører slimet til et rent objektglass. En dråpe vann tilsettes preparatet før man legger på dekkglass. Preparatet undersøkes i mikroskop med fasekontrast. Ved undersøkelser av gjeller brukes samme prosedyre. Det kan ofte være en fordel å klippe bort en del av gjellebuen og legge den på objektglasset før man skraper av slimet.
- 6) **Obduksjon.** Åpn opp fisken på følgende måte:
 1. snitt: fra hjørnet mellom bukhulen-nyren-hodet. La skalpellbladet følge muskulaturen rundt og ned til gattet.
 2. snitt: Klipp av bukklappen med saks.

- 7) **Visuell observasjon - organforandinger.** Viktige momenter: Unormal farge, blødninger, svulster/granulomer, væskeansamling i bukhulen, mage/tarminnhold, oppsvulmet/konveks nyre/milt, hjerte/hjertesekk utseende.
- 8) **Formalinfiksering - organer.** Vevsprøver dissekeres ut fra histologisk interessante organer (lever, hjerte, nyre, milt, pylorus (blindsekkene), tarm). Fikseres på samme måte som beskrevet under punkt 4).
- 9) **Vevsavtrykk fra milt.** En liten bit av milten skjæres ut. Fjern overflødig blod ved å trykke vevsbiten mot et filterpapir. Trykk vevsbiten lett mot et objektglass. Lufttørk. Farges med M+D diff Quik (modifisert gimsafarge). Mikroskop. Ved eventuelle systemiske bakterieinfeksjoner eller blodparasitter vil dette kunne observeres.
- 10) **Bakteriologi - antibiotikasensitivitet.** Fjern svømmeblæren v.h.a. pinsett. Snitt i nyren med en steril skalpell. Stikk en steril vattpinne (event, steril, avbrent podenål) inn i nyren. Utstryk på agar (blodagar eller tryptone soya agar. Er det sterk mistanke om bakteriell infeksjon bør antibiotikasensitivitet testes på primærisolatet. Dette gjøres ved å applisere ferdigproduserte antibiotikalapper direkte på agaroverflaten.

Følgende utstyr bør alltid stå klart på laboratoriet:

- * Sykdomsjournal
- * Kjølebag
- * Plastposer
- * Objektglass
- * Dekkglass
- * Sterile vattpinner/podenål
- * Skalpell
- * Skalpellblader
- * Pinsett
- * Saks
- * Vannfast tusj
- * Bakteriemedium (blodagar event. tryptone soya agar)
- * Mikroskop med fasekontrast
- * Nøytralbuffret formalin (114 ml 35% formalin, 886 dest. vann, 4.00 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 8,15 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

Det må vurderes i hvilken grad undersøkelsene skal utføres av personell ved anlegget. Uansett må det gjøres avtale med veterinær eller annet fagpersonell for en eventuell verifisering av diagnose og rekvirering av medikamenter.

6.6 Medikamentell behandling av fisk

Selv om forbruket av antibiotika og kjemoterapeutika har vist en gledelig nedgang fram til 1990, er fremdeles sykdomsbekjempelsen i altfor stor grad basert på bruk av antibiotika, kjemoterapeutika og antiparasittære midler. Eliminering av smittestoff ved bruk av disse midlene kan være effektivt. Men uansett effekt, må man på sikt forsøke å skape et oppdrettsmiljø som både prioriterer fiskens helse og trivsel. Dette vil minimalisere forekomsten av sykdomsfremkallende mikroorganismer i miljøet.

Det vil være naivt å tro at et fremtidig intensivt oppdrett av torsk i Norge ikke vil være avhengig av bruk av medikamenter. Det er derfor av stor betydning at oppdretterne som utfører de ulike behandlingene informeres om riktig bruk av de tilgjengelige medikamenter. Det er en kjensgjerning at mange av de stoffer som brukes i stor omfang i dag, kan gi varige skader på både fisk og folk. Dette kapitlet vil derfor behandle de mest benyttede medikamenter som er aktuelle innen oppdrett av torsk.

Systemiske bakterieinfeksjoner (infeksjoner hvor bakteriene angriper fiskens organer, spredning via blodet) behandles som oftest med tilsetning av antibiotika til fôret. Hvilke bakterie som forårsaker infeksjonen er avgjørende for valg av antibiotika. For å kunne gjennomføre en effektiv behandling er det derfor av stor betydning at man hurtig isolerer og karakteriserer det sykdomsfremkallende agens, samt undersøker følsomhet overfor de aktuelle antibiotikatypene.

Selv om bruk av medisinfôr er lettvinnt og lite stressende for fisken, er det mange ulemper ved denne måten å behandle fisk på:

- * Syk fisk har ofte nedsatt appetitt. Dette resulterer i at fisk som har mest behov for behandling får minst i seg av medikamentet. Behandlingen blir derfor i stor utstrekning profylaktisk.

- * Ved lave vanntemperaturer er fôrinntaket sterkt redusert.
- * Mange av de medikamenter som er i bruk idag absorberes dårlig fra tarmen.
- * Fôrspill fører til at medikamentrester føres ut i miljøet og akkumuleres i sedimentet, Dette kan føre til redusert omsetning av sedimentene og resistensutvikling i bakteriefloraen.
- * Rett dosering er avhengig av at oppdretteren til enhver tid har oversikten over den totale biomassen som skal behandles.

Ved landbaserte oppdrettsanlegg kan bading av fisk i medikamentoppløsninger være en aktuell behandlingsmetode. Dette sikrer at all fisk får den samme antibiotikamengde uansett om fisken spiser eller ikke. Noen legemidler blir godt absorbert fra saltvann. Absorpsjonen skjer enten direkte over gjellene og sidelinjen, eller ved at fisken drikker vann (fisk i sjøvann drikker mye vann for å unngå dehydrering) og medikamentet absorberes således over tarmen.

Ved behandling av spesielt verdifull fisk er det med hell benyttet intraperitoneal injeksjon (antibiotika blir sprøytet direkte inn i bukhulen)

6.7 Formalinbehandling

Anvendelsesområde

Formalin er særlig effektiv mot ektoparasitter (parasitter på hud og gjeller) som *Ichthyobodo* sp., *Trichodina* sp, *Schyphida* sp. osv. Formalin kan også brukes som desinfeksjonsmiddel. Det dreper både bakterier, sopp, virus og parasitter ved høye nok konsentrasjoner.

Virkningsmekanisme

Formalin virker reduserende og koagulerende på proteiner. Dette dreper overflatelevende mikrober på fiskens hud og gjeller.

Toksisitet

Den terapeutiske virkningen av formalin er basert på ulik gifttoleranse mellom fisk og parasitt. Den terapeutiske indeks (dødelig konsentrasjon for parasitten i forhold til

dødelig konsentrasjon for fisken) er ca. 2-3. Dette må sies å være svært lav, noe som indikerer at faren for dødelighet i forbindelse med formalinbehandling av fisken er stor. Giftvirkningen kommer hovedsaklig av at gjellene ødelegges, slik at respirasjonen svekkes.

Faktorer som vil øke giftvirkningen:

- (1) Dersom fiskens gjeller er svekket på forhånd, f.eks. bakteriell gjellebetennelse.
- (2) Økende vanntemperatur.
- (3) Synkende pH.
- (4) Lagring ved lave temperaturer eller lyspåvirkning. Dannelse av hvitt bunnfall, paraformaldehyd, som er svært giftig for fisken. Slike løsninger må ikke brukes til behandling.

NB! Formalin er sterkt allergifremkallende og dessuten et potensielt kreftfremkallende stoff. De som omgås formalin bør derfor bruke spesielt verneutstyr. Det bør dessuten brukes doseringssprøyter for å unngå avdamping av formaldehyd. Dette gjelder spesielt ved bruk innendørs.

Praktisk behandling/dosering

Anbefalt dosering : 1:4000 - 1:6000 (formalin:vann) i 30 minutter.

Praktisk gjennomføring av en behandling:

- (1) Det nøyaktige behandlingsvolum i karet utregnes.
- (2) Oksygeneringsutstyr klargjøres (flaske, manometer, rist, oksygenmåler)
- (3) Beregn antall liter formalin som skal tilsettes i de kar som skal behandles.
- (4) Vannstanden senkes ca 10-15 cm.
- (5) Oksygenrist legges i karet.
- (6) Formalinen blandes først i en bøtte med 10-12 liter vann. **NB!** Ikke tilsett ren formalin direkte i karet.
- (7) Tilsett forsiktig formalin til karet, fremdeles med vanntilførsel
- (8) Når vannstanden har nådd behandlingsvolum stoppes vanntilførselen.
- (9) Oksygen tilsettes. Bruk oksygenmåler.
- (10) Behandlingstid: 30 min.
- (11) Ved endt behandling åpnes vanntilførselen, og formalinen tynnes gradvis ut.

NB! Kontinuerlig overvåking under hele behandlingen. Ved unormal adferd eller oksygenmangel avsluttes behandlingen umiddelbart ved å åpne vanntilførselen. Gjennomfør alltid behandlingen først på en mindre mengde fisk for å kontrollere om behandlingsopplegget fungerer tilfredstillende.

En alternativ behandlingsmetode er å tappe ned vannstanden i karene og tilsette fortennet formalin gradvis mens vannet hele tiden står på. Det tilsettes så mye formalin at en ved maksimal vannstand får en konsentrasjon på 1:4000. Det anbefales ikke å benytte denne metoden ved terapeutisk behandling.

Ved behandling mot *Ichthyobodo* sp. bør behandlingen gjentas 2-3 ganger i løpet av 10-14 dager.

PRESENTASJON AV FORFATTERE OG REDAKTØRER:

Andersen, Ewa. Fiskeriassistent ved Austevoll Havbruksstasjon, Havforskningsinstituttet. Hun er utdannet ved Statens fagskole for fiskeindustri i Vardø med akvakultur som tilleggsfag. Hun har arbeidet fem år i fiskeindustrien og tilsvarende tid ved Austevoll Havbruksstasjon. Hun har blant annet hatt ansvar for stamfiskhold for en rekke arter, deriblant torsk.

Blom, Geir. Forsker ved produksjonspollen i Parisvatnet, Senter for Havbruk, Havforskningsinstituttet. Han er utdannet cand. scient. i marinbiologi ved Universitetet i Bergen i 1987. Nåværende arbeidsfelt er optimalisering av torskeyngelproduksjon. Han har tidligere arbeidet ved Austevoll Havbruksstasjon (daværende Akvakulturstasjonen Austevoll) med yngelproduksjon av torsk (Hyltropolen) og hummer (Svartatjønn).

Botnen, Helge B. Forsker ved Institutt for Fiskeri- og Marinbiologi ved Universitetet i Bergen. Han er utdannet cand. scient. i marinbiologi fra Universitetet i Bergen. Han arbeider nå med marine miljøundersøkelser, men har tidligere arbeidserfaring fra yngelproduksjon av torsk og kveite ved daværende Akvakulturstasjonen Austevoll og i Sea Farm A/S.

Folkvord, Arild. Stipendiat ved Institutt for fiskeri- og Marinbiologi ved Universitetet i Bergen. Han tok deler av sin utdanning ved UiB, men gjennomførte en Master of Science ved Scripps Inst. of Oceanography, University of California, i 1985. Han har vært stipendiat ved Akvakulturstasjonen Austevoll, og faglig ansvarlig for yngelproduksjon av torsk og piggvar i Sea Farm A/S. Nåværende arbeidsfelt er yngelproduksjon, larveøkologi, dødelighetsfaktorer i torskens tidlige livsstadier: predasjon og kannibalisme.

Godø, Olav Rune. Forsker ved Senter for ressurser, Havforskningsinstituttet. Han er utdannet cand. real i fiskeribiologi fra Universitetet i Bergen, og forsvarte sin avhandling til den filosofiske doktorgrad i november 1990. Han arbeider nå med bestandstaksering av bunnfisk, og har tidligere arbeidet med generell biologi hos kysttorsk.

Holm, Jens Chr. Se omtale av redaktører.

Kjesbu, Olav Sigurd. Forsker ved Senter for marint miljø, Havforskningsinstituttet. Han er utdannet Dr. scient i fiskeribiologi ved Universitetet i Bergen. Han har arbeidet som lektor i den videregående skolen, og har vært utdanningsstipendiat i NFFR. Han arbeider med reproduksjonsbiologi hos torsk med vekt på aspekter ved eggproduksjonen. Han er spesielt interessert i effekt av alder og stamfiskens ernæringsstatus på eggantall og eggkvalitet, detaljer ved eggutviklingen samt flyteevnen hos egg.

Kvenseth, Per Gunnar. Prosjektleder ved A/S Mowi. Avla sin cand. real-eksamen i fiskeribiologi ved Universitetet i Bergen i 1983. Han var sentral i utbygging og drift av Hyltropolen, og var prosjektleder/forsker ved Akvakulturstasjonen Austevoll og arbeidet med yngelproduksjon av torsk, piggvar og kveite. Han var en av initiativtakerne til LMC A/S hvor han arbeidet som prosjektleder for yngelproduksjon av marine arter. Han arbeider nå med kveite hos A/S Mowi.

Meeren, Terje van der. Stipendiat ved Austevoll Havbruksstasjon, Senter for Havbruk. Han har hovedfag i fiskeribiologi, studieretning akvakultur, fra Universitetet i Bergen (1987). Nåværende arbeidsfelt er økologi hos marine fiskelarver med vekt på næringsinntak, vekst og overlevelse hos larver av piggvar og torsk i naturlige systemer. Han har tidligere prosjekterfaring fra poseoppdrett av piggvaryngel, torskelarvens første næringsopptak og konsulenterfaring fra både stamfisk- og yngelanlegg.

Næss, Tore Håkon. Stipendiat ved Austevoll Havbruksstasjon, Havforskningsinstituttet. Utdannet cand. real i spesiell zoologi fra Universitetet i Oslo. Han arbeider nå med dyreplanktonøkologi i pollsystemer (spesielt interessert i hvilestadier) samt startføring av kveite. Tidligere har han arbeidet med dyreplanktonøkologi knyttet til eutrofiering og forsuring, han har vært forsker i Norsk Bioakva (kultivering av ferskvannskreps, og var vit.ass./prosjektleder ved Svanøy Stiftelse ("Smolt etter ny modell").

Naas, Kjell Emil. Forsker ved Austevoll Havbruksstasjon, Havforskningsinstituttet. Han er utdannet cand. scient. i marin biologi fra Universitetet i Bergen (1984). Han

arbeider primært med startføring av marine fiskelarver, men har som fast forsker ansvar for ulike prosjekter.

Otterå, Håkon. Forsker ved produksjonspollen i Parisvatnet, Senter for Havbruk, Havforskningsinstituttet. Han er utdannet cand. scient. i fiskeribiologi ved Universitetet i Bergen i 1986. Han arbeider med fiskelarveøkologi på torsk (pose- og polloppdrett), samt tilvenning av torskeyngel til formulert fôr.

Pedersen, Torstein. Forsker ved Norges Fiskerihøyskole. Tok hovedfag i fiskeribiologi ved Universitetet i Bergen i 1985. Arbeider med metodikk for yngelproduksjon av torsk og økologiske forutsetninger for kulturbetinget fiske etter torsk. Har vært stipendiat ved Akvakulturstasjonen Austevoll.

Rødseth, Odd Magne. Stipendiat ved Senter for Havbruk, Havforskningsinstituttet. Han er utdannet cand. scient. i mikrobiologi fra Universitetet i Bergen, og har tidligere arbeidserfaring som driftsleder ved et settefiskanlegg (laks). Hans nåværende arbeidsfelt er sykdommer hos marine fiskearter, foruten at han er sekretær for forskningsprogrammet "FRISK FISK".

Senstad, Knut. Prosjektleder i Sea Farm A/S. Utdannet cand. scient. i marin biologi fra Universitetet i Bergen 1984. Nåværende arbeidsfelt er marin stamfisk, rognproduksjon samt matfisk av kveite, piggvar og torsk. Har tidligere arbeidserfaring med yngelproduksjon og drift av poller.

Tilseth, Snorre. Senterleder ved Senter for havbruk, Havforskningsinstituttet, professor II i akvakultur ved Universitetet i Bergen. Utdannet cand. real i marin biologi ved Universitetet i Oslo. Han har en vid forskningserfaring som omfatter økofysiologi, atferdsstudier, rekruttering, eksperimentell biologi og akvakultur.

Øiestad, Victor. Professor i havbruk ved Norges Fiskerihøyskole/Universitetet i Tromsø. Har hovedfag i fiskeribiologi fra Universitetet i Bergen (1974) og tok sin doktorgrad samme sted i 1983 på rekrutteringsmekanismer hos sild. Hans nåværende arbeidsområder er havbruk på marine arter, undervisning og næringsmessig implementering. Victor Øiestad må regnes som en av de vesentligste pionerene

innenfor oppdrett av marine arter i Norge. Var først knyttet til Universitetet i Bergen, og arbeidet siden som forsker ved dåværende Avdeling for akvakultur, Havforskningsinstituttet. Har i hovedsak arbeidet med rekrutteringsmekanismer hos marine fiskearter for å øke innsikten i de faktorer som særlig avgjør overlevingen fram til yngelstadiet og dernest utnytte denne innsikten i produksjon av marin yngel. Tok blant annet initiativet til havbeite på torsk basert på pollproduisert yngel.

REDAKTØRER:

Holm, Jens Chr. Forsker ved Austevoll Havbruksstasjon, Havforskningsinstituttet. Utdannet cand. real i fiskeribiologi fra Universitetet i Bergen i 1983, Dr. philos. samme sted i 1989. Han arbeider vesentlig med aspekter innenfor matfiskproduksjon av laks og torsk, herunder prosjekter knyttet til fôring, atferd, vekst, kjønnsmodning og parasitter. Arbeider også med stamfisk og gyting hos torsk. Har i de senere årene fungert som sekretær i forskningsprogrammet "NY FISK". Har tidligere arbeidet med settefiskproduksjon i merder, bruk av levende dyreplankton som fôr, samkultur og røyeoppdrett. Var tidligere også knyttet til Universitetet i Bergen.

Svåsand, Terje. Forsker ved Senter for havbruk, Havforskningsinstituttet. Utdannet cand. scient. i fiskeribiologi ved Universitetet i Bergen 1983. Har siden arbeidet ved Senter for havbruk, hvor arbeidsoppgavene har vært knyttet til havbeite på torsk. Egen forskningsinnsats har vært studier av vandrings- og vekstmønster til utsatt oppdrettet torsk, og undersøkelser av hvordan utsatt torsk virker inn på den naturlige torsebestanden. Har i tillegg vært prosjektleder for en rekke prosjekt og er i dag programkoordinator for Senter for havbruks forskningsaktiviteter innenfor havbeite.

Wennevik, Vidar. Havforskerassistent ved Senter for havbruk, Havforskningsinstituttet. Utdannet cand. mag. ved Universitetet i Bergen med biologi, kjemi, og informatikk i fagkretsen. Fungerer som edb-ansvarlig ved Senter for havbruks Bergensseksjon.