

PROSJEKTRAPPORT



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Miljø – Ressurs – Havbruk – Kystson

Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf.: 55 23 85 00 Faks: 55 23 85 31 www.imr.no

Forskningsstasjonen
Flødevigen
4817 HIS
Tlf.: 37 05 90 00
Faks: 37 05 90 01

Austevoll
havbruksstasjon
5392 STOREBØ
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 18 22 22

Matre
havbruksstasjon
5984 MATREDAL
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 36 75 85

Rapport: FISKEN OG HAVET	Nr. 6-2003
Tittel (norsk/engelsk): Vitenskapelig grunnlag for nye arter i oppdrett Scientific evaluation of potential new species in Norwegian aquaculture	
Forfatter(e): Anne Berit Skiftesvik, Ørjan Karlsen, Ingegjerd Opstad Ole J. Torrissen	

Distribusjon:
HI-prosjektnr.:
Oppdragsgiver(e): Fiskeridepartementet
Oppdragsgivers referanse:

Dato: 20/3-2003
Senter: Havbruk
Seksjon:
Antall sider totalt:

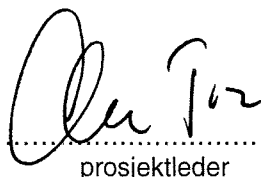
Sammendrag:

På oppdrag fra Fiskeridepartementet er potensialet for de mest aktuelle arter av fisk, skjell, tinfotkreps og alger vurdert vitenskapelig med hensyn på mulighetene for å drive oppdrett. Rapporten inkluderer arter som er under kommersialisering, arter som er nær kommersialisering, arter som er på utviklingsstadiet til oppdrett, og fremmede arter som naturlig ikke hører hjemme i norsk fauna. Økonomiske analyser er ikke inkludert i denne rapporten.

Summary:

On request from the Norwegian department of Fisheries are the potential for farming of the most promising species of fish, shellfish, crustaceans and algae evaluated scientifically. The report includes species that are being commercialised, species close to commercialisation, species that are being developed for farming and exotic species not endogenous in Norway. Economic analysis is not included in this report.

Emneord: 1. 2. 3.	Subject heading: 1. 2. 3.
-----------------------------------	-------------------------------------------


.....
prosjektleder

.....
seksjonsleder

Vitenskapelig grunnlag for nye arter i oppdrett

Rapport utarbeidet på oppdrag fra Fiskeridepartementet

**Anne Berit Skiftesvik, Ørjan Karlsen,
Ingegjerd Opstad og
Ole J. Torrissen**

**Havforskningsinstituttet
Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
www.imr.no**

Innholdsfortegnelse:

Innholdsfortegnelse:	2
Arter under kommersialisering.....	3
Torsk.....	3
Kveite	8
Røye	11
Flekksteinbit	13
Østers.....	16
Piggvar	21
Ål.....	22
Blåskjell.....	23
Arter nær kommersialisering.....	27
Hyse.....	27
Hummer.....	29
Kamskjell	35
Krabbe	41
Kråkeboller.....	45
Arter på utviklingsstadier	48
Lysing.....	48
Leppefisk.....	50
Uer.....	51
Breiflabb.....	52
Sjøpølser.....	52
Rognkjeks.....	54
Lomre	55
Rødspette.....	57
Småvokste krepsdyr: trollhummer (Krinakrabbe) og strandkrabbe	58
Fremmede arter	59
Coho salmon.....	59
Chinook salmon.....	60
Pacific rockfish.....	61
Sable Cod	62
Abalone	62
Northern bluefin tuna	62
Kongekrabbe	62
Andre alger.....	64
Tang og tare.....	64
Tunge.....	65

Arter under kommersialisering

Torsk

Terje van der Meeren, Håkon Otterå og Ørjan Karlsen, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Allerede i 1880-årene klekket man store mengder torskelarver både i Norge (G.M. Dannevig i Flødevigen), i Skottland og i USA. Tanken den gang gikk stort sett på å styrke de naturlige bestandene med utsetting av plommesecklarver. Spørsmål om disse larvenes levedyktighet i sjøen etter utsetting førte til at Dannevig i 1884 startfôret torskelarver i et saltvannsbasseng i Flødevigen ved Arendal (Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen), og lyktes i å produsere noen tusen yngel. Dette var forløperen til poll- og bassengstudiene som ble gjenopptatt ved Havforskningsinstituttet på slutten av 1970-tallet, men denne gangen med produksjon av torskeyngel til oppdrett som formål. Noen år senere, i 1983, lyktes man for første gang å produsere store mengder (ca. 60 000) torskeyngel i Hyltropolen i Austevoll. Yngelen ble tilvent tørrfôr i pollen, fanget inn og satt over i merder for videre vekst til matfisk.

Gjennombruddet i torskeyngelproduksjonen skapte stor optimisme og en tro på at torsk hadde det samme potensial som oppdrettsart som laks og regnbueørret. Den første store ”torskeboomen” startet. Det ble da nesten utelukkende satset på ekstensiv yngelproduksjon hvor larvene startfôres direkte i poller på naturlig plankton. Etter at larvene metamorfoserte til yngel ble de tilvent tørrfôr og deretter fanget inn. Det ble også forsøkt med oppdrett av torskeyngel etter semi-intensiv metode i store plastposer, hvor pollen fungerte som produksjonsenhet for naturlig plankton som ble samlet inn og konsentrert ved hjelp av filtre. Deretter ble dette planktonet, som for det meste består av hoppekreps (copepoder), tilført posene med torskelarver. Satsingen var i tillegg til oppdrett også motivert på et ønske om å etablere havbeite med torsk i stor skala (Norges forskningsråd, PUSH-programmet). I første halvdel av 1990-tallet ble havbeiteforsøkene avsluttet, og det ble konkludert med at havbeite på torsk ikke ville være økonomisk lønnsomt. De fleste kommersielle torskeoppdretterne måtte også gi opp av biologiske og markedsmessige grunner. Havforskningsinstituttet opprettholdt imidlertid yngelproduksjonen i Parisvatnet, og et lite antall oppdrettere var standhaftige og produserte oppdrettstorsk.

Vi er nå inne i en ny ”torskeboom”, med sterk privat og offentlig interesse for torskeoppdrett, særlig i Norge men også internasjonalt. Årsaken er bl.a. reduksjon i de ville torskebestandene med påfølgende økning i etterspørsel og pris. Yngelproduksjonen blir fremdeles sett på som den største biologiske flaskehalsen, selv om problemstillinger knyttet til tidlig kjønnsmodning, filetutbytte (leverstørrelse) og kvalitet er fokusert.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Torsk hører naturlig hjemme langs hele Norskekysten, og kan dermed ha et potensial som oppdrettsart langs store deler av kysten. En kan grovt sett regne med at der det drives lakseoppdrett i dag, vil det også være godt egnet til å drive torskeoppdrett. Teknologisk vil oppdrett av matfisk av torsk (påvekstfasen) være ganske lik det en kjenner fra laks. Torsk vokser rimelig bra, den når om lag to kilo to år etter klekking, og den tåler et bredt temperaturområde, fra nær null grader til rundt 20 grader. Temperaturoptimum ligger rundt 14 °C for liten fisk, noe lavere for stor matfisk.

Dagens status

I yngelproduksjonen satses det nå nesten utelukkende på store, intensive yngelanlegg etter mønster av anlegg for produksjon av seabass og sea-bream i Middelhavslandene. Det er i løpet av de siste to årene blitt bygget flere store settefiskanlegg for torsk i Norge. En mindre produksjon av torskeyngel etter intensiv metode har skjedd i USA, Canada og Storbritannia de siste årene. Disse landene bruker også den intensive metodikken. Relativt lite er publisert vedrørende intensivt yngeloppdrett av torsk, både nasjonalt og internasjonalt. Mye av kunnskapen rundt intensiv yngelproduksjon av torsk er derfor generert i forskningsinstitusjoner de siste årene, og er derfor fremdeles under publisering.

I 2000 ble det i Norge for første gang eksperimentelt produsert torskeyngel om høsten. Dette åpner for en kontinuerlig produksjon av yngel uavhengig av årstid. Det er forventet en produksjon på opp mot 3 millioner torskeyngel i løpet av 2002, hvorav ca 60 % er intensiv produksjon. Dette vil kunne gi en produksjon på om lag 6 000 tonn oppdrettstorsk i 2004. Dagens settefiskanlegg for torsk har imidlertid teoretisk kapasitet til å produsere 10-20 ganger mer, og KPMG har beregnet at det kan bli produsert om lag 30 000 tonn innen 2010. Den store investeringen i bygging av kommersielle yngelanlegg vil etter hvert gi mye fisk ut i matfiskanleggene. Dette vil gi en generering av ny kunnskap og erfaring, som igjen vil gi mye raskere optimalisering av produksjonssystemene enn tidligere. Uten tvil vil det dukke opp mange problemstillinger knyttet til oppskalering og kommersialisering som vil kreve en betydelig innsats for å finne sin løsning. Intensivt oppdrett av torsk er behandlet som spesialtema i Havbruksrapport 2002 (Havforskningsinstituttet, Bergen).

Biologiske flaskehalsar

Stamfisk og egg

Torsk er en porsjonsgyter som gyter 10-15 porsjoner med 2-3 dager imellom. Den gyter naturlig i kar, og under gunstige forhold med store nok kar og rett sammensetting i forholdet mellom hanner og hunner skal det ikke være noe problem å fremskaffe mye egg av god kvalitet. Det er også dokumentert at en ved å endre daglengden kan få grupper av torsk til å produsere egg når en måtte ønske. Det forutsetter dog temperaturkontroll, overstiger temperaturen til stamfisken 9-10 °C synker levedyktigheten til eggene dramatisk.

Det er ingen problemer knyttet til eggfasen (ca. 14 dager), gitt at en ivaretar hygien, at en tilfører nok rent og oksygenfriskt vann. Både stamfiskhold, gyting og systemer for å holde eggene er ganske utførlig beskrevet (Holm *et al.*, 1991).

Plommesekkstadiet og startfôring

Som for annen marin fisk er yngelproduksjon av torsk krevende. Plommesekkklarvene er bare ca. 4 mm store og lite utviklet ved klekking. Gjennom startfôringen må torskelarvene foreløpig ha levende fôr. Rimelig høye tettheter av larver (40-100 larver pr. liter) har vært benyttet i norske forsøk, og det er observert overlevelse opp mot 60% gjennom larvefasen. En viktig problemstilling i intensivt yngeloppdrett av torsk er knyttet til produksjon av store nok mengder levendefôr (hjuldyr og saltkreps, også kalt rotatorier og *Artemia*). Et annet svært viktig område hvor det mangler spesifikk kunnskap for torsk er den ernæringsmessige sammensetningen av disse fôrorganismene og eventuelle sammenhenger med yngelkvalitet (deformiteter, levedyktighet etc.). For eksempel er en sammenheng mellom tidlig bruk av *Artemia* og stor dødelighet i sein larvefase rapportert fra Skottland. Også kunnskapen om fôrmengde og fôringsregime for å oppnå god nok vekst i larvefasen og lite kannibalisme er

foreløpig mangelfull. Det arbeides i dag en god del med å lage et formulert fôr som skal kunne erstatte rotatorier, eller i det minste *Artemia* for marin fisk. Dette vil i høy grad være relevant for torsk. Pr. i dag er det ett kommersielt yngelanlegg som nesten ikke bruker *Artemia*. Dette anlegget produserer ca 500 000 torskkeyngel i 2002, og er basert på rotatorier med gradvis tilvenning til formulert fôr i larvefasen.

Torskelarvenes og yngelens oppdrettsmiljø er en flaskehals ved de aktuelle tettheter og karstørrelser som må benyttes for å oppfylle krav til produksjonseffektivitet i et kommersielt intensivt anlegg. Dette innebærer optimalisering av lysforhold (lysstyrke, lyskvalitet, tankfarge og turbiditet) samt ulike parameter knyttet til vannbehandling og vannkvalitet som saltholdighet, temperatur, grøntvann (alger/algepasta), ammonium, gassmetning og mikrobiell kontroll (rengjøring av kar, vannutskifting, ozonering, UV-behandling, aldring av vann og resirkulering). Flaskehalsene i larve- og yngelfasen kan således knyttes mer generelt til oppskalering og optimalisering enn spesifikke problemer. Man har ikke tilstrekkelig kunnskap om hva som er optimal vannkvalitet, larvetetthet, fôrtetthet, lysregime osv. Disse faktorene henger også nøye sammen med driftsmessige rutiner.

Den viktigste flaskehalsen i yngelproduksjon av torsk er den store dødeligheten som opptrer i tidlig yngelfase (15-40 mm fiskelengde). Det er ikke uvanlig å miste 50-70 % av yngelen på dette stadiet. Denne situasjonen er alvorlig for oppdretterne, fordi man har investert mye i denne yngelen. En del av denne yngelen flyter i overflaten med buken opp før den dør ("flytere"). Årsakene til denne dødeligheten er ikke avklart, og det er ukjent om det skyldes en enkelt faktor eller flere faktorer. Teorier som gassovermetning, dårlig ernæring i levendefôr-fasen og mikrobiell vekst har vært fremsatt. Det er videre observert deformiteter på intensivt produsert torskkeyngel. Dette dreier seg først og fremst om skjelettdeformiteter som korthaler, knekk i ryggen og deformasjon av kranium. Årsakene til disse er ikke klarlagt, men det forventes å være viktig å løse slike problemer av dyre-/velferdsmessige og forbrukermessige hensyn.

Settefisk

Med settefisk mener vi her perioden fra fisken er 1 g til 50 g. Fisken er nå ferdig tørrfôrtilvent, og i løpet av denne perioden vil den bli vaksinert, slik at den kan settes i merd. For å oppnå maksimal tilvekst i denne perioden bør en holde temperaturen rundt 12-15 °C, kontinuerlig tilleggsllys forbedrer veksten ytterligere. Det en kan risikere er at en stor del av hannene modner som ettåringer, i tillegg er det i denne fasen en har størst problemer med kannibalisme. Kannibalismeproblemet kan reduseres betydelig ved å gi fisken rikelig med fôr, samt at en sortere gruppene i forholdsvis like størrelsesintervaller. I en normal driftssituasjon skal en ikke ha særlige problemer i denne fasen, og en bør fokusere videre forkningsinnsats på å optimalisere driften.

Matfisk

Matfiskoppdrett av torsk er på mange måter identisk med lakseoppdrett, og mye av teknologien kan direkte overføres. Forsøkene på torsk har stort sett vært gjennomført i merder på 125 til 1000 m³, mens anleggene som tas i bruk sannsynligvis vil benytte merder med 10 ganger så stort volum. Dette betyr at de resultatene en har når det gjelder optimale tettheter, temperaturer, bruk av lys, fôringsmetoder osv kanskje ikke lenger er gyldige. Med de forbeholdene som er nevnt ovenfor, har man etter hvert kommet frem til kommersielle fôr av god kvalitet. Vekstmessig er det antagelig fremdeles en del å hente ved å optimalisere fôrets sammensetning og å tilpasse drift og driftsrutiner til torskens biologi. Resultatene hittil tyder på at torsk må ha et fôr med høyt protein- og lavt fettinnhold. De to største problemene som

observeres i matfiskoppdrett er at torsk utvikler en ganske stor lever (ofte over 12 % av totalvekten), samt at torsk kjønnsmodner tidlig (nær all torsk kjønnsmodner i en alder av 2 år med en snittstørrelse på under 2 kilo). Begge faktorene gir redusert filetutbytte ved at slomengden øker.

Leverstørrelse kan relateres til fôrets innhold av fett og forholdet protein/fett, der fett før gir stor og fettrikk lever. Basert på dagens kunnskap ser det ut til at torsk må ha et fôr der fettinnholdet er under 15-18 %. Torskefôret bør ikke inneholde for mye karbohydrater. Ernæringen til stor gir ingen problemer for torskeoppdrett.

Tidlig kjønnsmodning hos torsk i oppdrett er derimot en av faktorene som presser marginene for økonomisk lønnsom drift for oppdretteren. All oppdrettstorsk ser ut til å gyte i en alder av ca. 2 år, og ca. 2 kg i snitt. mulig at dårlig tilvekst utsetter dette med ett år. Gytingen medfører et betydelig vekttap i løpet av gytesesongen (30-40 % av totalvekten). Årsaken til at torsk i oppdrett kjønnsmodner tidlig (ved en markedsmessig for liten størrelse), skyldes trolig de gode vekst- og ernæringsmessige forholdene man har i oppdrett sammenlignet med naturen. Samspillet mellom vekst, næringstilgang og alder ved kjønnsmodning er ikke fullstendig klarlagt, selv om man har klare indikasjoner på at det eksisterer et slikt samspill. Tilsvarende som for atlantisk laks er det vist at kjønnsmodningen kan utsettes ved bruk av kontinuerlig tilleggslys. Med bruk av kontinuerlig lys i innendørs kar kan kjønnsmodningen stoppes i hvert fall ett år, mens i merder har man foreløpig bare klart å forsinke prosessen med 4-6 måneder. Hormonet melatonin blir produsert i hjernen nattetid, og antas å kunne gi fisken informasjon om daglengde og dermed årstid. Når tilleggslys blir brukt, synker nivåene av hormonet gradvis etter hvert som høyere intensitet blir brukt. Derfor kan lysmengden brukt i merdforsøk ha vært for svak eller av feil farge til å fullstendig forandre fiskens døgnoppfatning. Antakelsen synes å bli bekreftet i et forsøk hvor torsk i kar ble utsatt for ulike lysintensiteter og hvor fisken som fikk sterkt tilleggslys ikke modnet, mens der var en viss andel kjønnsmodning i gruppen torsk gitt svakere tilleggslys. Forhåpentligvis kan en avle frem fisk som kjønnsmodner senere. Foreløpig er utvikling av metoder for å utsette kjønnsmodningen hos torsk derfor særdeles viktig for å skape lønnsomhet i torskeoppdrett.

Oppdrettstorsk avviker fra villtorsk på flere områder. En del av forskjellene kan trolig tilbakeføres til at oppdrettstorsken inneholder mindre vann, og har lavere vannbindingsevne enn villtorsk. Dette gir litt andre verdier for smak, syrlighet, fasthet, konsistens etc. På den annen side har det vist seg vanskelig å skille grupper av oppdrettstorsk fôret med svært ulike fôrtyper fra hverandre i smakspaneler, og oppdrettstorsk får gode skussmål kvalitetsmessig fra kjøpere. En faktor man skal være oppmerksom på er at oppdrettstorsk tidvis blir langt mørkere en villtorsk. Dette er uheldig, da markedet har en tendens til å sammenligne mørk torsk med dårlig kvalitet. Det er mulig at lysforholdene vil påvirke fargen, men årsakene til denne fargeforskjellen er ikke klarlagt. Det er i liten grad gjort markedsstudier av oppdrettstorsk, gjerne sammenholdt med villtorsk.

Sykdom

En av de enkeltfaktorene som har skapt størst problemer i yngelfasen, og til dels i matfiskdelen, er bakteriesykdommen vibriose. Det er utviklet en vaksine mot vibriose som reduserer problemet betydelig. Både nye vaksiner og vaksineringsstrategier er under utvikling. Andre sykdommer har så langt ikke skapt mye problemer for oppdrett av torsk i Norge, men fra utlandet vet en at nodavirus har medført betydelig problemer. Når omfanget av torskeoppdrett blir større, forventes det imidlertid også at man i større grad vil møte andre bakteriesykdommer, virussykdommer som "cod ulcer syndrom" og parasitter som *Tricodina*,

torskelus og *Gyrodactilus*. Det er for eksempel påvist mer enn 100 ulike parasitter på torsk, som er langt høyere enn det man kjenner fra laks. Til forskjell fra tiden da lakseoppdrettsnæringen ble bygget opp har en nå den fordel at diagnose og behandlingsapparatet er godt utbygget. En vil derfor i langt større grad enn det laksenæringen var, være i stand til å takle de sykdomsmessige utfordringene som helt sikkert vil komme. En bør her klart ligge i forkant av sykdomsutbruddene, og arbeidet med forventede sykdommer (som f.eks. nodavirus, torskelus) bør startes snarest mulig.

Biologiske flaskehals

Utløsende faktorer:

Det er ingen enkeltfaktorer som hindrer en kommersialisering. En er allerede kommet et godt stykke i kommersialiseringen. Avlsarbeidet med torsk er så vidt startet, men vil trolig være en forutsetning for å gi lønnsomhet. Effekten av et avlssystem vil imidlertid først komme næringen til gode om 3-5 år. Viktige problemstillinger i startfasen er her valg av avlsstrategi, en felles "norsk" torsk eller mer landsdelstilpassede avlslinjer. En vil i avlsarbeidet også ha mulighet til å benytte nyere analytiske metoder som supplement, noe som gjør at en i større grad enn tidligere kan lage forenklete avlsprogram f.eks. innen en bedrift eller et område.

Produksjonsmessige faktorer:

Primært er det i første rekke snakk om problemstillingene knyttet til oppskalering og det å få en forutsigbar produksjon av god kvalitet. Domestisering og avl vil her være en sentral oppgave. Likeså er problemstillinger knyttet til en effektiv yngelproduksjon, kostnadseffektivt fôr, sykdomsforebyggelse og kontroll med kjønnsmodning og leverstørrelse sentrale for å oppnå lønnsomhet.

Torsk er en av våre viktigste kommersielle fiskearter, og biologiske interaksjoner mellom oppdrettet og vill fisk vil kunne påtvinge reguleringer som gjør oppdrett av torsk vanskelig. Vi vil her spesielt påpeke problem knyttet til genetiske interaksjoner ved at oppdrettstorsk rømmer eller gyter i merdene, spredning av sykdom og parasitter til ville bestander og økologiske interaksjoner mellom oppdrettet og vill torsk.

Behov for forskningsinnsats

1. Miljømessige konsekvenser av torskeoppdrett.
2. Stamfisk: avl, stamfiskernæring, årstidsuavhengig gyting.
3. Larver/tidlig yngel: Optimalisere systemer, larvedødelighet knyttet til miljøforhold, fôr og fôrregimer, levendefôr-produksjon, kannibalisme (knyttet til suboptimale forhold), stor uspesifikk dødelighet i tidlig yngelfase (bl.a. "flytere"), tidlig weaning.
4. Stor yngel: Systemer for sortering, transport og behandling, vaksiner, tetthet og oppdrettssystemer.
5. Matfisk: Tidlig kjønnsmodning, stor lever, rømmingsproblematikk.
6. Kvalitet: Ujevn, definere, skinnpigmentering, fettlever, tekstur, fryselagring, størrelse.
7. Produksjonslidelser: En optimalisering av faktorer som vekst o.l. kan, dersom den blir gjort på feil måte, føre med seg morfologiske feilutviklinger (rygggradsdeformiteter etc.) og andre produksjonslidelser.
8. Sykdom

Referanser

- Glette, J., van der Meeren, T., Olsen, R.E. og Skilbrei, O. 2002. Havbruksrapport 2002. Fisken og havet, særnummer 3-2002: 103 pp.
- Holm, J.C., Svåsand, T. & Wennevik, V. (1991). Håndbok i torskeoppdrett. Stamfiskhold og yngelproduksjon. Havforskningsinstituttet, Senter for havbruk (ISBN 82-7461-025-3).

Kveite

Torstein Harboe og Ørjan Karlsen, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Allerede i 1974 ble de første innledende forsøk på å klekke og startføre kveite utført. På 80-tallet at større ressurser ble satt inn og de første kveitene ble framfostret fra egg til yngel i 1983. Det viste seg at yngelproduksjon av kveite var langt vanskeligere enn først antatt. Fiskens tidlige stadier er svært ømfintlig for skiftninger i miljøforhold, den klekker på et svært tidlig utviklingsstadium, nærmest prematur og tiden fra klekking til første fødeinntak (plommesekkfasen) varer i over 40 dager. Det vanlige for andre marine arter er 5 til 7 dager. Det har også vist seg at dødelighet hos kveitens tidlige stadier ofte har den skyldes virusinfeksjon (VER). Virussykdommen ser ut til å kunne sammenlignes med IPN hos laks, og kan ha sammenheng med et suboptimalt oppdrettsmiljø. Den første kommersielt produserte kveiten ble solgt til konsum i 1996. Utover 90-årene var det en økning på antall oppdrettere, men antallet har flatet ut de senere årene. Gjennom 80- og første halvdel av 90-tallet har Stolt Seafarm vært den største og ledende aktøren innen yngel- og matfiskproduksjon, og på mange måter har Stolt Seafarm vært det industrielle lokomotivet. De baserte sin yngelproduksjon etter en semi-ekstensiv metode. Metoden er sterkt sesongavhengig siden den benytter naturlig forekommende plankton og store innelukkede vannsystemer (poller). Metoden har vist seg ustabil i og med at den er avhengig av værforholdene under egg- og larvefasene. Dessuten er larve og yngel sykdomsutsatt siden naturlig forekommende plankton ble benyttet som fôr. I den seinere tid (se produksjonsgraf) har næringen dreid over til en intensiv, helårig produksjonsmetode. I den intensive produksjonen har en kontroll med vannmiljø, fôrdyr-produksjonen og mulighet for å desinfisere driftsvannet. Dette gir seg utslag i en mer forutsigbar produksjon. På slutten av 90-tallet ble det påvist at flere yngelanlegg hadde en virussykdom som medførte høy dødelighet. Det er utviklet metoder for effektiv diagnose. En har ikke vaksiner eller behandling mot VER, men forebyggende tiltak gjør at virussykdommen kan holdes i sjakk. De to siste årene har antall utbrudd i Norge gått ned.

Allerede fra starten av begynte en forøk med større villfanget fisk, hovedsakelig i landbaserte anlegg, men etter hvert også i merder. I dag foregår matfiskproduksjonen i begge typer systemer. En har også utviklet helt spesielle konsepter for hvordan disse oppdrettssystemene skal være utformet. Det er gjennomført en rekke ernæringsforsøk, og forsøk med miljøbetingelser (fisketettheter, karstørrelser, vanntemperaturer etc.).

Forskningsinstitusjonene som arbeider med kveite har hatt et mål om å domestisere arten. Høgskolen i Bodø har mål om å starte et avlsprogram på kveite. Hunnkveite blir kjønnsmoden i en alder av 8-12 år i oppdrett, mens hannene kjønnsmodner i en alder av 2-4 år. Det vil derfor enda ta forholdsvis lang tid før kveite er domestisert.

Dagens status

Det har i næringen vært et skifte i produksjonsmetode fra semi-ekstensiv til intensiv over de siste årene, der helårig produksjon av yngel er et vesentlig element. Den semi-ekstensive metoden er sesongavhengig, og en får kun nyttet produksjonssystemene i en kort periode i året. Gjennom den omleggingen som har funnet sted har det vist seg at tilgang på eggmateriale av god kvalitet gjennom året trolig er den enkeltfaktoren som begrenser produksjonen av kveiteyngel mest.

Omlegging til intensiv produksjon har gitt større problem med varierende yngelkvalitet. Kveitelarvene må startfôres med levendefôr og siden naturlig forekomende plankton ikke er tilgjengelig store deler av året må en benytte et plankton som kan dyrkes uavhengig av sesong. Det er *Artemia* som i all hovedsak blir benyttet. *Artemia* har ikke den ernæringsmessige kvaliteten som plankton og må anrikes med ulike næringsemner. Dette fører til en mer varierende yngelkvalitet. Produksjonssystemene er også radikalt endret. Biomassen i systemene er mangedoblet, noe som stiller langt større krav til vannbehandling og karmiljø. Stabilitet er i denne sammenheng av stor betydning.

Stamfisk og egg

Mangel på egg av god kvalitet gjennom året er en vesentlig begrensning for yngelproduksjonen. Det tar flere år å lysmanipulere kveite slik at den gyter utenom naturlig sesong. I tillegg må en ha temperaturkontroll på vannet. I tiden før og gjennom gyting kan temperaturen ikke overskride 8 °C. I dag strykes stamfisken manuelt for å få ut eggene. Dette er meget tidkrevende og samtidig en stor belastning for fisken.

Eggfasen utgjør driftsmessig ingen store utfordringer. Det innebærer at en normalt sett ikke får uventet dødelighet i den perioden. Der er derimot meget stor variasjon i kvalitet mellom egggrupper innen og mellom hunnfisk. Dette kan ha sin årsak i at en ved stryking av egg har truffet dårlig på eggløsningstidspunktet. Der er et snevert vindu i tid fra eggene kan strykes til fisken selv slipper dem i vannet. En annen vesentlig årsak er hunnfiskens størrelse og kondisjon. Stamfiskernæring og forhold rundt kjønnsmodning og eggløsning er fortsatt et viktig satsingsområde.

Plommesekkfasen

Plommesekkfasen hos kveite varer i over 40 dager. I næringen er der stor variasjon i hvordan resultatet blir. Høyt innslag av deformerte larver ser ut til å være et økende problem. Årsakene til deformiteter er ikke klarlagt. En kan fremprovosere deformiteter ved å utsette larvene for belastning (vannbevegelse og larvetetthet), men andre årsaker kan ligge bak. Ved at eggtilgangen så langt har begrenset seg i tid (sesong) tar det tid å opparbeide erfaring og kompetanse på området.

Startfôring

Startfôringen ved intensiv produksjon er vesentlig forskjellig fra semi-ekstensiv metode. Type byttedyr, kar og vannbehandling er alle faktorer som er ulike. Det blir fra næringen rapportert om økende og til tider svært høy overlevelse i denne fasen og sammenlignet med intensiv produksjon av Seabass og Sea-bream er resultatene med kveite svært gode. Driften i denne fasen er forenklet ved at en ikke lenger dyrker alger, men benytter kommersielle produkter (algepasta). Et problem er varierende kvalitet på byttedyrene (*Artemia*) og også kvaliteten på anrikningsproduktene til *Artemia*. Problemene med varierende kvalitet på yngelen kan i stor grad tilbakeføres til den ernæringsmessige kvalitet på det levende fôret. Med kvalitet menes i denne sammenheng pigmentering og øyevandring. Videre gjenstår en hel del forskning omkring oppdrettsmiljø. I intensive systemer er biomassen høy, og relativt små forandringer i oppdrettsmiljøet, det være seg støy, gassmetning, ammonium og lignende, kan få dramatiske følger.

De senere år har kvaliteten på tilvenningsfôrene bedret seg. Dette har resultert i at en mister færre fisk i denne perioden. Det er sterkt ønskelig å få introdusert formulerte fôr på så tidlig stadium som mulig, for dermed å minimere levendefôrproduksjon. Dette fordi levendefôrproduksjon er komplisert, tidkrevende og kostbart. Dette stiller enda større krav til fôrene, men også til oppdrettssystemene som benyttes. Ved introduksjon av formulerte fôr forringes vannkvaliteten betydelig som følge av fôrenes beskaffenhet (volum i forhold til overflate, lekkasje, akseptans osv.).

Settefisk

Det er ingen enkeltfaktorer som er begrensende i settefiskfasen. Problemene består i at veksten er lavere enn ønsket, tidvis kan en observere at en stor del av fisken har øyeskader og bittskader, med påfølgende økt dødelighet. Disse to forholdene henger sannsynligvis sammen, og skyldes at oppdrettssystemene og eller driften av disse ikke er gunstig.

Forsøk har vist at fôr (innhold, utfôringstider og metodikk) påvirker både vekst og aggresjon hos liten fisk, da det ser ut til at mye av aggresjonen ses under fôringssituasjonene. Det er også gitt anbefalinger om hvordan en skal fôre kveite, men selv når disse blir fulgt oppstår ofte disse problemene. Siden aggresjonen er forbundet med atferd, er det gjennomført forsøk for å avklare hvordan størrelsesfordelingen i karene påvirker skadefrekvensen. Disse forsøkene har vist at sortering faktisk kan virke mot sin hensikt. Det man i langt mindre grad har kjennskap til er hvilke miljøforhold kveiten vil trives under. Man vet at sterkt lys stresser fisken, man vet at høy tetthet og små kar medfører redusert tilvekst, og man vet at kontinuerlig tilleggslys (lengre dager) medfører bedre vekst. Forsøk med ulike sammensettinger i fôret har ikke gitt entydige svar på hva som er et optimalt innhold av hovednæringsstoff i fôr, noe som enten kan skyldes at kveite er ganske tolerant for ulike dietter, eller at andre forhold enn fôret har betydd mer for veksten enn innholdet i fôret.

Matfisk

Det er ingen store flaskehalsar i matfiskproduksjonen av kveite. Per i dag er hovedtyngden av produsert matfisk kveite gjort i kar på land. I 2001 ble det solgt 376 tonn oppdrettskveite, en nedgang fra 549 tonn i 2000. Kiloprisen var i 2001 om lag 75 kr, i 2000 om lag 70 kr.

En har en ganske god forståelse av ernæringskravene til kveite, og i en viss grad hvordan dette påvirker sammensetting og kvalitet på fisken. En kjenner også rimelig godt til hvilke miljø kveiten vokser best (temperatur, lysregime, karforhold, tettheter), men gjennomgående har det vist seg vanskelig å utnytte det vekstpotensialet som kveiten har i store intensive systemer.

Årsaken til dette har trolig sammenheng med at oppdrettssystemene ikke er gunstig for trivselen til kveite, noe som medfører et lavere fôropptak og derved redusert vekst.

Den største flaskehalsen i matfiskproduksjonen er at hannfiskene kjønnsmodner i så ung alder og at veksten deretter stagnerer. Hannfiskene kjønnsmodner mellom 2 og 4 år, og da veksten stagnerer fra fisken kjønnsmodner, medfører dette et stort produksjonsmessig problem. Det er gjennomført en serie grunnleggende studier for å øke kunnskapen om hvordan kveite regulerer alder ved kjønnsmodning, og i dag kjenner en grunntrekkene i hvordan kveite styrer gytetidspunkt. Denne kunnskapen har en prøvd å omsette til praksis ved å benytte kontinuerlig lys for å frata kveite oppfattelsen av årstid, som er den viktigste faktor som regulerer gytetidspunkt. Foreløpig har en ikke løst dette problemet.

Potensial som oppdrettsart

Det er klart vist at det er biologisk mulig å produsere kveite i oppdrett. Yngelproduksjonen har vært variabel, men dette er delvis løst ved overgang til intensiv produksjon. Kveiten utnytter areal fremfor volum. Dette stiller andre krav til utforming og drift av oppdrettssystemene enn ved produksjon av pelagiske fisk som laks. Kortvarige forsøk har vist at vekstpotensialet til kveite er stort, men problemet med tidlig kjønnsmodning hos hannfisk må løses.

Biologiske flaskehals

Utløsende faktorer:

For at produksjonen av kveite skal øke betydelig må det sikres en god og kontinuerlig tilgang på egg av god kvalitet. Likeså må problemet med deformiteter i larve og yngelfasen løses.

Produksjonsmessige forbedringer:

Domestisering og avl bør settes i system slik at en får fram en kveite som er tilpasset en oppdrettssituasjon. Økonomisk produksjon av kveite vil kreve en oppskalering og optimalisering av alle prosesser.

Behov for forskningsinnsats

Forskningsinnsatsen bør i første rekke rettes inn mot flaskehalsene. Reproduksjon, kvalitet på egg og sperm samt effektive strykings-/gytingsmetoder bør ha høy prioritet. Likeså må det fokuseres på produksjonsmetoder som forhindrer deformiteter og aggresjon mellom individer.

Røye

Rolf Erik Olsen, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Røye (*Salvelinus alpinus*) er en sirkumpolar laksefisk som finnes over store deler av de nordlige regioner. Totalt finnes den i over 18 land inklusiv Canada, USA, Grønland, Færøyene, Storbritannia, Norge, Sverige, Finland og Russland. Det finnes også stammer lenger sør i Frankrike, Østerrike og Sveits. Normalt øker forekomsten jo lenger nord en kommer, og i enkelte områder er den enerådende som laksefisk. Den forekommer både som rene ferskvannsstammer i elver og vann, eller som anadrome former hvor den vandrer ut i sjø i løpet av en-to sommermåneder.

Røye har lenge vært en populær art i fisket, og er av mange regnet som en delikatesse. Stangfiske har i mange land en ikke ubetydelig verdi. I 1995 ble det anslått en årlig fangst på omkring 11 000 individer. I enkelte regioner har også garnfangst en viss lokal økonomisk betydning.

Helt siden slutten av 1970-tallet har røye vært ansett som en "lovende" oppdrettsart. Til tross for flere pilotprosjekter og forsøk har denne utviklingen ikke tatt helt av, og produksjonen foregår nå gjerne i liten skala. Siden 1997 har verdens produksjon ligget på rundt 1000-1500 tonn årlig, med Island på topp etterfulgt av Norge og Sverige.

Dagens status

Den lave produksjonen av røye skyldes først og fremst at oppdrett av røye har vist seg vanskeligere enn laks og regnbueørret. Oppdretterne har derfor valgt å benytte laks i oppdrett i stedet for røye. Mangelen på interesse har også ført til at forskningen i å løse problemene en står overfor, med relativt få unntak, ikke har vært prioritert.

I utgangspunktet har røye et godt potensial som oppdrettsfisk. På yngelstadiet er veksten sammenlignbar med pukkellaks og regnbueørret, og langt bedre enn laks. Ved lave temperaturer (opp til 5 °C) har også større fisk høyere vekstrate enn regnbueørret. Røye er en svært robust fisk, som i motsetning til atlantehavslaks, tåler rimelig tøff behandling. Det er også anført at den er mer motstandsdyktig mot sykdom enn andre laksearter. Den tar også nye fôr lett uten nevneverdig opphold i appetitten. En særegen egenskap med røye er at den trives best ved høye tettheter. Forsøk har vist at veksten øker betraktelig når tettheten økes fra 15 kg/m³ til 40 kg/m³, mens høye vekstrater også er oppnådd med tettheter på over 100 kg/m³.

En av de største hindringene for kommersielt oppdrett av røye, er at den har betydelige problemer med å overleve i sjøvann i vintermånedene. Normalt antas dette å skyldes dårlig evne til osmoregulering under slike forhold. Alternativet er oppdrett i ferskvann eller brakkvann. I Norge er det relativt få brakkvannsområder som kan benyttes til formålet. Fjordene på Vestlandet er et alternativ, men av miljømessige årsaker har myndighetene vært tilbakeholdne med å gi konsesjoner. Flere ideer og løsninger er lansert, men ingen er satt i gang i større skala. Oppdrett i ferskvann er mulig, men her er temperaturene i vintermånedene gjerne så lav (ofte mot frysepunktet) at fisken knapt vil vokse. Bygging av landbaserte anlegg er relativt kostnadsdrivende. Ett av de få områdene med god tilgang på oppvarmet ferskvann (og brakkvann) er Island gjennom geotermisk aktivitet. Det er også forklaringen til at mesteparten av verdens kommersielle produksjon foregår der, og at den stadig øker. Også i USA er det igangsatt en del prosjekter som benytter varmt grunnvann.

Et annet problem er at røye kjønnsmodner ved en langt mindre størrelse enn andre laksefisk, og er derfor lite egnet for produksjon av stor fisk. Som porsjonsfisk på 500-600 g er gjerne innfargingen dårlig samtidig som settefisk-kostnadene relativt sett blir høye.

Økt innsats på avl kan sannsynligvis bidra til å minske problemene med tidlig kjønnsmodning slik det er gjort på atlantehavslaks. Det er også mulig at avl kan bidra til bedre sjøvannstoleranse. Lysbehandling har også vist å kunne påvirke graden av tidlig kjønnsmodning. På kort sikt er imidlertid økt innsats på markedsføring av røye som porsjonsfisk og høyprisprodukt den beste løsningen.

Potensial som oppdrettsart

En høy produksjon av røye i Norge vil kreve at vi åpner brakkvannsområdene for røyeproduksjon. Det vil i første rekke si fjordsystemene på Vestlandet.

Biologiske flaskehals

Utløsende faktorer:

Produksjonssystemene for røye er de samme som for laks og regnbueørret. Det er derfor ingen biologiske flaskehals i røyeproduksjonen.

Produksjonsmessige forbedringer:

Problemene i røyeproduksjonen er i første rekke knyttet til tidlig kjønnsmodning, dårlig sjøvannstoleranse ved lave temperaturer og manglende/ujevn pigmentering. Forhold som fjerner disse problemene vil øke produksjonseffektiviteten.

Behov for forskningsinnsats

Forskningsinnsatsen bør rettes inn mot problemområdene. Alder ved kjønnsmodning og dårlig sjøvannstoleranse kan muligens løses gjennom planmessig avl, mens pigmenteringsproblemene kan løses gjennom metabolismestudier.

Flekksteinbit

Inger-Britt Falk-Petersen, NFH/UiTø, Sigrun Espelid, Fiskeriforskning, Atle Foss, NFH/UiTø, Inger Andreassen, Troms Steinbit AS og Helge Tveiten, NFH/UiTø

Kort historikk

Flekksteinbitens høye filetandel og den relativt gode veksten ved lave temperaturer gjør den spesielt aktuell som oppdrettsart på lokaliteter med tilgang på kaldt vann.

De første flekksteinbiteggene ble kunstig befruktet ved stryking av innfanget stamfisk fra Barentshavet i 1993, og avkommet fra disse og neste generasjoner er i dag stamfisk ved et pilotanlegg for produksjon av flekksteinbityngel (Troms Steinbit AS) på Senja. Utvikling av flekksteinbit som oppdrettsfisk har foregått i samarbeid mellom forskningsmiljøet i Tromsø (Norges fiskerihøgskole (UiTø), Fiskeriforskning AS, Akvaplan-niva AS og Troms Steinbit AS).

Prioriterte forskningsoppgaver har omfattet optimalisering av miljø og fôr til både larver/ynge, matfisk og stamfisk, kartlegging av faktorer som påvirker egg- og yngelkvalitet, reproduksjon og vekst og ikke minst forskning tilknyttet helseproblemer hos oppdrettsfisk. Dessuten har et visst markedsarbeid foregått parallelt med den første produksjonen av flekksteinbit fra matfiskanlegg.

Dagens status

Det er etablert ett yngelproduksjonsanlegg og to matfiskanlegg for flekksteinbit. Troms Steinbit har fem generasjoner stamfisk i sitt anlegg. Denne lysstyres og produserer egg både høst og vår/sommer. Anlegget har en produksjonskapasitet på 100 000-120 000 yngel og yngelproduksjonen siste sesong lå rundt 100 000. I 2003 er målet 1 million yngel som vil gi ca. 5 000 tonn slakteferdig fisk i 2006. Det er dessuten etablert en pilotbedrift (Loppa Steinbit) som skal prøve ut steinbitoppdrett i merd for å analysere lønnsomhet i merdoppdrett.

Det er også satt igang utviklingsprosjekter innen flekksteinbitoppdrett i Canada (Quebec/New Foundland) og på Island (pilotanlegg på nord-øst Island, skal bl.a. teste vekstprestasjoner mellom ulike stammer flekksteinbit). Også i Chile har man lagt planer for utprøving av arten.

Villfisk som er samlet inn fra Barentshavet og oppbevart ved 3-10 °C ved Havbruksstasjonen i Tromsø har gjennom flere sesonger modnet i perioden juli til januar, med en tydelig gytetopp i oktober når vanntemperaturen er i ferd med å synke. Det er ønskelig å holde vanntemperaturen under 6 °C under den siste del av gonadeoppbyggingen, da tidligere forsøk med gråsteinbit har vist at eggmodning og eggkvalitet påvirkes av for høye temperaturer under vitellogenese (eggets vekstfase). En optimal temperatur for hold av stamfisk gjennom gytasesongen vil trolig være så lav som ca. 4 °C.

Stamfisk mellom 4 og 13 kg har produsert fra 8 000 til 300 000 egg av 5-6 mm størrelse. Eggproduksjonen øker med fiskens størrelse. Hunnfisken må strykes innen ganske kort tid etter ovulering. Steinbiten er en totalgyter, og alle egg gytes i en omgang. Ofte må det strykes flere hannfisk for å få en tilstrekkelig mengde spermatozoer for å sikre 100 % befruktning av eggene.

Maternale (mor) effekter har i den senere tid vist seg å kunne ha stor betydning for både utviklingen av embryoet og senere livsstadium, faktisk helt fram til voksenalder.

Steinbit har indre befruktning i naturen, og eggene gytes i skjul i huler eller under steiner. Eggmassen gytes før første celledeling, er klebrig og pakkes av hunnfisken til en kompakt ball. Denne voktes så gjennom den lange inkuberingsperioden av hannfisken. I oppdrett prøver man å hindre eggene i å klebe sammen, for lettere å kunne rømme ut døde egg. Dette har vært gjort ved å røre forsiktig i eggene eller spre dem på en relativt stor flate etter overføring til sjøvann de første timer. Etter den tid mister de sin klebeevne.

Steinbiteggene er store og har svært lang inkuberingsperiode. Ved konstant 4°C inkubering klekker larvene rundt 800 døgngader, og ved 8 °C først rundt 940 døgngader. Eggene er følsomme for miljøvariasjoner i siste del av inkuberingsperioden, og utilsiktet temperaturøkning og kortere vannstopp i inkuberingsenhetene har ført til fremprovosert klekking. Total overlevelse til klekking har variert fra 0-78 % i forsøk ved Havbruksstasjonen. Troms Steinbit har hatt overlevelse mellom 60 og 90% i gode eggbatcher, 30-50% i egg av dårligere kvalitet.

Steinbitlarvene klekker på et velutviklet stadium, med usedvanlig godt differensierte indre og ytre organer og strukturer. De er 22-24 mm lange ved klekking og veier fra 80 til 110 mg. En liten plommerest, et ikke-forbeinet skjelett og tynnere hud er det som synlig skiller dem morfologisk fra et juvenilt individ og gjør at de i det hele tatt kan klassifiseres som larver. I naturen har de en pelagisk fase som strekker seg over flere uker, der de ernærer seg av tidlige stadier av ulike krepsdyr i tillegg til fiskelarver.

Normalt klekkede steinbitlarver er aktivt interessert i fôr like etter klekking. De kan oppføres på både levende og formulert fôr. De går ivrig løs på både hoppekreps, fiskelarver og saltkreps (*Artemia*), likeledes frosset dyreplankton. Kommersielt tilgjengelig startfôr for marine larver har vært mye brukt og gir bra vekst.

I løpet av den tre til fire uker lange starvfôringsfasen har best vekst til nå vært registrert ved så høye temperaturer som 12 °C, men overlevelsen har vært bedre ved 6 og 8 °C. Etter fire måneder er snittvekten ca. 4 gram og etter seks måneder 10 gram, ved 7-8 °C.

Fra 100 grams størrelse vokser flekksteinbiten godt ved lave vanntemperaturer. Ved en snitttemperatur på 5,2 °C har fisken nådd en slaktevekt på 4,5 kg etter tre år fra startfôring. Fisken har vært holdt i store lengdestrømsrenner og tettheter rundt 80-100 kg/m². Dødeligheten, registrert i en reell oppdrettssituasjon, har så langt vist seg å være akseptabel, 19 % fra 100 grams fisk til slakt.

Kjønnsmodning ser ikke ut til å påvirke vekstegenskapene vesentlig før fiskekullene har nådd slaktevekt. Flekksteinbit har derfor gode produksjonsegenskaper som matfisk. Oppdrettet flekksteinbit gir høyt filetutbytte.

Flekksteinbiten har vist seg å være svært tolerant overfor endringer i vannkvaliteten, med svært god vekst selv i sjøvann med saltinnhold på 12 ‰. Tålegrenser for oksygen (høyt og lavt), karbondioksid og ammoniakk ligger langt over det man har observert hos f.eks. laks og torsk. Steinbiten har en svært god fôrutnyttelse (fôrfaktor 0,6-0,8 i våre forsøk), selv om fôret som eksisterer på markedet stort sett er sub-optimalt for arten i denne fasen. Oppdrett av arten har på grunn av lav optimaltemperatur foreløpig vært begrenset til Nord-Norge, men toleransen for lave saliniteter vil gjøre det mulig å utnytte marine grunnvannsressurser langs hele norskekysten, da disse oftest holder under 10 °C.

Det er generelt lite sykdomsproblemer på fisken, dødeligheten er lav, mindre enn den "naturlige" dødeligheten hos laks og annen marin fisk i oppdrett. Størst dødelighet har vært knyttet til utbrudd av atypisk furunkulose.

Nodaviruset som forårsaker VNN har gitt store tap av piggvar- og kveiteyngel i Norge, og sykdommen er et økende problem i marint oppdrett over hele verden. Injeksjon av virusinfisert materiale fra kveite har gitt høy dødelighet på flekksteinbit av 10 grams størrelse i laboratorieforsøk, mens smitte via vannet ikke har gitt sykdom på fisk av denne størrelsen. Hos yngel derimot resulterer vannbåren smitte i dødelighet, og viser at de tidlige livsstadier er mest mottakelig for sykdommen.

Parasitter er kanskje det største problemet i oppdrett av steinbit. Flagellaten *Icthyobodo necator* (Costia) og ciliaten *Trichodina* fester seg til overflaten av hud og gjeller, og det er særlig yngel som er følsom for disse parasittene. *Trichodina* er hyppigst forekommende. *Gyrodactylus* og *Pleistophora* er registrert på større fisk, men i begrenset omfang. *Pleistophora* er en mikrosporidie som lever intracellulært i skjelettmuskulaturen. Infeksjonen trenger ikke gi ytre synlige symptomer, men mikroskopering av snitt fra muskulatur kan avdekke infiserte muskelceller. Ved kraftige infeksjoner kan det utvikles byller i muskulaturen, noe som i verste fall vil redusere kvaliteten på salgsproduktet.

Biologiske flaskehals

Der er i dag egentlig ingen biologiske eller produksjonsmessige enkeltfaktorer som fungerer som flaskehals i forbindelse med flekksteinbitoppdrett. Det betyr imidlertid ikke at det ikke er stort rom for forbedring innen de fleste områdene, m.a.o. er det alltid behov for optimalisering innen de ulike faser av produksjonen. Helseforskningen har vist at steinbiten er en robust fisk og miljøstudiene understreker også artens fleksibilitet. Matfiskdelen bør imidlertid fokuseres ytterligere. Flaskehalsen ligger heller i bedrifts- og markedsutvikling.

Behov for forskningsinnsats

Behovet for forskningsinnsats på flekksteinbit knytter seg til optimalisering av miljø og fôr i alle faser av produksjonen. I tillegg må det rettes fortsatt innsats mot forebyggende helsearbeid og utvikling av vaksiner.

Referanser (ikke komplett):

- Espeli S. 2002. The susceptibility of spotted wolffish to infectious diseases and use of immune prophylaxis. Bulletin of the Aquaculture Association in Canada 102-2.
- Falk-Petersen I.B., Hansen T.K., Fieler R. & Sunde L.M. 1999. Cultivation of the spotted wolffish (*Anarhichas minor* Olafsen) – A new candidate for coldwater farming. Aquaculture Research 30, 711-718.
- Falk-Petersen, I.B. 2001. Factors affecting survival and growth during the early life history stages of spotted wolffish (*Anarhichas minor*). Europ. Aquaculture Society Symposium Abstracts, Trondheim, Aug. 01.
- Falk-Petersen, I.B. 2002. Yngelproduksjon av flekksteinbit. Norsk Fiskeoppdrett 1.
- Foss, A., Evensen, T.H. Imsland, A.K. & Øiestad, V., 2001. Effects of reduced salinities on growth, food conversion efficiency and osmoregulatory status in the spotted wolffish. Journal of Fish Biology 59:416-426.
- Foss, A., Evensen, T.H. & Øiestad, V. 2002. Effects of hypoxia and hyperoxia on growth and food conversion efficiency in the spotted wolffish, *Anarhichas minor* (Olafsen). Aquaculture Research 33: 437-444.
- Hansen, T.K. and I.B. Falk-Petersen, 2001. The influence of rearing temperature on early development and growth of spotted wolffish *Anarhichas minor* (Olafsen). Aquaculture Research 32:369-378.
- Hansen, T.K. & I.B. Falk-Petersen 2002. Growth and survival of first-feeding spotted wolffish (*Anarhichas minor* Olafsen) at various temperature regimes. Aquaculture Research 33:1-9.
- Ingilå M., Arnesen J.A.A., Lund V. & Eggset G. 2000. Vaccination of Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* L., and spotted wolffish *Anarhichas minor* L., against atypical *Aeromonas salmonicida*. Aquaculture 183, 31-44.
- Lund, V., Arnesen, J.A. & Eggset, G. 2002. Vaccine development for atypical furunculosis in spotted wolffish *Anarhichas minor* O.: Comparison of efficacy of vaccines containing different strains of atypical *Aeromonas salmonicida*. Aquaculture 204, 33-44.
- Lund, V., Jenssen, L.M. & Wesmajervi, M.S. 2002. Assessment of genetic variability and relatedness among atypical *Aeromonas salmonicida* from marine fishes, using AFLP-fingerprinting. Diseases of Aquatic Organisms 50, 119-126.
- Tveiten, H. & Johnsen, H.K. 1999. Temperature experienced during vitellogenesis influences ovarian maturation and the timing of final maturation in common wolffish (*Anarhichas lupus* L.). Journal of Fish Biology 55: 809-819.
- Tveiten, H., Scott A. P. & Johnsen, H.K. 2000. Plasma-sulfated C₂₁-steroids increase during the periovulatory period in female common wolffish and are influenced by temperature during vitellogenesis. General and Comparative Endocrinology 117: 464-473.
- Tveiten, H., Solevåg, S.E. & Johnsen, H.K. 2001. Holding temperature during the spawning season influences final maturation and egg quality in common wolffish. Journal of Fish Biology 58: 374-385.
- Tveiten, H. & Johnsen, H.K. 2001. Thermal influences on temporal changes in plasma testosterone and oestradiol-17 concentrations during gonadal recrudescence in female common wolffish. Journal of Fish Biology 59: 374-385.

Østers

Stein Mortensen, Havforskningsinstituttet

Produksjonen av europeisk flatøsters, *Ostrea edulis*, er kommersialisert. Næringen er imidlertid preget av at hele produksjonskjeden foregår i liten skala. Det er både få anlegg i drift og liten produksjon. De fleste bedriftene i norsk østersnæring har slitt med å få til stabilitet, noe som gjelder tilnærmet alle ledd i verdikjeden. Basert på erfaring, innsamlet informasjon og nøkkeltall fremskaffet av næringsaktørene ser det imidlertid ut som en oppskalering og lønnsom produksjon er realistisk. Dette kapittelet har som utgangspunkt brukt utredningen "Et målrettet og koordinert prosjekt for Dyrking av østers i Norge", utgitt av Havforskningsinstituttet, Norske Fiskeoppdretteres Forening og Skjellprosjektet i oktober 2001.

Kort historikk

Internasjonalt har flatøstersen en høy status. Den er regnet som et eksklusivt sjømatprodukt, og denne arten regnes som den fineste østersarten. Den er utbredt fra Marokko, i Middelhavet og langs Atlanterhavskysten nord til Trøndelag. De fleste utnyttbare bestander og produksjonsområder for flatøsters har siden 1970-årene vært rammet av sykdommer som har redusert produksjonen til en brøkdel av det den var tidligere. Bestandene i Skandinavia, Skottland og Svartehavet er fri for disse sykdommene.

I Norge har høsting av østers periodevis vært en lønnsom bigeskjeft langs kysten. Fra 1700-tallet regner vi med at sinking av vill østers for eksport hadde betydning for flere lokalsamfunn på Vestlandet, og fra gamle skjøter finner vi eksempler på at ved fradeling av holmer og annen strandlinje, er det tatt under at rettighetene til å sanke østers i strandsonen fremdeles forblir tilhørende hovedbruket. Vi ligger i utkanten av flatøstersens utbredelsesområde. Vi regner med at lavere temperatur i sjøen og høy beskatning rundt 1860 til 1870 førte til at våre naturlige østersbestander fikk problemer med å reproducere seg, og kun mindre mengder østers finnes fremdeles naturlig enkelte steder langs kysten vår. I saltvannspoller langs vestlandskysten ført en høyere sommertemperatur til at østersen ikke forsvant. Kultivering av østerspoller startet i 1880-årene, og noen få av disse pollene har vært i drift nesten kontinuerlig frem til i dag. Østersyngel ble tradisjonelt produsert i såkalte yngelpoller, mens konsumøstersen ble produsert i såkalte "fedepoller". Foruten konsumøsters ble det eksportert store mengder yngel og halv voksen østers for videre vekst i Danmark og Holland. Stiftelsen *Selskabet til de Norske Fiskeriers Fremme* har en god statistikk og oppteignet historie fra perioden 1884 til rundt 1960.

Den siste satsingen på østersnæringen var på 1980-tallet. Da ble det bl.a. etablert et storskala vekstanlegg for skjellyngel etter moderne metoder i Espevik på Tysnes, der lovende resultater ble oppnådd i en halvintensiv produksjonsform for østersyngel. De fleste av de mange entusiastiske og optimistiske aktørene fra den gang fikk imidlertid lite eller ingenting igjen for innsatsen sin. De viktigste grunnene for at man mislyktes var;

- Tungvinte, dyre, lite utbygde og til dels dårlige rutiner på kontrolliden
- For liten satsing på markedsføring og salg
- Østersanleggene var drevet "på si", og var preget av venstrehåndarbeid og undervurdering av arbeidsmengden fra dyrkernes side
- Mangel på kapital
- Naturlig produksjon av yngel etter tradisjonelle metoder ble for uforutsigbart til at man våget å satse industrielt på konsumøsters

Det er satt i verk flere tiltak de siste årene. I 1998 startet kamskjellklekkeriet Scalpro AS også forsøk med produksjon av østersyngel. Resultatene var så gode at de utvidet denne virksomheten og hadde høyest produksjon i 2000 med ca. 6 millioner 2 millimeters yngel. Fra 1999 til 2001 gjorde Tarovekst forsøk med vekstanlegg for østers etter intensiv metode. I løpet av 1998 og 1999 bygde Bømlø Skjell AS et halvintensivt klekkeri og vekstanlegg i Agapollen på Bømlø. Ca. 80 % av østersyngelen i Norge for utplassering i sjøanlegg er levert herfra de siste årene. I 1998 ble Bjerga Østers AS innlemmet som en datterbedrift av Norshell AS. Selskapet har vært Norges desidert største produsent av sette- og konsumøsters, men la nylig ned produksjonen.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Sykdomsfriheten i norske flatøstersbestander gir Norge et konkurransefortrinn. Dette gir muligheter for;

- produksjon av yngel
- salg av sykdomsfri yngel til produsenter i andre områder
- produksjon og salg av setteskjell til andre områder
- produksjon av konsumskjell uten tilfeller av høy dødelighet

Yngelproduksjon

De siste årenes produksjon av østersyngel er meget positiv. Ved å bygge på kompetansen og videreføre FoU-arbeidet hos de allerede etablerte yngelprodusentene, vil de ha en kapasitet som trolig langt overskrider behovet for østersyngel i Norge i flere år fremover.

Setteskjell

Europeisk flatøsters er i en særstilling og regnes som et særlig eksklusivt produkt i mellom-Europa. De har siden 1970-tallet hatt store problemer med sin egen produksjon pga. parasittsykdommer. Det er interesse for å få i gang igjen produksjonen, og en mulig løsning kan være å kjøpe halv voksen setteøsters fra sykdomsfrie områder, som Norge. Ved salg av setteøsters kommer vi ned i en veksttid på sjølokalitet i Norge på maksimum to år. Dette gir mange fordeler for dyrkerne, som raskere omløpstid på kapitalen, flere typer markeder, samme dyrkingsteknologi brukes både til sette- og konsumøsters og at skjellene kan omsettes under etablerte østersprodusenters merkenavn på kontinentet. Det siste året er det arbeidet med setteøsters der det er ført samtaler både med myndigheter, forskere og skjelldyrkere i blant annet Frankrike.

Optimalisert produksjon av konsumskjell

I tillegg til setteøsters ligger det sannsynligvis et potensial i konsumskjell til godt betalende nisjemarkeder. For å utløse potensialet er det viktig å få ned produksjonstiden. Det er da viktig at vi velger de riktige lokalitetene for østersdyrking i Norge. Et eksempel på relevant utviklingsarbeid ser vi i Sunnhordland, hvor det pågår et prosjekt som sammenligner ulike typiske lokaliteter vedrørende vekst, dødelighet og begroing. Resultatene herfra tyder på at dersom vi velger riktige lokaliteter og riktig dyrkingsteknologi, vil vi i vanlige fjordlokaliteter trolig oppnå konsumskjell (over 60 gram) på fire år og i poller på tre år. Dette er gode tall som gir tro på en bærekraftig norsk østersnæring. Det viser at vi kan produsere sette- og konsumøsters i Norge også på andre lokaliteter enn i det begrensede antall poller som står til rådighet.

Flaskehals

Basert på næringens status og artens potensial er det en del grunnleggende forhold som blir avgjørende for å få til en stabil, bærekraftig østersproduksjon;

Sykdomsfrihet er en forutsetning for lønnsom produksjon av flatøsters. Det er i denne sammenhengen avgjørende at fagmiljø, forvaltning og næring klarer å gjennomføre en samlet, planmessig strategi for nasjonal og regional produksjon av østers, uten import.

Neste kritiske suksessfaktor er en stabil yngeltilgang. Det er viktig at utviklingsarbeidet videre blir bygget på de beste resultatene fra de siste årenes utvikling. De positive resultatene fra optimalisering av pollproduksjonen bør videreføres.

Etter yngelstadiet er det avgjørende at det velges en hensiktsmessig strategi for produksjon av yngel i vekstanlegg. Også her foreligger det verdifulle resultater som kan brukes som fundament.

Vekstfasen er blitt gjort i ulike typer produksjonslokaliteter. Vekst – og derav produksjonstid – er svært avhengig av fødetilgang og temperatur. Det er helt avgjørende å finne lokaliteter med god planteplankton, optimale temperatur- og salinitetsforhold, egnede strømforhold og minst mulig driftstekniske problemer, som lokalitetsavhengige forhold.

Siden østers i hovedsak konsumeres rå, er det svært viktig at konsumskjellene dyrkes i områder med tilfredsstillende vannkvalitet. Kloakk eller gjødselkontaminering er ikke akseptabelt. Det er i etableringen av østersanlegg ikke tatt tilstrekkelig hensyn til spørsmålene rundt vannkvalitet. Det er avgjørende for anleggenes fremtid at det blir etablert hensiktsmessige kontrollrutiner rundt østersdyrkingen.

Et gjennomgående forhold er altså optimalisering av både anlegg og plassering samt oppskalering. Det vil i mange sammenhenger være hensiktsmessig å etablere operative nettverk, med samarbeid om drift, utstyr, høsting, levering og kontroll.

Behov for forskningsinnsats

Det er viktig at FoU-arbeidet på østers er mest mulig fokusert, koordinert og målrettet. Det har tidligere vært gjennomført en del regionale prosjekter som neppe vil gi verken forskningsresultater eller næringsmessig gevinst. Spredning av knappe midler bør derfor unngås, og det er viktig å forsøke å få til en rett bruk av regionale virkemidler.

Klekking og vekstanlegg

Det er etablert anlegg for både klekking og oppbevaring av østersyngel, som begge har positive resultater. De bruker hver sin driftsform, intensiv og halvintensiv, som hver for seg har sine fordeler og utfordringer. For å sikre stabil produksjon og forutsigbare yngelmengder er det naturlig å legge hovedsatsingen i de allerede etablerte, operative bedriftene, som da får videreutviklet sin teknologi. Det er sannsynlig at vi best vil sikre tilstrekkelig stabilitet og oppnå mest kosteffektiv produksjon av østersyngel ved å bruke halvintensive vekstanlegg i forbindelse med poller.

Det finnes i dag tre poller der det drives yngelproduksjon etter tradisjonell driftsform. Disse kan representere et spennende supplement for produksjon av kosteffektiv kvalitetsyngel. Metoden kan videreutvikles bl.a. ved å velge samlertyper som unngår sammenvokst yngel. Det bør være en god dialog mellom pollprodusentene, mellomprodusentene og relevante fagmiljø. Det er sannsynlig at det vil være behov for å gå inn med mindre forskningsoppgaver i polldriften.

Setteøsters

Det kritiske punktet i setteøstersproduksjonen er å finne optimal produksjonstid, kombinert med optimal kvalitet (som overlevingssevne, energilagre etc.) på skjellene. Det må utvikles metoder for evaluering av slik kvalitet og rutiner på akklimatisering og forsendelse.

Konsumøsters

Østersdyrkerne må etablere samarbeid for utvikling og tilpasset dyrkingsteknologi, som dyrkingsmoduler, håndteringsutstyr etc. og dyrkingsforhold, som antall skjell pr. arealenhet, vanngjennomstrømning, rengjøringsmetode, intervaller etc. Kvaliteten må styres. Antakelig

kan den manipuleres, endres og bedres med spesielle tiltak som omplassering til spesielle "fetepoller" før salg? Det må utvikles et verktøy for evaluering og gradering av spisekvalitet hos østers. I denne fasen er det viktig å bruke faginstusjonene på en god måte.

Referanser

- Hovgaard, P., Mortensen, S. og Strand, Ø. 2002. Skjelldyrkning - status og utfordringer. S. 49-54. I: Glette, J., van der Meeren, T., Olsen, R.E. og Skilbrei, O. (red.), Havbruksrapport 2002, Fisken og havet, særnummer 3-2002, 103 s.
- Skjæggestad, H., Berg, A.-G. og Mortensen, S. 2002. Manual for helsekontroll i skjellanlegg, Sluttrapport, NUMARIO-prosjekt nr. K32-3056/00.
- Mortensen, S., Berthe, F., Joly, J.-P. og Miossec, L. 2002. Future strategies for a Norwegian production of seed oyster, *Ostrea edulis*, for export. Rapport til NUMARIO-prosjekt K32-3025/00, juli 2002, 5 s.

Piggvar

*Anne Berit Skiftesvik, Havforskningsinstituttet,
konferert med Grethe Adoff, Bergen Aqua AS*

Kort historikk

Det er 20 år siden det ble startet oppdrett med piggvar. I Norge finnes det bare ett piggvarklekkeri i drift (Stolt Seafarm AS, Øye Smelteverk), mens det i Sør- og Mellom-Europa er flere klekkerier som selger yngel. Stolt Seafarm AS, Øye Smelteverk, er også det eneste store matfiskanlegget i drift etter at Brema Flatfisk AS ved Bremanger Smelteverk ble nedlagt i 2001. Imidlertid bygger Norway Marin Culture AS et nytt piggvaranlegg ved Tjeldbergodden.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Piggvar er en godt utviklet oppdrettsart. En er kommet lengre med piggvar enn for eksempel kveite, og mange av de problemene en i dag ser på kveite (dårlig yngelkvalitet, mye feilpigmentering etc.) var et stort problem for piggvar tidligere. En streng kvalitetskontroll og utsortering holder kvaliteten oppe.

Piggvar er en varmtvannsart. Piggvaranlegg krever tilgang på varmt vann, eller bruk av teknologi som gjør at en kan holde kostnadene med bruk av varmt vann akseptable. Produksjonssyklusen er landbasert, den er komplisert, og suksess forutsetter god kontroll i alle delene av produksjonssyklusen.

Det største problemet er imidlertid ikke av biologisk/driftsmessig art. Det største problemet er skjev konkurranse mellom Norge og andre piggvarproduserende land. Piggvaroppdrett er kapital- og arbeidsintensiv. Flere oppdrettsland for piggvar i Europa har støtteordninger fra EU som gir 40-60 % tilskudd til etableringen. I tillegg er arbeidskraften betydelig billigere både i forbindelse med bygging av anlegg og den daglige driften.

Biologiske flaskehalser

Det vil alltid være rom for forbedringer i alle faser av produksjonen. Imidlertid er tidlig kjønnsmodning et problem i piggvaroppdrett. Det er blitt en del bedre gjennom avl, men mye gjenstår før en har full kontroll med dette. Prisen på stor fisk er mye høyere enn for liten fisk. Det er derfor viktig å unngå tidlig kjønnsmodning og vekststagnasjon.

Behov for forskningsinnsats

Det viktigste for bedre lønnsomhet i piggvaroppdrett er å få kontroll med kjønnsmodningen, og å øke vekstraten for matfisk. Økt vekst korter ned produksjonstiden og dermed produksjonskostnadene.

Ål

Anne Berit Skiftesvik, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Åleoppdrett har eksistert i jorddammer i mer enn hundre år. Japan var først ute, men andre land i Asia har kommet senere. På 70-tallet var det en kraftig produksjonsøkning da formulert fôr og nye tekniske løsninger ble tatt i bruk. I områder i Frankrike og Italia, der temperaturen er gunstig, har det i lang tid vært drevet dam- og laguneoppdrett av ål. Intensivoppdrett startet mye senere. Ved å ta i bruk resirkuleringsteknikk, ble åleoppdrett utbredt i land som Danmark og Nederland. Her i Norge har interessen for åleoppdrett vært varierende. Det har vært startet opp oppdrett av ål flere ganger, basert på ulike konsept. Bl.a. ble det bygget et pilotanlegg for åleoppdrett i Ålvik som baserte seg på spillvarme fra industrien der og import av glassål. Det ble produsert to generasjoner av ål, men anleggene ble nedlagt etter en lønnsomhetsvurdering. Det ble senere importforbud for glassål, og åleoppdrett måtte basere seg på innfanget gulål. Farsund Aqua AS bygde et resikuleringsanlegg og startet opp drift i 1987 basert på villfanget gulål. Åleoppdrettet var i drift i en 10-årsperiode. Det meste av den ålen som fanges i Norge fanges i sjø. Innlandsmarkedet for ål og åleprodukter er begrenset. Det meste av ålen har alltid blitt eksportert ut av landet. Mange land verdsetter denne fisken høyt, og den inngår i mange matretter. Ål har et stabilt og godt prisnivå på de ulike markedene rundt om i verden.

En generell trend på verdensbasis er at ålefangstene går ned og oppdrett øker. All oppdrett er basert på villfanget ål, glassål i utlandet, gulål her i landet. Asiatisk åleoppdrett har et mye større omfang enn åleoppdrett i Europa. Det har de siste årene vært en stor nedgang i fangstene av glassål for de artene som dominerer i oppdrett, dvs. europeisk ål (*Anguilla anguilla*), og japansk ål (*A. japonica*). Åleoppdrett i Asia kan ikke øke mer pga. mangel på glassål. Asiatiske investorer kjøper seg inn i europeiske anlegg.

Oppdrett av ål her i landet har vært noe annerledes enn oppdrett av ål i andre land. Andre land baserer sitt oppdrett på glassål, mens vi har videreføret gulål. Fordi vi har hatt importforbud for glassål, har oppdrett her til lands basert seg på videreføring av gulål over minstemål. Fordelen ved dette er at nesten all ål som settes i oppdrett vil være hunner. Hunnene blir mye større enn hannene, og de betales bedre. Negative sider med oppdrett basert på videreføring av gulål, er at det kan være vanskelig å skaffe nok ål til å sette inn i anleggene, og anlegget må fylles opp over tid. Det kan være en økt risiko for å få sykdom inn i anlegget når ny ål kommer inn "litt etter litt", og sannsynligvis fra mange ulike områder. For en tid siden var det mange småskalaanlegg for videreføring av gulål i drift. Disse var tenkt som tilleggsnæring til f.eks. gårdsdrift. Det var varierende erfaringer med denne type anlegg og det er usikkert om noen av disse anleggene er i drift i dag.

Potensial som oppdrettsart

Ål er en art som allerede er i kommersiell produksjon i flere land. Ål kan leve både i ferskvann og i saltvann, og i oppdrett er det ferskvann som benyttes. Ål kan holdes i store tettheter, og oksygenbehovet er betydelig lavere enn hos laks. Jurgensen & Nielsen (1982) hevder at ålen først får redusert vekstrate når oksygenmetningen kommer under 45-55 % ved 24,2–25,2 °C. Potensialet for oppdrett av ål i Norge ligger i anlegg basert på resirkuleringsteknologi og import av glassål, og teknologisk og miljømessig vil derfor potensialet være identisk med andre land. Begrensingen kan bli tilgang på glassål. Innfanging

av glassål i Norge til bruk i oppdrett vil ikke praktisk mulig, da Norge ligger i utkanten av ålens utbredelsesområde, og innsiget av glassål langs norskekysten er begrenset.

Biologiske flaskehals

Alt åleoppdrett i verden er basert på villfanget ål. Det har ikke lyktes å produsere glassål til oppdrettsnæringen. Selv om en allerede i 1966 fikk ål til å gyte under laboratoriebetingelser ved hjelp hormonbehandling, har en ikke løst problemet med yngelproduksjon. Det har vært en stor forskningsinnsats på området, spesielt i Japan. Foreløpig klarer en bare å produsere noen få larver.

I oppdrett basert på innfangning av glassål blir 95 % av ålen hanner. Hannene blir ikke over 45 cm, og 150-200 gram. Hunnene kan bli over en meter. En tror at ålens kjønn blir bestemt tidlig i gulålfasen, men en vet ikke hvilke(n) faktor/faktorer som styrer kjønnbestemmelsen, dvs. hva som avgjør om det blir en hunn eller en hann. Dersom en kan styre hvilke kjønn oppdrettsålen får, kan produksjonen og lønnsomheten trolig økes betraktelig.

Behov for forskningsinnsats

Arten er allerede i kommersiell produksjon, basert på oppfôring av villfanget glassål eller gulål. For at ål skal kunne bli etablert som en oppdrettsart i Norge, gitt at importforbudet på glassål opprettholdes, må det igangsettes forskning for å beherske yngelproduksjonen. Forskningsinnsatsen bør også rettes mot årsakene til kjønnbestemmelsen hos ål slik at en kan produsere flest mulig hunner. Forskning på disse områdene bør foregå i samarbeid med institusjoner i utlandet som driver forskning på ål. Det bør legges innsats på sykdomssiden, forebyggende og behandling.

Referanser

- Jurgensen, E.J. & Nielsen, L.H. 1982. Ål i intensiv akvakultur. En laboratorieundersøgelse af stofskifte og vækst hos den europeiske ål (*Anguilla anguilla* L.) ved forskjellige fødeinntak. Specialrapport, Vandkvalitetsinstituttet, Danmark, 139 s.
- Kafuku, T. & Ikenoue, H. 1983. Modern methods of aquaculture in Japan. Elsevier scientific publishing company, Amsterdam-Oxford-New York, s. 31-43.
- Nose, T. 1971. Spawning of eel in a small aquarium. Rivista Italiana di Piscicoltura e Ittiopatologia, 2: 25-27.

Blåskjell

Peter Hovgaard, førsteamanuensis, Høgskolen i Sogn og Fjordane

Kort historikk

Blåskjell og dets nære slektninger blir i mange land dyrket i store kvanta. Totalt kvantum i verden passerte 1,6 mill. tonn i 1998. Den dominerende produsenten er Kina med ca. 1/3, like mye som de tre neste produsentene på listen til sammen: Spania, Italia og Nederland. Våre nærmeste naboer, Sverige, Danmark, Irland og Skottland, er også betydelige produsenter. På denne bakgrunn er det vanskelig å forstå hvorfor ikke Norge også er en betydelig produsent. Det har vært gjort flere mislykte forsøk i Norge på å komme i gang med dyrking av blåskjell i en større kommersiell skala. Den siste store satsingen var på 1980-tallet og på det meste var det gitt ca. 700 konsesjoner. Den døde også ut, med flere konkurser, og bare et par anlegg i Trøndelag overlevde. Disse har stått bak det meste av norsk produksjon som i mange år har ligget rundt 500–600 tonn årlig. Den viktigste årsaken til denne utviklingen var problemet med giftige alger, eller rettere sagt, mangelen på kompetanse til å gjøre riktige målinger og

toksikologisk evaluering av de fettløselige toksinene i DSP-gruppen (diaréskapende gifter). Disse toksinene var nylig oppdaget i Japan, og der innførte man en streng analysemetode basert på injeksjon av et ekstrakt i hvite mus, den såkalte "musemetoden". Metoden ble ukritisk overført til norske forhold. Metoden er svært unøyaktig, differensierer lite mellom de ulike toksinene og er lite konsistent. Den gir svært ofte såkalte "falske positive", dvs. at skjellene blir stemplet som giftige å spise uten å være det. Situasjonen er blitt betydelig bedre i de senere årene, både ved at musetesten er blitt modifisert og ved at grenseverdien for et av de vanligst forekommende toksinene, YTX (Yessotoksin), ble forhøyet i august 2000. En viktig betingelse for å kunne gjøre dette var at vi fikk et laboratorium med utstyr og kompetanse til å foreta kjemiske analyser ved Veterinærhøgskolen i Oslo. Etter disse forandringene er det fremkommet et mye mer nyansert bilde av de reelle giftforholdene. Spesielt positivt er det at de ytre fjord- og kystområdene i stor grad er fri for gift det meste av året. En følge av disse forandringene er at produksjonen i 2001 ble fordoblet i forhold til året før. Også i år (2002) ligger vi an til en ny fordobling. Mange og store anlegg er satt ut i sjøen, og det er ikke urimelig med en fordobling hvert år i en del år fremover. Det kan derfor se ut som blåskjellnæringen er i ferd med å "ta av" og bli en betydelig næring, men skal potensialet bli bedre utnyttet, og skal vi unngå tilbakeslag, gjenstår det fortsatt mye FOU-arbeid.

Potensialet

Norge har et utrolig stort potensial for dyrking av blåskjell. Med utgangspunkt i en mulig produksjon på 200 tonn årlig for hver km² fjord og kystvann, har Sognefjorden alene et biologisk potensial til å produsere over 250 000 tonn per år. Dette vil selvsagt aldri bli realisert av andre årsaker, som for eksempel konkurrerende bruk av kystsonen og muligheter for å plassere og ankre opp dyrkingsanlegg. Eksemplet illustrerer likevel at det biologiske potensialet i Norge er mange hundre tusen, kanskje nærmere en million, tonn. Når vi så vet at det europeiske markedet totalt er ca. 600 000 tonn per år, er det klart at vi vil møte markedsmessige begrensninger lenge før vi når grensen for det biologiske potensialet for dyrking i Norge. Fordi Europa har en underdekning og importerer fra andre verdensdeler, har vi små muligheter for ekspansjon, samtidig med at det er en økende interesse for blåskjell blant konsumentene, er det ikke urimelig at en norsk produksjon på 100 til 200 000 tonn kan plasseres på det europeiske markedet innen overskuelig fremtid. Med en kilopris på 5–10 kr (kvalitetsskjell oppnår betydelig høyere pris), vil verdien ligge på mellom ½ og 2 mrd. Med produktutvikling og salg av bearbeidet vare til fjernere markeder er potensialet ennå større.

Biologiske flaskehalsar

Algetoksiner: Den viktigste flaskehalsen hittil har vært algetoksiner, spesielt de fettløselige som inkluderer de ekte DSP-toksinene (okadasyre og dinophysistoksinene som gir diaré m.m.), i tillegg til yessotoksiner og pectenotoksiner. (Yessotoksinene har også forårsaket store problemer for skjellnæringen – før grenseverdien ble hevet i august 2000, mens pectenotoksinene hittil har forekommet i lave konsentrasjoner her til lands). I tillegg har det dukket opp flere "nye" algetoksiner, som f. eks. azaspiracid, hukommelsestaptoksin (ASP) og spirolider. Det er store forskningsbehov innen dette området, både innen kjemi, toksikologi og økologi. I første rekke bør vårt fremste kompetansmiljø (Tore Aunes gruppe ved Veterinærhøgskolen) rustes opp med både menneskelige og materielle ressurser, slik at de kan delta i den store og avanserte forskningsinnsatsen som nå foregår internasjonalt. Det er viktig at dette miljøet kan videreføre arbeidet med utvikling av analytiske metoder, slik at man etter hvert kan redusere og helst avvikle bruken av forsøksdyr til rutineanalyser av skjell. Samtidig er det av største betydning at deres forskning på giftvirkningene av de ulike toksinene, alene og i kombinasjon videreføres, slik at arbeidet med mer vitenskapelig baserte grenseverdier i

sjømat kan forbedres. Den kjemiske analysekapasiteten bør også økes betydelig ved at flere laboratorier (Bergen, Trondheim) settes i stand til å foreta de vanligste kjemiske analysene etter hvert som standarder blir tilgjengelige.

Lokale variasjoner av toksiner i et skjellanlegg kan være betydelige. I brakkvannsfjorder er det tidligere påvist store forskjeller vertikalt slik at prøvetakingen må ta hensyn til dette. I tillegg er det nå klare indikasjoner på at det kan være horisontale variasjoner innen korte distanser, spesielt innen et anlegg med flere bæreliner som ligger tett sammen. Forklaringen er sannsynligvis at de ytterste bærelinene kommer først i matfatet, og dermed får tilgang til flere giftige alger, enn de innerste bærelinene som ligger i le og blir mindre giftige. Ved avgifting kan den motsatte prosess inntre, slik at de innerste bærelinene holder lenger på giften enn de ytterste som har mer tilgang på giftfrie alger. For å sikre representative prøver til sertifisering av skjellene er det her nødvendig å gjøre et grundig forskningsarbeid som inkluderer både giftmålinger i skjell, kvantitative algeprøver og hydrografi i anleggene.

Dinoflagellaten *Dinophysis*, som er ansvarlig for DSP-forgiftning, har vist seg å ha en sterk tendens til akkumulering i de indre deler av de store fjordene på Vestlandet, hvor det er stor tilførsel av ferskvann. Dette er spesielt påvist i Sognefjorden, men også i Hardangerfjorden og noen fjorder på Møre. En bedre forståelse av mekanismene bak denne prosessen, både hydrografiske og biologiske, vil være nyttig og kan hjelpe dyrkerne til å kunne forutsi og planlegge produksjonen.

Kvalitet: Kvaliteten på blåskjellene har vist seg å variere mye samtidig med at prisen på det europeiske markedet er svært avhengig av kvalitet. Inneværende år har prisene variert helt fra 3 til 20 kr per kg, avhengig av kvalitet og marked. Viktigste kvalitetskriterier er størrelse, matinnhold, skallstyrke, farge på innmaten og utvendig begroing på skallet. For skjell som skal omsettes levende er evnen til overlevelse etter høsting en viktig faktor. Forskning innen dette området må prøve å finne svar på hvordan dyrkerne skal kunne tilfredsstille flest mulig av kravene til kvalitet. Optimale forhold som gir rask vekst og økning i fylningsgrad er også viktig for å minske perioden med høstestopp etter gyting.

Utløsende faktorer

Dyrkingsstrategier: Det må finnes fram til dyrkingsstrategier, inklusiv utforming av anlegg og bruk av utstyr, som i stor grad må være tilpasset den enkelte lokalitet og som utnytter lokalitetens muligheter. Herunder må også inngå en vurdering av en lokalitets bæreevne for å estimere antall bæreliner og avstanden mellom dem.

Det er mange forhold som tyder på at en deling av produksjonen mellom ytre kystlokaliteter og indre fjordlokaliteter kan gi store fordeler. De indre har ofte rikelig og dypt yngelpåslag, mens de ytre kan mangle yngel. Problemet med forekomst av giftige alger er motsatt. Her har de indre størst problemer mens de ytre sjelden har dette problemet. I et samarbeid hvor de indre lokalitetene brukes til yngelproduksjon, ev. produksjon av halv vokste skjell, og de ytre til ferdige matskjell kan problemet løses. Forskningsområder her er tidsfaktoren, når på året er det best å flytte? Her er det viktig å ta hensyn også til larver av påvekstorganismer. Hvilken alder og størrelse på skjellene passer best til flytting? Hva tåler skjellene av forandringer i temperatur og salinitet? Logistikk, ærfugl og regionalisering (løyve til å flytte skjell mellom regioner) er også viktige områder.

Dyrkingsteknologi: For å øke prosent utbytte ved høsting, få raskere vekst og bedre matinnhold, bør det tynnes så tidlig som mulig. I utlandet er det mest vanlig å gjøre dette ved å fylle et visst (lavt) antall i strømper så tidlig som mulig, og hvor det også inngår sortering

etter størrelse for å øke jevnheten. Dette må gjøres maskinelt og krever utstyr med høy kapasitet og presisjon tilpasset norske forhold. En viktig detalj her er at det må utvikles et innertau i strømpene som synker. I New Zealand brukes blytau. Det får vi ikke lov til og må derfor utvikle et nytt produkt. Økt kunnskap om utstyr er her en utfordring, både når det gjelder valg av riktig utstyr til norske forhold samt tilpasninger og optimalisering av slikt utstyr.

Alternativ bruk av blåskjell: Et interessant område er å utvikle blåskjell til andre produkter enn menneskemat. Oppdrett av fisk krever stadig større mengder marint fôr som kan bli en mangelvare. Her kan blåskjell være et alternativ. Dyrkingsanlegg for slik biomasseproduksjon kan være annerledes enn anlegg som skal produsere store fine skjell til menneskemat. Her vil det antakelig være en fordel med små skjell med tynt skall. Det er bare antall kilo som teller, omplanting med tynning vil derfor ikke være nødvendig. Dyrkingssyklusene kan også gjøres kortere. Kostnadene per kilo vil derfor være lavere enn for skjell til humant konsum. Krav til innhold av toksiner i slike skjell vil antakelig være mindre strenge enn for skjell til humant konsum, men det bør forskes på i hvilken grad toksinene akkumuleres i fisken, eventuelt brytes ned.

En del forskningsresultater tyder på at blåskjell også kan være råstoff for utvinning av diverse biokjemikalier som enzymer, antibiotika, flerumettede fettsyrer, med mer. Det kan her være et stort potensial, men også krevende forskning i laboratorier med høy kompetanse på biokjemi og organisk kjemi.

Sykdom hos blåskjell: Erfaringene tyder på at blåskjell er svært robuste mot sykdommer, selv om det fra utlandet er kjent en del tilfeller. Vi bør på dette området ha en viss beredskap med kompetanse og driftsmidler slik at vi kan være forberedt i tilfelle noe skulle oppstå.

Kunstig "upwelling": Et mulig interessant område er kunstig upwelling i utvalgte områder der det ligger til rette for det. Målsettingen er å tilføre næringsalter til overflatelagene slik at primærproduksjonen blir større. De beregninger og modelleringer som hittil er gjort tyder på at bruk av ferskvann, der dette er tilgjengelig i store nok mengder, vil være det mest kostnadseffektive. Mer mat til skjellene i enkelte perioder, spesielt om sommeren hvor det ofte er lite tilgjengelig med næringsalter, og hvor skjellene også er magre på grunn av gytingen, kan bli av stor betydning for å skaffe skjell med god kvalitet i denne perioden.

Betydningen av denne teknikken til avgiftning av giftige skjell er mer tvilsom, spesielt etter at innføring av kjemiske analysemetoder for algegifter og forhøyet grenseverdi av YTX, har vist at det finnes mange lokaliteter i ytre strøk som regelmessig har lite problemer med algegifter. En større innsats for å finne frem til, og ta i bruk, slike lokaliteter kan være fornuftigere. At disse lokalitetene ofte har lite påslag av blåskjellyngel kan være en fordel fordi man da ikke får påslag av yngel utenpå eldre skjell. Yngelen må da selvsagt skaffes fra indre fjordlokaliteter (se også foran under *Dyrkingsstrategier*).

Behov for forskningsinnsats

Forskningsinnsatsen bør i første omgang konsentreres om:

- Toksiner
- Produksjonsstrategier
- Teknologi/utstyr
- Alternativ bruk av blåskjell
- Kunstig "upwelling"

- Sykdom hos skjell

Samtalepartnere ved denne utredningen har vært:

Norges Veterinærhøgskole ved professor Tore Aune
Dr.scient. Arne Duinker ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt
Cand.scient. Kjartan Hovgaard ved SAMS-prosjektet, Sogn & Fjordane Fylkeskommune
Dr.scient. Stein Mortensen, Havforskningsinstituttet
Norwegian Seafarmers ved Bernhard Rekkedal
Representanter fra Selstad Industrier, Ålesund og Fiskevegn AS, Flatraket.
Pluss en mengde forfattere av artikler, rapporter og bøker

Arter nær kommersialisering

Hyse

Ingegjerd Opstad, Havforskningsinstituttet

Dagens status

Hyse (*Melanogrammus aeglefinus*) hører til torskfamilien og er en viktig fiskeart i Norge. Hyse har et delikat, hvitt og fast fiskekjøtt og egner seg derfor ypperlig til mat. Den er foretrukket i enkelte markeder som USA fremfor for eksempel torsk. Den årlige gjennomsnittsfangsten av hyse i Norge har vært omtrent 45 000 tonn. Gytebestanden er lav, og ICES mener at bestanden blir beskattet utenfor sikre biologiske grenser. Eksperimenter med oppdrett av hyse har vært gjennomført i Nord-Amerika i de siste årene, og resultatene av eksperimentene er lovende. De første forsøkene i Norge, med primærmålene å få frem levedyktige larver, undersøke videre vekst samt identifisere flaskehals, gjennomføres ved Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon. Resultatene er lovende.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Stamfisk

I oppstartsfasen har en benyttet villfanget hyse som stamfisk. Hyse gyter i vanlige oppdrettskar, og kan rimelig enkelt lysmanipuleres til å gyte hele året tilsvarende andre arter. Vi har lysmanipulert stamfisk som gav egg i oktober med 85-90 % befruktning. Fra 20 hyse har en samlet inn 3,7 liter med befruktete egg over en periode på 44 dager. En vil derfor anta at stamfiskhold og eggproduksjonen ikke vil være noen flaskehals for oppdrett av hyse.

Egg

Innledende forsøk har vist at en kan overføre teknologien som benyttes til oppdrett av torsk i eggfasen til hyse. Disse forsøkene har vist stor variasjon i befruktningsprosent (50-70 %), klekkeprosent (30-80 %). Inkuberingsperioden ved 6 ° var på 15-16 dager. Denne fasen vil derfor heller ikke være noen flaskehals i produksjonen, selv om det helt klart er faktorer som må forbedres, samt at en må følge gruppene for å se om problemer i denne fasen forplanter seg til senere stadier.

Yngelproduksjon

På mange områder er yngelproduksjon av hyse tilsvarende som for torsk, men gjennomgående har en langt mindre kunnskap. Det er mulig å drette opp hyse i mange ulike volum, og fra utlandet vet en at en kan ha svært høye larvetettheter.

En benytter hjuldyr (rotatorier) til startfôring av hyse, denne byttes ut med saltkrepsen *Artemia* etter som fisken vokser. Etter om lag 1,5 md. tilvennes hysen tørrfôr. En har i stor grad basert fôrtypene på kunnskap fra torsk og andre marine arter, men det har vist seg at dette antagelig ikke er optimalt for hyse. Hyse ser ut til å ha en atferd som er godt egnet for oppdrett, med lite aggresjon og kannibalisme hos yngelen når yngelen fikk nok fôr, samt at den utnytter hele karvolumet.

Påvekst

Etter 18 måneder har de største hysene oppnådd en vekt nær et kilo. Hyse har derfor et svært godt vekstpotensial, den viste dobbelt så høy vekt i løpet av samme periode i yngelfasen som torsk som ble drettet opp under like betingelser. Den videre veksten har imidlertid ikke vært like god på hyse som på torsk.

Yngelen som ble produsert i 2001, fôres med et fôr som har gitt lav leverindeks og god vekst på torsk. Dette gjøres for å undersøke om dette fôret har samme effekt på hyse.

Sykdom

Vi har isolert *Vibrio*-bakterier fra hyse, og Intervet Norbio arbeider nå med å utvikle en vaksine.

Biologiske flaskehals

Stamfisk

En kjenner i liten grad til hysens reproduksjon, gyteatferd osv. En forutsigbar produksjon av egg med høy kvalitet forutsetter kjennskap til hysens behov, blant annet når det gjelder fysiologi, atferd, ernæring og sykdomssituasjon.

Yngel

Optimal temperatur, lysforhold, karmiljø osv. er i liten grad klarlagt.

Påvekst

Kravene hyse har til miljø, ernæring osv. i merder er ikke klarlagt. Vi vet i liten grad hva som er optimal tempertur for vekst, hvilke tettheter vi bør ha i systemene, ernæringskrav osv. Vi antar at kjønnsmodningen vil bli et tilsvarende problem som hos andre marine arter.

Innledende forsøk med å sette hyse på kontinuerlig lysregime har utsatt alder ved kjønnsmodning, og vi antar at bruk av tilleggslys vil være den enkleste måten å utsette problemet på. Avl vil være nødvendig for å bedre produksjonsegenskapene, ikke minst for å redusere variasjonen i størrelsen på fisken.

Resultatene fra de første forsøk med oppdrett av hyse, har vist at det er mulig å oppdrette den fisken på samme måte som torsk. Hyse har et potensial som ny marin art i havbruk i Norge.

gang hadde et minstemål på 24 cm totallengde (TL). Fem år etter utsetting kom de for fullt inn i fisket og siden høsten 1998 har den utsatte hummeren stått for mer enn 50% av hummerfangstene på Kvitsøy. Totalt er ca 7% gjenfanget (Agnalt *et al.* 1999, 2001).

I USA og Canada ble det gjennomført et større utviklingsarbeid for oppdrett av mathummer på 1970 og 80 tallet, som genererte mye kunnskap vi kan dra nytte av i dag (Van Olst *et al.* 1980; Waddy 1988; Aiken & Waddy; 1995). Arbeidet i Nord-Amerika stanset opp på grunn av manglende bevilgninger, samt at en arbeidet ble for tidlig overlatt til private aktører (Aiken & Waddy 1995). Også reduserte priser grunnet stor økning i fangstene av villhummer, reduserte mulighetene for lønnsomt oppdrett.

Dagens status

Intensiv produksjon

Det eneste hummerklekkeriet som er i drift i Norge i dag ligger på Kvitsøy i Rogaland og drives av selskapet Norwegian Lobster Farm A/S. Dette er et lite forsøksanlegg med resirkulering, biofiltre, og oppvarming av sjøvann til ca 20°C. Siden 2000 har NLF samarbeidet med Havforskningsinstituttet og Høyskolen i Rogaland om å utvikle oppdrettsmetoder for porsjonshummer (ca 300g) i resirkulert sjøvann i et prosjekt finansiert av SND og egeninnsats. Siden hummer ikke er en prioritert oppdrettsart har det ikke vært mulig å få finansiering fra NFR. De foreløpige resultatene tyder på at målet om å produsere en porsjonshummer på to år er realistisk. I prosjektet er det også gjort markedsundersøkelser og det er gjennomført kvalitetssammenligninger mellom oppdrettet hummer og villhummer, bl.a. hos Gastronomisk Institutt. Smaksmessig er det oppdrettede hummeren på høyde med villhummer, men på grunn av mangel av astaxantin i fôret som ble brukt var hummeren lys blå. Konklusjonen fra markedsundersøkelsene var at dette var et produkt som markedet var villig til å betale for dersom god kvalitet og stabile leveringer kunne oppnås. Når det gjelder teknologi er ulike burtyper testet ut og det er tatt ut patent på et spesielt bursystem som er svært arealeffektivt. En prototyp, med kapasitet til å produsere 10.000 hummer, er planlagt testet ut i 2003.

Havbeite

I 2001 ble det vedtatt en havbeitelov som skal sikre gjenfangstrettighetene for krepsdyr, bløtdyr og pigghuder innen geografisk avgrensede konsesjonsområder (Ot. prp. Nr. 63). De endelige forskriftene er under bearbeiding, men loven skal være gjeldene fra 1.1.2003. Et titalls havbeiteselskaper er eller er i ferd med å bli etablert og venter på konsesjon for å starte utsetninger. Et stort hummerklekkeri med kapasitet til produksjon av 4 mill. settehummer er planlagt bygd på Tjeldbergødden av selskapet Norsk Hummer A/S. Også flere mindre lokale klekkerier er under planlegging. Norske Hummeroppdretteres Interesseforening ble stiftet i august 2001 med hovedkontor i Stavanger. Foreningen jobber nå med å utvikle et nasjonalt satsningsprosjekt finansiert med statlige midler med målsetning om å gjenoppbygge den naturlige hummerbestanden, samtidig som fokus blir satt på utvikling av fornuftige rammebetingelser for kommersielt havbeite og landbasert oppdrett.

Potensial som oppdrettsart

Hummer er et av de mest velkjente og best betalte sjømatproduktene i verden. Prisene på europeisk hummer har økt kraftig de siste tiårene, og i Norge er førstehåndsverdien i dag på 200-300 kr/kg. Dette gjør at en kan forsvare høye produksjonskostnader i oppdrett. Hummeren er en relativt enkel art å oppdrette, og biologien til europeisk hummer og den nært

beslektede amerikanske hummer er godt kjent (Factor 1995). Takket være tidligere tiders forskningsprogrammer behersker vi i dag langt på vei de fleste ledd i hummerproduksjonen (Waddy 1988; Nicosia & Lavalli 1999). I Norge har det skjedd en stor oppbygging av generell kompetanse på ernæring og teknologi i oppdrettsnæringen, og ny teknologi for resirkulering og biologisk rensing av sjøvann gjør det mulig å gjenvinne energien i oppvarmet vann. Dersom en kan løse de biologiske og teknologiske utfordringene rundt oppskalering til industriell skala, vil hummer være en svært aktuell kandidat for oppdrett.

Biologiske flaskehalsar

Stamdyr og eggproduksjon

Yngelproduksjon av hummer har til nå basert seg på larver klekket av vill rognhummer. Med dagens lave gytebestand av villhummer vil store uttak av rognhummer være ugunstig og upopulært, med mindre en del settehummer og stamhummeren tilbakeføres til området stamhummeren var fanget. Behovet vil i startfasen være i størrelsesorden 500-1000 rognhummer per million porsjonshummer produsert. Dersom en vil avle frem hummer med gode oppdrettsegenskaper og/eller ha helårlig produksjon av hummerlarver, vil det være nødvendig å beherske hele livssyklusen i oppdrett. Rundt 1980 ble det utført en del grunnleggende forskning på befruktning og produksjon av egg i fangenskap hos amerikansk hummer (Waddy 1988). Ved å justere temperatur og daglengde kunne en forskyve klekketidspunkt med flere måneder, og ved også å velge hummer med ulikt naturlig klekketidspunkt vil en kunne få klekking fra tidlig om våren til langt utpå høsten. En slik manipulering fører til noe redusert klekkeprosent. For å få til naturlig eggutvikling kreves det en periode med vintertemperaturer. Paringen skjer problemfritt i fangenskap og gjøres vanligvis like etter hunnens skallskiftet, men hunnen kan også pares senere. Hannen plasserer sperm pakker i egglederne til hunnen, men eggene blir ikke befruktet før neste sommer når hunnene legger ut eggene og fester dem under halen, hvor hun da bærer eggene 9-12 mnd. før de klekker. I denne fasen er det en del egg tap og dødelighet, samt at håndtering i forbindelse med fangst og oppbevaring før klekking i fangenskap også fører til noe tap. Hummer som er oppdrette på 20 grader gir dårlig eggproduksjon, slik at stamhummer må oppdrettes med kalde vintertemperaturer (Waddy 1988). Domestisering og avl på hummer er et langsiktig, men nødvendig prosjekt.

En norsk hummer vil ved minstemål størrelse (TL = 25 cm) gyte ca. 8 000 egg. Eggantallet øker deretter lineært med ca. 1 750 egg per cm lengdeøkning (Agnalt unpubl.). Nær klekking plasseres hunnen i en gytetank med eller uten gjennomstrømmende vann. Eggene klekkes når det er mørkt, og larvene samles opp ved å sile avløpsvannet eller ved å fange dem med en liten finmasket håv i klekketanken. (Wikins & Lee 2002, Nicosia & Lavalli 1999). Tap av egg på grunn av håndtering eller dødelighet på grunn av infeksjoner på eggene kan føre til at antall larver som klekkes kan være betydelig mindre enn det gyttede eggantallet.

Larvekultur

De nyklekte larvene er svømmedyktige og glupske, og det er viktig at de fanges inn så raskt som mulig etter klekking (< 1h) og settes på føring for å unngå at de skader hverandre (Beal & Chapman 2001). Oppdrett av hummer til første bunnlevende stadium (IV) beherskes godt, og en rekke klekkerier i Amerika og Europa har rutinemessig produsert millioner for utsetting (Nicosia & Lavalli 1999). Hummerlarvene oppdrettes i larvetanker, enten med oppstrøm og gjennomstrømming (Hughes *et al.* 1974) eller i stagnerende "grønt" vann, med kraftig luftbobling, som skiftes annenhver dag (Chapman & Beal 2001). Larvene føres med levende *Artemia* eller frosne krepsdyr (kun i gjennomstrøms tanker). Ved 18-20°C tar det ca to uker til

IV-stadiet og overleving fra I- til IV-stadiet ligger i storskalaproduksjon (>50 000) på 20-50% (Nicosia & Lavalli 1999). Høsting av IV-stadie hummer fra larvetankene gjøres for hånd og det er viktig at de høstes kort tid etter skallskifte for å unngå skader og kannibalisme. Dette er en arbeidskrevende operasjon.

Intensiv produksjon

Det foregår i dag ingen kommersiell produksjon av mathummer noe sted i verden, kanskje med unntak av en liten bedrift på Hawaii. Hummeren vokser relativt raskt hvis den holdes på rundt 20°C og kan under gode forhold nå 250 g to år etter klekking (Wickins & Beard 1991). Oppdrett av små hummer har stort sett foregått i enkle plastbur med perforert bunn, hvor hummeren har blitt fôret med frosne krepsdyr og ulike typer formulert fôr. Siden hummeren er kannibalistisk må de oppdrettes i egne bur, noe som vanskeliggjør og fordyrer oppdrettsfasen. For å utvikle normale klør må hummeren ha tilgang på skjellsand i burene den første måneden etter bunnslåing (V-stadiet; Wikins 1986). Arealbehovet øker proporsjonalt med kvadratet av hummerlengden så produksjonen er arealkrevende (van Olst *et al.* 1980). For å lykkes med denne produksjonen kreves det anlegg med stabil og høy temperatur, god og stabil vannkvalitet, et stort antall enkeltrom som må tilføres fôr og reingjøres automatisk, samt et tørrfôr som gir god vekst og hummer av ønsket kvalitet (noe som ikke finnes i dag). En er også avhengig å ha tilgang på billig energi (spillvarme) eller bruke resirkuleringsanlegg for å redusere energikostnadene til oppvarming av vann. Dette er FoU-oppgaver som kan løses på relativt kort tid av norske forskningsmiljøer i samarbeid med norske teknologibedrifter og fôrindustri.

Hummeren vokser godt på en variert diett av ferske eller frosne naturlige byttedyr eller levende eller frossen *Artemia*. På grunn av det høye vanninnholdet vil et storskala anlegg trenge store mengder fôr per dag. For å kunne automatisere fôring og reingjøring, er det nødvendig å bruke et formulert og helst tørt fôr som kan fôres ut i nøyaktige og små mengder. Det er gjort en rekke forsøk med ulike typer formulert fôr, de fleste til amerikansk hummer, men ingen gir mer enn 50-80 % av vekstraten til levende *Artemia* eller en variert diett med naturlig fôr (Aiken & Waddy 1995; Conklin 1995; Nicosia & Lavalli 1999). Kunnskap om optimale nivå på de ulike næringsementene og mineraler og vitaminer mangler. Kunnskap om riktig pigmentnivå (astaxanthin) er viktig for å produsere hummer med normalt utseende. Mangel av et formulert tørt fôr som gir god vekst, normal pigmentering og god spisekvalitet på hummeren er kanskje den viktigste flaskehalsen for hummeroppdrett i dag.

Havbeite

Utsetting av 3-8 cm hummeryngel oppdrettet i plastbur, har gitt fra 0-15% gjenfangst i de ulike utsettingsområdene på Kvitsøy (gjennomsnitt 7%), noe som viser at utsettingsområde kan ha stor betydning. Også utsettingstidspunkt har trolig stor betydning og predasjonsrisikoen ser ut til å være høyest i sommerhalvåret (van der Meeren 1999). I havbeite er den utsatte organismens evne til å overleve en avgjørende faktor for et godt resultat. Produksjonsforbedringer kan trolig gi yngel av bedre kvalitet som gir atferd som sikrer maksimal beskyttelse mot predatorer samt vokser godt under naturlige forhold. Oppdrett i fellesoppdrett i kar med skjellsand og skjell som bunnssubstrat har gitt både høy overlevelse og vekst (Jørstad *et al.* 2001). I tillegg så det ut til at hummerungene var mørkere pigmentert enn de som produseres i den tradisjonelle oppdrettsformen, og ligner trolig mer vill hummer. De observerte dyrene så også ut til å ha en evne til å raskere søke skjul enn det som tidligere er beskrevet. Etter ca. 3-4 mnd (ved 18-20°C) blir størrelsesforskjellen i felleskar så stor at det oppstår uakseptabel høy grad av skader og kannibalisme, slik at den

største halvparten av gruppen (>40 mm TL) enten må settes ut i sjøen eller føres videre i enkeltbur. Det er ikke gjennomført sammenlignende forsøk med utsetting av hummer produsert i enkelt bur og hummer produsert i felles bur med semi-naturlig miljø. Effekten av oppdrettsmiljø på overleving etter utsetting er derfor ukjent. Stressreaksjoner i forbindelse med håndtering og utsetting kan gjøre hummeren mer utsatt for predasjon (van der Meeren 1991) og naiv hummer kan også trenes til å gjenkjenne ulike typer skjul og søke skjul raskere (van der Meeren 2001)

Vi har svært liten kunnskap om hvor den europeiske hummeren oppholder seg etter bunnslåing, siden observasjoner av yngel av denne størrelsen er så godt som fraværende i Europa (Anon 2000). Det finnes mye informasjon om amerikansk hummer, men det ser ut til at de økologiske forholdene i Europa er annerledes og at all kunnskap om amerikansk hummer ikke er direkte overførbart til europeisk hummer. De beste gjenfangstresultatene fra Kvitsøy har en fått fra grunne utsettingsområder med steinur med sandbunn og ålegress rundt, men det er få systematiske forsøk gjennomført for å bestemme optimal utsettingsstrategi (størrelse, utsettingssted og tidspunkt, osv.). Kartlegging av egnete lokaliteter og bunnhabitat er viktig, men kunnskap om hvilke bunnforhold yngelen foretrekker mangler imidlertid. Størrelsen på hummeren, utsettingsmetodene og tidspunkt kan også være av stor betydning for overleving og seinere gjenfangst, og i enkelte tilfeller kan det være aktuelt med forbedring av bunnhabitat og fjerning/skremming av predatorer under utsetting. Ved utsetting av hummer på havbeite i et ukjent område vil det med nåværende kunnskap være svært vanskelig å forutsi forventet gjenfangst.

I Norge er det gjennomført en omfattende genetisk kartlegging på hummer, med innsamling av prøver fra i alt 22 lokaliteter fra Hvaler i syd til Tysfjord i nord. Her ble brukt genetiske variasjoner i vevsenzymer (allozymer), og det ble funnet helt spesielle bestander i nord (Tysfjord i Nordland). Disse studiene er også delvis ført videre gjennom det svært omfattende EU-prosjektet GEL ("Genetics of European Lobster"). I tillegg til allozyme studier, er dette arbeidet basert på mtDNA og mikrosatellitt DNA-metoder. Prosjektet omfatter genetisk kartlegging av hummer fra hele utbredelsesområdet, inkludert Middelhavet. Resultatene fra GEL prosjektet bekrefter eksistensen av en spesiell hummerbestand i Tysfjord. I tillegg førte prosjektet til mer omfattende og utfyllende prøvetaking i det nordligste området. Litt overraskende ble det også funnet en egen bestand i Nordfolla, ikke langt fra Tysfjord. Disse to bestandene var genetisk sett svært ulik hummer fra resten av utbredelsesområdet. De var samtidig også forskjellige innbyrdes. Ellers viser resultatene fra resten av Norge små genetiske variasjoner, og disse blir nå nøye vurdert i forhold til krav om stedeigne stamdyr ved havbeitevirksomhet. Som en følge av GEL-prosjektet vil det utarbeides detaljerte anbefalinger, ikke bare med hensyn til situasjonen i Norge, men også over hele det geografiske utbredelsesområdet i Europa. En vet foreløpig lite om genetiske interaksjoner mellom utsatt hummer og den ville bestanden.

Med hensyn til sykdom og helsekrav finnes det begrenset kunnskap på europeisk hummer. Det vil derfor være viktig å begynne en kartlegging av situasjonen både på de ville bestandene og i tilknytning til oppbygging av klekkerier. Gaffkemi er foreløpig den mest aktuelle bakteriesykdom på hummer. Det er rapportert om flere utbrudd de siste ti årene, oftest knyttet til import av hummer fra utlandet. Sykdommen er nærmere 100 % dødelig på europeisk hummer.

Behov for forskningsinnsats

Intensivt oppdrett:

1. Utvikling av tørrfôr til hummer i alle stadier som gir høy overleving og vekst og hummer av ønsket kvalitet
2. Forbedret kunnskap om ernæringsbehov
3. Krav til oppdrettsmiljø og areal
4. Utvikling av effektive oppdrettssystemer som oppfyller hummerens miljøkrav og som kan automatiseres og oppskaleres til kommersiell skala
5. Kontroll av vannbehov, vannkvalitet og vannrensing i resirkulerte systemer
6. Befrukning og hold av stamhummer
7. Forbedret og mer effektiv produksjon av IV-stadium hummer (gjelder også havbeite)
8. Genetikk og avl

Havbeite:

1. Produksjon av rimelig settehummer med gode overlevelsesegenskaper i naturen
2. Optimalisering av utsettingsstrategier
 - a. størrelse ved utsetting
 - b. utsettingsmetoder
 - c. årstid ved utsetting
 - d. lokalitet/habitat
 - e. predatorkontroll
 - f. kunstige substrat/skjul
 - g. fangstmetoder

Referanser

- Agnalt, A.-L., G.I. van der Meeren, K.E. Jørstad, H. Næss, E. Farestveit, E. Nøstvold. & T. Svåsand 1999. Stock Enhancement of European lobster (*Homarus gammarus*); A large scale experiment off south-western Norway (Kvitøy), p. 401-419 in: B.R. Howell, E. Moksness & T. Svåsand (eds.). *Stock Enhancement and Sea Ranching*, Fishing News Books.
- Agnalt, A.-L., Ø. Strand, K.E. Jørstad, G.I. van der Meeren & T. Kristiansen. 2001. *Havbeiteloven- Kunnskapsstatus og strategier*. Rapport til Fiskeridepartementen våren 2001. 66s.
- Aiken, D.E. & S.L. Waddy. 1995. Chapter 8. Aquaculture, p. 153-175 in: Factor, J.R. (ed.). *Biology of the lobster Homarus americanus*. Academic Press, Inc.,
- Anon. 2000. The influence of competitive interactions on the abundance of early benthic stage European lobster (*Homarus gammarus* L.) and hence the carrying capacity of lobster habitat. Final Reprot EU-prosjekt FAIR CT-96-1775. 158s.
- Appelöf A. 1909. *Undersøkelser over hummeren (Homarus vulgaris) med særskilt hensyn til dens optræden ved Norges kyster*. Efter foranstaltning av Stavanger filial av selskapet for de Norske Fiskeriers fremme. A.S. Johns Griegs Boktrykkeri. 154 s., 10 illustrasjoner.
- Bannister, R.C.A. 1998. Lobster (*Homarus gammarus*) stock enhancement in the United Kingdom: hatchery-reared juvenile do survive in the wild, but can they contribute significantly to ranching, enhancement, and management of lobster stocks, s. 23-32. I L. Gendron (red.), *Proceedings of a workshop on lobster stock enhancement held in the Magdalen Islands (Québec) from October 29 to 31, 1997*. *Can.Ind.Rep.Fish.Aquat.Sci.*, 244: 135 p.
- Beal, B.F. & S.R. Chapman 2001. Methods for mass rearing of stages I-IV larvae of the American lobster, *Homarus americanus* H. Milne Edwards, 1837, in static systems. *Journal of Shellfish Research*, 220(1):237-346.
- Borthen, J. A.-L. Agnalt, E. Nøstvold & J. Sørensen. 1998. *Havbeite med hummer- artsrapport*. Norges Forskningsråd, ISBN 82-91625-09-3, 60s.
- Conklin, D.E. 1995. Chapter 16. Digestive physiology and nutrition, p. 441-463 in: Factor, J.R. (ed.). *Biology of the lobster Homarus americanus*. Academic Press, Inc.
- Dannevig A. 1936. Hummer og hummerkultur. *Fiskeridirektoratets Skrifter, Serie HavUndersøkelser*, Vol IV, No 12: 60 s.
- Dannevig. B. 1982. *Statens biologiske stasjon Flødevigen 1882-1982*. Naper Boktrykkeri, Kragerø. 95s.

- Factor, J.R. (red.). 1995. *Biology of the lobster Homarus americanus*. Academic Press Inc., London. 528 s.
- Grimsen, S., R.N. Jaques, V. Erenst & J.G. Balchen. 1987. Aspects of automation in a lobster farming plant. - *Modelling, Identification and Control* 8: 61-68.
- Hughes, J.T., R. A. Shleser & G. Tchobanoglous. 1974. A rearing tank for lobster larvae and other aquatic species. *Progressive Fish-Culturist*, 36(3): 129-132.
- Jørstad, K.E., E. Nøstvold, E.S. Kristiansen & A.-L. Agnalt. 2001. High survival and growth of European lobster juveniles (*Homarus gammarus*), reared communally with natural bottom substrate. *Mar. Fresh. Res.*, 52:1431-8.
- Kristiansen, T.S. & A. Drengstig. 2002. Nye muligheter for oppdrett av hummer. Havbruksrapporten 2002. *Fisken og Havet*, Særnummer 3, 2002.
- Nicosia, F & K. Lavalli. 1999. Homarid lobster hatcheries: Their history and role in research, management, and aquaculture. *Marine fisheries review*, 61(2): 1-57.
- Tveite, S. 1991. Hummerbestanden i Norge med særlig vekt på Skagerrak. *Flødevigen Meldinger*. No. 4/1991/HFF, 12 p.
- Uglen I., M. Holm, T. Svåsand og E. Korsøen. 1995. Yngelproduksjon av hummer - Sluttrapport. *Program for Utvikling og Stimulering av Havbeite, Norges Forskningsråd*, ISBN 82-91625-02-6, 30s.
- Uglen, I. 1995. Håndbok i hummeryngeloppdrett. - *Havforskningsinstituttet (ISBN 82-7461-041-5)* 68 pp.
- Van der Meeren, G.I. 1991. Out-of-water transportation effects on behavior of juvenile Atlantic lobster, *Homarus gammarus*. *Aquaculture Engineering*, 10, 55-64
- Van der Meeren, G.I. 2001. Effects of experience to shelter in hatchery-reared juvenile European lobster *Homarus gammarus*. *Mar. Fresh. Res.*, 52:
- Van Olst, J.C., J.M. Carlberg & J.T. Hughes 1980. Chapter 10: Aquaculture, p. 333-384 in: Cobb, J.S. & B.F. Phillips (eds.). *The biology and management of lobsters. Vol II. Ecology and management*. Academic Press, Inc.
- Waddy, S.L. 1988. Farming the homarid lobsters: State of the art. *World Aquaculture* 19(4): 63-71
- Wickins, J.F. (1986) Stimulation of crusher claw development in cultured lobsters, *Homarus gammarus* (L.). *Aquaculture and Fisheries Management* 117:267-273
- Wickins, J.F. & T.W. Beard 1991. Variability in size at moult among individual broods of cultured lobsters, *Homarus gammarus* (L.). - *Aquaculture and Fisheries Management* 22: 481-489.
- Wickins, J.F. & D. O'C. Lee (red.). 2002. *Crustacean Farming. Ranching and culture*. Blackwell Science Ltd (second edition). 446 s.

Kamskjell

Sissel Andersen, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Internasjonalt

Den totale akvakulturproduksjonen av kamskjell i verden var 1.2 millioner tonn levende vekt i 2000, omtrent på samme nivå som foregående åtte år (FAO). De viktigste landene for kamskjell i historisk sammenheng, og også for produksjonen i dag, er Japan og Kina.

I Japan ble det samlet yngel fra naturlige bestander allerede i 1930-årene (Gardner Pinfold, 2001). En sterk nedgang i fangstene etter 1945 førte til økt satsing på kultivering tidlig på 1970-tallet. Etter 20 år med utviklingsarbeide, drives det i dag planmessig kultivering av kamskjell i Japan. Akvakulturproduksjonen har stabilisert seg på omtrent 200 000 tonn levende vekt, halvparten av den totale høstingen av kamskjell i området.

Kina begynte sin kultivering av kamskjell i hengende kulturer først i 1980-årene, og innførte også stamskjell og dyrkingsteknologi fra USA (Guo, 2000). Utviklingen av kamskjellkultivering i Kina har vært eventyrlig. I 1998 var produksjonen av to arter 600 000 tonn, en nedgang fra årene før på 37% forårsaket av dødelighet på en lokal art.

Suksessen i Japan og Kina har gitt økt interesse for kultivering av kamskjell i store deler av verden(eks. Chile: Stotz and Gonzalez, 1997; New Zealand: Strand 1997ab; USA: Blake and

Shumway, in press; Canada: Cross, S.F., 1994; Frankrike: Caisey, X. et al., 1994), noe som har blitt forsterket av nedgang i fangster av ville kamskjell de fleste steder.

I noen av landene har kultivering av kamskjell stor betydning lokalt, selv om produksjonen er ubetydelig sammenlignet med Asia (FAO; Gardner Pinfold, 2001).

I Europa er det særlig Frankrike som har lagt stor innsats i å utvikle yngelproduksjon av kamskjell, da rekrutteringen i de naturlige bestandene var for dårlig. I 1981 startet de et klekkeri, og to år senere et tiårs program på utsåing og gjenfangst. Imidlertid har parasitter og sykdom hemmet produksjon av matskjell i Frankrike.

Nasjonalt

Ulikt mange andre land, har fangsting av kamskjell hatt relativ liten betydning i Norge. Da Universitetet i Bergen startet med FoU-arbeide på kamskjell i 1985, var det etter god kontakt med det Franske miljøet. I 1987 ble det første pilotklekkeriet, Biomarin AS, etablert i Hordaland (Bergh et al. 2001) basert på kunnskap overført fra Frankrike. I 1989 ble den første bedriften for dyrking av yngel, Taroskjell AS, etablert i Trøndelag. Et eget Kamskjellprosjekt (nå Skjellprosjektet) ble startet i 1994 for å få fart på utviklingen frem mot en kamskjellnæring etter de sterke politiske signaler i Stortingsmelding nr 48 (1994-95), "havbruksmeldingen". Samtidig ble pilotklekkeriet gjenåpnet. I 1999 ble et storskala landbasert vekstanlegg, Tarovekst AS, startet opp, samtidig med det første storskala fjordbeite/havbeite, med 500 000 setteskjell.

Produksjonen av yngel hos klekkeriet (nå Scalpro AS) var jevnt stigende i perioden 1993-1998, og Scalpro AS produserte da i overkant av 2 millioner 15 mm yngel årlig. Deler av disse var fra 2 mm overført til Tarovekst AS tidlig i sesongen, mens deler var fra 2 mm satt ut i sjøanlegg i sommersesongen. Utviklingen i klekkeriet fram til i dag karakteriseres ved svikt i produksjonen i 1996 og 2001-2002, og ved at økt produksjon av 2 mm ikke har gitt samme økning i 15 mm til dyrkere.

De seinere årene er det etablert 30-40 bedrifter med dyrking av kamskjell som aktivitet, flest som småanlegg for mellomkultur i sjøen. De siste to årene har enkeltbedrifter satt ut mer enn 0,5-1 mill skjell i sjøen. Selv om det per 31.12.2001 er registrert totalt 150 konsesjoner på kamskjell (Fiskeridirektoratet), er det få selskaper som er involvert i utvikling av sluttkultur og/eller havbeite for produksjon av markedsklare matskjell.

På tross av at bevilgningene etter de politiske signalene i 1994 ikke ble som forventet, har Norge kommet svært langt mot etablering av en levedyktig kamskjellnæring.

Forskningen ved Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen har siden begynnelsen på 1990-årene vært sterkt knyttet til flaskehalsen i klekkeri og yngelanlegg (eks. Andersen and Naas, 1992, Bergh et al., 2001; Christophersen, 2000; Duinker et al., 1999; Lambert et al., 1999; Magnesen, 2000; Mortensen, 1993; Strand et al., 1993; Strohmeier et al., 2000; Torkildsen et al., 1999), og på å tilpasse bunnkultur som en produksjonsmetode for matskjell (Strand et al., 1999). I slutten av 1990-årene ble også andre forskningsinstitusjoner involvert i FoU på kamskjell (Reitan, 2000; Skjermo et al., 2000). Produksjon av forsøkmateriale, og undersøkelser i produksjonsskala, er gjort både hos Scalpro AS og Havforskningsinstituttet. Deler av teknologi for produksjon av marine fiskelarver ved Havforskningsinstituttet, er overført til produksjon av kamskjell.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Langs norskekysten finnes flere kamskjellarter, men det er bare stort kamskjell (*Pecten maximus*) som er interessant for kultivering sør for Lofoten. Haneskjell (*Clamys islandica*) har vært vurdert nord for Lofoten, men lavere pris og langsommere vekst enn hos stort kamskjell gjør dette foreløpig lite interessant (Agnalt et al., 2001). Stort kamskjell er en vesteuropeisk art, og har sin utbredelse nord til Lofoten, ved Færøyene og sør til Marokko (Agnalt et al., 2001). Den finnes også inn mot Kattegat. De tetteste bestandene i Norge synes å være i Trøndelag.

Arten stort kamskjell har et betydelig potensial for akvakultur i Norge. Kamskjell har et eksisterende internasjonalt marked med stabil etterspørsel, prisen er relativt god, og den er et miljøvennlig produkt. Etter at yngelen er satt ut i sjøen lever den kun på naturlig algeplankton i havet, og kamskjell befinner seg langt nede i næringskjeden. Selv om kamskjell spiser alger, har problemene med giftige alger ikke så stor betydning for denne arten som for blåskjell. Det er muskelen og gonaden til kamskjellet som spises de fleste steder. Det akkumuleres ikke giftmengder av betydning i muskelen, og svært lite i gonaden.

Skjellet kan nå en størrelse på 11-12 cm i løpet av 4 år, og er da klar til konsum. Fra tredje til fjerde vekstsesong i oppdrett kan vekten av muskel og gonade (og derav matinnholdet) nesten fordobles. Muskelen vokser mest på ettersommeren og om høsten. Undersøkelser tyder på at det først og fremst er temperaturen – og ikke fødetilgangen – som oftest begrenser veksten langs norskekysten. Temperatur for maksimal vekst er 13-18°C, mens under 5-7°C stopper den.

I Norge er det påvist at reproduksjonssyklus og gyting varierer langs kysten (Strand & Nylund 1991, Strohmeier *et al.* 2000), noe som er nyttig for en kommersiell produksjon. Da vil de ulike geografiske populasjonene ha best konsumkvalitet til noe ulik tid.

Kysten fra Rogaland til Nord-Trøndelag har store bunnområder som potensielt kan benyttes til bunnkultur for konsumskjell. Veksten er god i hele området. Gitt kostnadseffektive metoder med stabil og god overlevelse, kan produksjon av kamskjell i akvakultur utvikles til en betydelig næring langs kysten (Magnesen, pers. med.).

Forutsetningen for å etablere en kamskjellnæring i Norge beregnet for et eksportmarked, er at leveransene er høye og stabile. I 1999 og 2000 ble det produsert 420-550 tonn kamskjell (Skjellprosjektet, 2001), hovedsakelig basert på fangsting fra ville bestander av arten stort kamskjell. Prognosene fra Skjellprosjektet er en dobling innen år 2005, og deretter en tidobling innen 2010. Dersom dette skal nås, må dyrkede kamskjell bidra med en betydelig andel.

I forhold til andre aktuelle produsenter av stort kamskjell i Europa (Storbritannia, Frankrike, Spania), har Norge flere fortrinn. Den generelle kunnskapen om produksjon av marin yngel er relativt høy, og det er ennå ikke påvist parasitter eller annen sykdom på norske kamskjellbestander.

Biologiske flaskehalsar

Produksjon av kamskjell deles i dag i tre faser:

- 1) produksjon av yngel opp til 15 mm – i klekkeri og vekstanlegg
- 2) produksjon av utsettingsklar yngel – mellomkultur i sjø (ca. 15-50 mm)

3) produksjon av matskjell – bunnkultur (til ca 11 cm)

De to største utfordringene for kamskjell i akvakultur er å øke produksjon av 15 mm yngel, og bedre overlevelse i bunnkultur. Dette er nødvendig for å utvikle en nasjonal kamskjellnæring.

Produksjon av 15 mm yngel. Produksjon av 15 mm yngel deles igjen i flere faser: kondisjonering av stamskjell, larvefase, fastsittende postlarver (opp til 1,5-2,0 mm) og fastsittende yngel (opp til ca.15 mm).

Kondisjonering av stamskjell innebærer hold i 6-12 uker ved konstant temperatur (11-13°C) og tilsetning av en diett blandet av dyrkede mikroalger. Stamskjellene kan stimuleres til å gyte året rundt ved å heve temperaturen 3-6°C. Utbyttet av levedyktige larver kan variere mye (0-80 %). Et larveutbytte på 50 % regnes som bra. Flaskehalsen i denne fasen er særlig årstidsvariasjoner i utbyttet av larver per stamskjell. Det er grunn til å tro at gjennomsnittet kan bedres med 10-30%. Siden ulike geografiske stammer av kamskjell kan ha ulik gyterytme gjennom året, må det gjøres tilpasninger for de enkelte stammene samtidig med at det må tas hensyn til årstiden. Mengden med nyklekkede larver regnes dog ikke for å være begrensende i dag.

Ett av de største hindrene for økt produksjon av 15 mm yngel i Norge er dødelighet i larvefasen hos Scalpro AS. Også internasjonal erfaring viser at larvefasen er særlig sårbar hos kamskjell. Larver overført fra Scalpro AS til HI har imidlertid hatt forventet overlevelse. Det gjenstår en betydelig innsats på flere områder som omfatter miljøet rundt larvene i larvefasen: generell vannkvalitet (temperatur, salinitet, bakterieflora, uorganiske og organiske stoffer), fødemengde, lysmengde, og individtetthet. De siste årene har man gått fra stagnerende larvesystemer til systemer med gjennomstrømming, etter mønster fra produksjon av andre marine larver. Innføring av nye systemer skaper behov for ny kunnskap, og det er et stort potensial for bedring av resultatene for larvefasen. I dag er utbyttet av larver som kan feste seg ("setlingsklare") i snitt ca. 20%. Dette bør økes til minst 50%.

Metoden for setling og hold av fastsittende postlarver kan forbedres med hensyn på utbyttet og arbeidsmengde. Også stor spredning i størrelse og setlingstidspunkt vil være utfordringer i fremtiden.

Når yngelen er 1,5-2,0 mm kan den overføres til vekstanlegg på land eller i sjø. Problemer med skjellspisende sjøstjerner, og begroing av utstyr har vært årsakene til utprøving av landbaserte anlegg. Når yngelen vokser øker behovet for føde raskt. Produksjon av alger som fôr er kostnadsdrivende, og en oppgave vil være å finne gode løsninger på storskalaproduksjon av alger i tillegg til utprøving av annet fôr som for eksempel algepasta.

Mellomkultur. Enkelte år med lav overlevelse første vinter i mellomkultur er antatt å skyldes redusert kondisjon hos skjell foregående høst. Dette kan skyldes variasjon i fødetilgangen, og spesielle forhold i sjøen seint på høsten (Magnesen, pers. med.). For mellomkultur oppnår man ellers gode resultater, langs hele kysten av Vestlandet og Trøndelag i anlegg med riktig lokalisering, utstyr og røkting. For setteskjell er det viktig å finne årsakene til økt vinterdødelighet for enkelte årganger av skjell i mellomkultur. Det gjenstår utviklingsarbeide for optimalisere utstyr og metoder for denne produksjonsfasen.

Havbeite. For havbeite (bunnkultur for konsumskjell) er avstanden fram mot en stabil produksjon og kommersialisering betydelig (Agnalt et al., 2001). Det er etablert en viss kunnskapsbase innen overlevelsessevne og kontroll av predatorer, og det er gjort viktige

erfaringer fra små og mellomstore utsett av kamskjell på bunn. Resultatene fra bruk av gjerder på havbunnen er styrket siste år, og kan på sikt redusere kostnadene med mellomkultur ved at også mindre yngel kan settes ut på havbunnen (Strand, pers. med.). Hovedinnsatsen for bunnkultur må ligge på to områder:

1. hindre eller redusere predasjon fra hovedsakelig krabbe, men også andre organismer (børstemakker, svamp, snegl, sjøstjerner, fisk)
 2. utvikle høstingsteknologi for å oppnå et tilstrekkelig utbytte av konsumskjell
- Mangel på yngel vil imidlertid kunne hindre videre utvikling av denne fasen.

Behov for forskningsinnsats

Dersom kultivering av kamskjell skal bidra til den ønskede økning i omsetningen av stort kamskjell, må produksjonen av 15 mm yngel stabiliseres og økes betraktelig, og metoden for havbeite for konsumskjell må videreutvikles. For å oppnå dette må det samtidig arbeides for å få en bredest mulig kunnskapsbase innen artens biologi og fysiologi, samt effekter av oppdrettsmiljøet som omgir skjellet i de ulike produksjonsfasene.

Forskningsinnsatsen må primært omfatte:

- 1) Kostnadseffektiv produksjon av 15 mm yngel
 - Sikre stabil høy overlevelse i larvefasen ved å undersøke ulike elementer i oppdrettsmiljøet (vannkvalitet, uønskede mikroorganismer, fôrorganismer,) og hvordan disse påvirker levedyktigheten til larvene, utvikle oppdrettssystemene og undersøke sesongvariasjoner.
 - Bedre overlevelse av yngel i vekstanlegg ved å undersøke inntransport, miljøforhold, ernæring, og optimalisere produksjonen av fôralger.
- 2) Kostnadseffektiv produksjon av konsumskjell
 - Overlevelse i havbeite ved å bedre predator kontroll og teknologi for høsting

Det er vanskelig å se på dette arbeidet i et kortere perspektiv enn ti år. Det må legges en betydelig innsats på både biologiske og tekniske undersøkelser ved oppskalering de første fem år. Arbeidsmengden som er nødvendig vil tilsvare 5-8 forskerårsverk per år, i tillegg til personell i en rekrutteringssituasjon (hovedfagsstudenter, stipendiater). Dette er svært viktig for en tilstrekkelig progresjon. De siste fem årene vil i så fall kunne fokusere mer på utviklingsarbeide for å optimalisere tekniske og produksjonsmessige metoder, og antall forskerårsverk vil kunne reduseres til 5 per år, forutsatt at bedrifter da vil overta mer av utviklingsarbeidet selv. Effekten av innsatsen vil være avhengig av at dette blir et planmessig og langsiktig arbeide over tid.

Referanser

- Agnalt, A.-L., Strand, Ø., Jørstad, K.E., van der Meer G.I. & Kristiansen, T. 2001. Havbeiteloven, Kunnskapsstatus og strategier.
- Andersen, S. 2001. Gode resultater for aktiviteten på kamskjell hos Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon. Notat til Fiskeridepartementet, september 2001, 2s
- Andersen, S., and Ringvold, H. 2000. Seasonal differences in effect of broodstock diet on spawning success in the great scallop. *Aquaculture International* 8, 259-265.
- Andersen, S. & Naas, K.E. 1992. Shell growth and survival of scallop (*Pecten maximus* L.) in a fertilized, shallow seawater pond. *Aquaculture* 110, 71-86.
- Bergh, Ø., Eiken, G., Magnesen, T., Maroni, K., Mortensen, S., Skjæggestad, H. & Strand, Ø. 2001. Strateginotat for kamskjell dyrking i Norge. Notat til Fiskeridepartementet, september 2001. 12s.

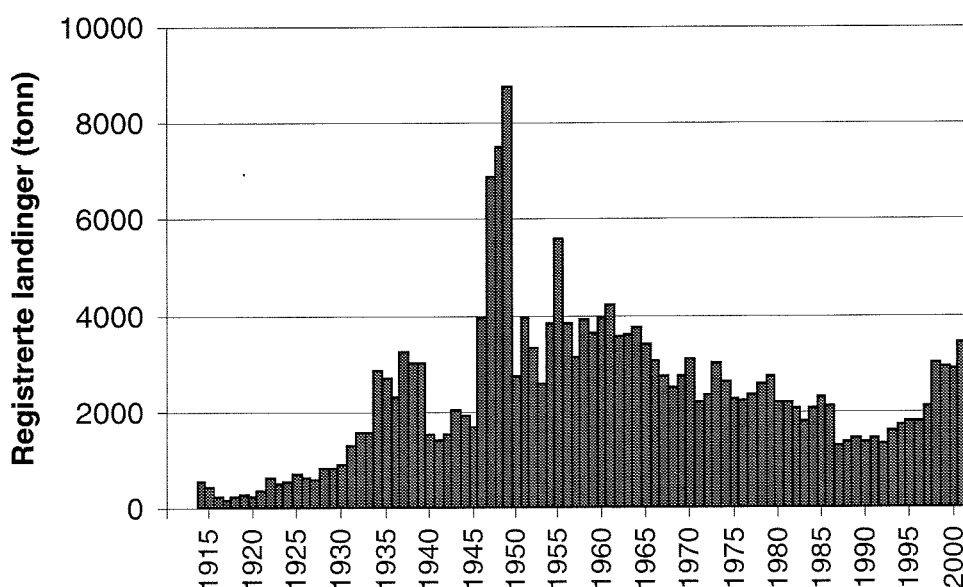
- Bergh, Ø., Mortensen, S. & Strand, Ø. 2002. Kanskje kommer kamskjell. Hva må gjøres for å få til en kamskjellnæring i Norge? Notat til Fiskeridepartementet, september 2001 9s.
- Bergh, Ø., Torkildsen, L., Andersen, S., Samuelsen, O.B., Nylund, A., Lunestad, B.T., Mortensen, S., Strand, Ø., Magnesen, T. & Lambert, C. 2001. Pathogens in scallop, *Pecten maximus* hatcheries and possible strategies to control them. I: Hendry, C.I., van Stappen, G., Wille, M. & Sorgeloos, P. (eds.) Larvi 2001 Fish and Shellfish Larviculture Symposium, European Aquaculture Society, Special Publication No. 30. Oostende, Belgium, pp. 64-67.
- Blake, N. J. & Shumway, S.E. (in press) The bay scallop and calico scallop fisheries, culture and enhancement in eastern North America.
- Caisy, X., Fleury, P.-G. & Vincent, G. 1994. Experimental scallop culture using hatchery-produced juveniles. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., Proceedings of the 9th International Pectinid Workshop, Nanaimo, B.C., Canada, April 22-27, 1993.
- Christophersen, G. 2000. Effects of air emersion on survival and growth of hatchery reared great scallop spat. *Aquaculture International* 8, 159-168.
- Cross, S.F. 1994. Oceanographic conditions conducive to culture of the Japanese scallop, *Patinopecten yessoensis*, in British Columbia, Canada. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., Proceedings of the 9th International Pectinid Workshop, Nanaimo, B.C., Canada, April 22-27, 1993.
- Duinker, A., Saut, C. & Paulet, Y.M. 1999. Effect of photoperiod on conditioning of the great scallop. *Aquaculture International* 7, 449-457.
- FAO, <http://www.fao.org>
- Gardner Pinfold. 2001. Economic potential of sea ranching and enhancement of selected shellfish species in Canada prepared for office of the commissioner for aquaculture development, June 2001, IEC, <http://ocad.gc.ca/SeaRanching.pdf>
- Guo, X. 2000. Aquaculture in China: two decades of rapid growth. *Aquaculture Magazine*, Vol. 26, no. 3, pp. 27-36.
- Lambert, C., Bergh, Ø., Torkildsen, L. & Magnesen, T. (1999). Alternative to antibiotic treatment in scallop larval culture: introduction and first results. Twelfth International Pectinid Workshop, May 5-11, 1999; Bergen, Norway (abstract).
- Magnesen, T. 1997. Broodstock conditioning of *Pecten maximus*. Book of abstracts, the 11th International Pectinid Workshop, La Paz, BCS, Mexico, 10-15 April.
- Magnesen, T. 2000. Yngelproduksjon av stort kamskjell. *Norsk Fiskeoppdrett* 2, 24-26.
- Mortensen, S.H. 1993. A health survey of selected stocks of commercially exploited Norwegian bivalve molluscs. *Diseases of Aquatic Organisms* 16, 149-156.
- Reitan, K.I. 2000. Resultater fra en gjødslet fjord. Kan økt primærproduksjon i fjord gi økt vekst av skjell? *Norsk Fiskeoppdrett* 12, 30-31. (In Norwegian)
- Skjermo, J., Øie, G., Bergh, Ø., Lambert, C. & Torkildsen, L. 2000. Growth of a scallop pathogenic *Vibrio pectenica* in water added three different algae. Final report from the project 122389/122. the Norwegian Research Council. SINTEF report No. 820003.00.01. Trondheim, Norway.
- Skjellprosjektet. 2001. <http://www.skjell.com>
- Stotz, W. and Gonzalez, S.A. 1997. Recovery of an overfished scallop bed (*Argopecten purpuratus* Lamarck 1819) in Tongoy bay (Chile) by the use of a new management tool. Book of abstracts, the 11th International Pectinid Workshop, La Paz, BCS, Mexico, 10-15 April.
- Strand, Ø. 1997a. Kamskjell i New Zealand - I, overfiske, fritidsfiske og kulturbetinget fiske. *Norsk Fiskeoppdrett* nr. 7, s. 30-33.
- Strand, Ø. 1997b. Kamskjell i New Zealand - II, overfiske, fritidsfiske og kulturbetinget fiske. *Norsk Fiskeoppdrett* nr. 9, s. 30-33.
- Strand, Ø., Haugum, G.A., Hansen, E. and Monkan, A. (1999) Fencing scallops on the seabed to prevent intrusion of the brown crab *Cancer pagurus*. Twelfth International Pectinid Workshop, May 5-11, 1999; Bergen, Norway (abstract).
- Strand, Ø & A. Nylund. 1991. The reproductive cycle of the scallop *Pecten maximus* (L.) from two populations in Western-Norway, 60N and 64N. p 95-105. I: Sandra E. Shumway (red), *An International Compendium of Scallop Biology and Culture*. Spec. Publ., World Aquaculture Society. 357 p
- Strand, Ø., Solberg, P.T., Andersen, K.K. & Magnesen, T. 1993. Salinity tolerance of juvenile scallops (*Pecten maximus*) at low temperature. *Aquaculture*, 115, 169-179.
- Strohmeier, T., Duinker, A. & Lie, Ø. 2000. Seasonal variations in chemical composition of the female gonad and storage organs in *Pecten maximus* (L.) suggesting that somatic and reproductive growth are separated in time. *Journal of Shellfish Research* 19(2), 741-747.
- Torkildsen, L., Lambert, C., Lunestad, B.T., Samuelsen, O.B., Nylund, A. & Bergh, Ø. 1999. Interactions between bacteria and early life stages of scallop (*Pecten maximus*) larvae. Ninth International Conference "Diseases of Fish and Shellfish". Rhodes, Greece Sept. 19-24. 1999 (abstract)

Krabbe

Gro van der Meeren, Havforskningsinstituttet og Astrid Woll, Møreforskning Ålesund

Kort historikk

Inntil 1910 ble krabben stort sett nyttet fersk ved salg i byene. Fra 1910 vokste hermetikkindustrien frem på øst- og sørvestlandet og fisket tok seg kraftig opp og ble en kjærkommen inntekt i dette området. Det kommersielle fisket har lenge vært rettet mot hermetikkindustrien, først i øst- og sør, og så i Midt-Norge, mens mye av interessen nå dreies mot levende/frossen krabbe. Det har vært store variasjoner i fangstene, med topper opp mot 8 000 tonn i slutten av førtiårene, og et lavmål i slutten av åttiårene på vel 1300 tonn årlig (Woll og van der Meeren 1997; ANON 1999; Woll 2002)(fig 1).



Figur 1. Landinger av taskekrabbe i Norge. (Kilde:Fiskeridirektoratets fangsstatistikk, graf: A. Woll, Møreforskning)

Fiskeristatistikken de siste 8 årene er hovedsakelig basert på Midt-Norge, da fiskeriet i Sør og Vest-norge for det meste foregår uten registrering. Likevel er fangstene mer enn doblet og ligger nå kommet over 3 000 tonn årlig (Woll 2002). Det er en økende interesse for fisket langs kysten. I Rogaland er det i ca ti år vært et helårsfiske, men derfra sies det at fangstene igjen er på vei nedover. Fra slutten av 1980-årene har det vært satt i gang en rekke tiltak for å styrke næringen. Særlig innen teknologi er det gjort framskritt, gjennom automatisk sortering og rensing, holdbare plastteiner, produktbehandling og bearbeiding, markedsanalyser og økonomiske betraktninger.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Potensialet for krabbeoppdrett ligger i å kvalitetsforbedre villfanget, middels god krabbe. På grunn av en for tiden relativt lav pris, basert på salg til videreforedling (rensing/ frysing/ hermetisering), har det så langt ikke lønnet seg å satse på krabbe i oppdrett (ANON 1991;

Woll et al. 1994). Krabben som fiskes er imidlertid av en svært varierende kvalitet med hensyn på fylningsgrad, konsistens, farge og smak, og prises relativt lavt også av den grunn. Dersom noen kan levere tilstrekkelig kvanta av levende, fullmatet krabbe med smaksgaranti, i og utenfor sesongen, så er det flere interesserte markeder som vil vurdere dette som en verdifull vare, både innen EU-land og i det Fjerne Østen (Flusund et al. 1995; Helgesen 1995; Helgesen og Woll 1995; Oksholen et al. 1995; Woll 1995).

Biologiske flaskehals

Høy grad av variasjon innen kvalitet

Den svært vekslende kvaliteten er et stort problem som minsker verdien av krabbefangsten. Det har vært gjort en del erfaringer med hvor effektivt det er å føre opp innfangete krabber, ofte av enkelte fiskere som med enkle midler holder krabbene i kar, kasser eller parker og fører med et de har tilgang på av fisk/fiskeavskjær.

Kort fangstsesongen

Rognfulle hunnkrabber regnes som høyeste kvalitet, og krabbekvaliteten er på topp rett før krabben gyter. Dette skjer vanligvis på høsten. Krabbene vokser ved skallskifte. Dette skjer i hovedsak i perioden august- oktober. Utover høsten kommer krabber med nyskiftet skall i fangstene (vasskrabbe). Disse er av dårlig kvalitet og er utkast. Når vasskrabbene etterhvert dominerer fangstene og hovedmengden av de rognfulle hunnene har gytt, blir leverbare fangster så små at mye av det kommersielle fisket stanser opp, selv om prisen på levende krabbe til Sør-Europa og Østen stiger kraftig utover vinteren.

Dersom gytingen kunne styres gjennom kultur, f. eks. ved hjelp av styrt temperatur/lys, så ville dette åpnet opp for en produksjon av et allerede etterspurt produkt på et underdekket marked. Det vil også være en mulighet å fore opp krabber som har skiftet skall tidlig på sommeren, dersom de får tilgang på varmt vann.

Taskekrabbens krav til vannkvalitet

Saltholdighet

Taskekrabben (*Cancer pagurus*) er en saltvannsart som er regnet for å være stenohalin, dvs. den har små toleransegrenser for forandringer i saltholdighet. Arten har en svært begrenset evne til å regulere konsentrasjonen i kroppsvæske og vev (Wanson *et al.* 1983). Når taskekrabben utsettes for brakkvann eller ferskvann, vil den svulle, dvs. det ferskere vannet trenger inn i krabbens kroppsvæske og vev i et forsøk på å utligne den høyere konsentrasjonen i disse. Voksne individ tåler ikke slik svelling, og vil dø. Forsøk med små individ av arten (snitt 7cm skallbredde) har vist at de kan overleve ved en direkte overføring fra saltvann til vann med lav saltholdighet. Man antar dette skyldes en høyere toleranse for svelling og er en tilpasning til levesett. Små taskekrabber lever hele året på grunnere vann og må derfor tåle større svingninger i saltholdighet (Wanson *et al.* 1983).

Temperatur og spiseaktivitet

Man regner generelt med at krabbene ikke tar til seg føde ved temperaturer under 5°C og at appetitten synker ved temperaturer høyere enn 14-15°C.

Flere forsøk er foretatt med føring av krabber og disse viser at temperaturen har stor innvirkning på føropptaket. Føringforsøk viste at krabber ved 3°C hadde et gjennomsnittlig føropptak på rundt 5 g akkar per kg krabbe per dag. Ved 8°C økte føropptaket til ca. 8 g, ved 10°C til 21 g og ved 12°C til knappe 37 g (Woll & Meeren 1994). Ved de laveste temperaturene ble krabbene svært sårbare ved håndtering og bortimot alle døde da de ble tatt

fra fôringskaret til slakterommet. Krabbene ved 12°C hadde en betydelig kvalitetsforbedring. I andre forsøk er det vist at for vinterfanget krabbe var fôropptaket ved 11°C i gjennomsnitt 24 g per kg krabbe per dag (januar). I mars var det gjennomsnittlige fôropptaket 28 g. Det er utviklet et våtfor laget etter Rubin-fôr metoden. I forsøkene har man fôret krabbene i perioden november – januar da med oppvarmet vann med utgangspunkt i hunnkrabber med halvhardt skall og middels kvalitet, dvs. hunner som sannsynligvis ikke vil gyte før etterfølgende høst.

Oksygen

Aktive krabber brukte mer oksygen enn passive, og krabber som var fôret mer enn de som er sultet (Ansell, 1973). Oksygenopptaket kan ha svært raske svingninger. For målingene der vanngjennomstrømmingen lå mellom 0,5 og 1 liter min⁻¹ kg krabbe⁻¹ hadde fôrede krabber et forbruk på 0,51 og ikke fôrede på 0,30 mg O₂ min⁻¹ kg⁻¹. Taskekrabben har evne til å regulere sitt oksygenopptak med det omgivende oksygeninnholdet i sjøvann. Ved svært lave oksygenverdier, blir imidlertid evnen til å regulere svært redusert og hele dens stoffskifte synker raskt (Ansell 1973; Burnett & Bridges 1981; Bradford & Taylor 1982). Forsøk har vist at en vanngjennomstrømming mellom 0,7 – 1,1 liter min⁻¹ kg krabbe⁻¹ ga kvalitetsforbedring av krabbens levermasse etter en fôringsperiode på 3 uker. Ved lavere vanngjennomstrømming (0.5 liter min⁻¹ kg krabbe⁻¹) ble kvalitetsforbedringen betydelig dårligere.

Behov for forskningsinnsats

Rasjonell oppfôringsmetodikk

Krabben krever god utskifting av vann og fôringsforsøk har vist seg å være arbeidskrevende. Rasjonell oppfôrings metodikk i storskala vil være nødvendig for at fôring skal være lønnsomt. Fring i selve krabbesesongen kan gi en større andel av hel konsum krabbe som gir god fortjeneste. Oppfôring av halvharde krabber i forlengelse av sesongen kan åpne for marked som er villig til å betale mye for krabben.

Utvikling av oppfôrings/transportsystemer

Det er behov for å se på utforming av kultiveringsfasiliteter, både teknisk og biologisk, for å oppnå ønsket resultat så raskt som mulig og samtidig unngå skader, sykdom og dødelighet. Ved lagring av levende krabbe må der skilles mellom lagring for å oppnå bedre kvalitet, dvs. oppfôring. Dette krever relativ høy temperatur for et optimalt resultat, og lagring i forbindelse med salg og forsendelse. Dette vil kreve lave temperaturer. Krabben er et vekselvarmt dyr som har samme temperatur som sine omgivelser. Ved senking av temperaturen avtar stoffskiftet og krabbenes aktivitet og oksygenforbruk minskes. Under lagring i forbindelse med forsendelse samt under transporten bør derfor temperaturen senkes. Nedkjøling i sjøvann regnes for å være mer skånsom for krabbe enn å kjøle den ned i kasser på kjølerom.

Utvide salgssesongen gjennom tilgang på kvalitetskrabbe

Det er ikke kjent hvordan taskekrabben styrer reproduksjonssyklusen og gytetidspunktet. Dersom gytingen kunne styres gjennom kultur, f. eks. ved hjelp av styrt temperatur/lys, så ville dette åpnet opp for en produksjon av høykvalitetskrabbe i en utvidet sesong til et underdekket marked.

Referanser:

- ANON 1991. Oppfôring av krabbe. *Årsrapport*, Havforskningsinstituttet 1991.
ANON 1995. Sorteringsteknologi for levende krabbe. *Marintek*. Rapport nr. MT40 F95-0311.

- ANON. 1999. Program for bærekraftig utnyttelse av taskekrabben – forsøk for området Nordmøre-Helgeland. *Allfors, notat 35 s*
- Ansell, A.D. & Regnault, M. 1973. Changes in oxygen consumption, heart rate and ventilation accompanying starvation in the decapod crustacean *Cancer pagurus*. *Netherlands Journal of Sea Research* **7**: 455-475.
- Berge, G. & Austreng, E. Produksjon av mjukfôr til taskekrabbe. AKVAFORSK-rapport 22/02.
- Bjerkaan, P. 1926. Undersøkelser over krabben (*Cancer pagurus*). *Norges Fiskerier*: 141-162.
- Bradford, S.M. and Taylor, A.C. 1982. The respiration of *Cancer pagurus* under normoxic and hypoxic conditions. *J. exp. Biol.* **97**: 273-288.
- Christiansen, M.E. 1969. *Crustacea Decapoda Brachyura*. Universitetsforlaget. Oslo. 143 s.
- Cuculescu, M., Hyde, D. & Bowler, K. 1998. Thermal tolerance of two species of marine crabs, *Cancer pagurus* and *Carcinus maenas*. *Journal of thermal biology*. **23**: 107-110.
- Flusund, E.P., C. Fylling & K. Vadseth. 1995. Status og lønnsomhet for produksjon og omsetning av hel konsum krabbe. Analyse av det franske markedspotensialet for norsk oppfôret taskekrabbe og for en nyutviklet sorteringsmaskin for levende krabbe. *Møreforskingrapport nr. Å9512. Delrapport I*. 64 s + vedlegg.
- Gundersen, K. 1962. Undersøkelse av krabbe (*Cancer pagurus*) i farvannene ved Bergen i årene 1959-1960. *Fiskets Gang* **31**.
- Gundersen, K. 1970. Krabbens kvalitet. *Fiskets Gang* **27**: 499-501
- Helgesen, Ø. & A. Woll. 1995. Status og lønnsomhet for produksjon og omsetning av hel konsum krabbe. Det norske markedspotensialet for hel konsum krabbe (*Cancer pagurus*). *Møreforskingrapport nr. Å9515 - Delrapport IV*. 41 s + vedlegg.
- Helgesen, Ø. 1995. Status og lønnsomhet for produksjon og omsetning av hel konsum krabbe. Noen økonomiske vurderinger. *Møreforskingrapport Å9516 - Delrapport V*. 56 pp.
- Karlsson, K. & Christiansen, M.E. 1996. Occurrence and population composition of the edible crab, (*Cancer pagurus*) on rocky shores of an inlet on the south coast of Norway. *Sarsia* **81**: 307-314.
- Karlsson, K. 1984. Taskekrabbens (*Cancer pagurus*) forekomst og atferd på grunt vann (0-5m) ved Homborsund, Aust-Agder. *Hovedfagsoppgave i marinbiologi ved Universitetet i Oslo*. 101 s.
- Moen F.E. & Eriksen, A. 1993. Taskekrabbe (*Cancer pagurus* L.); Populasjonsstruktur, levesett og næringsvalg i et oppvekstområde ved Trøndelagskysten. *Hovedfagoppgave i marin biologi ved Universitetet i Trondheim*. 59 s.
- Nordgård, O. 1912. Faunistiske og biologiske iakttagelser ved den biologiske stasjon i Bergen. *Kongelige Norske Vitenskapers Selskap Skrifter No. 6 (1911)*: 1-58.
- Oksholen, J., Sætren, K.E. & Saunes, K.A. 1995. Status og lønnsomhet for produksjon og omsetning av hel konsum krabbe. Analyse av det svenske markedspotensialet for norsk taskekrabbe og for en nyutviklet sorteringsmaskin for levende krabbe i Norge. *Møreforskingrapport nr. Å9513*. 79 s.
- Regnault, M. 1993. Effects of a severe hypoxia on some aspects of nitrogen metabolism in the crab *Cancer pagurus*. *Mar. Behav. Physiol.* **Vol. 22**: 131-140.
- Røsvik, H. 1998. Transport av levende krabbe til Kina. Marintek rapport. MT40 F98-040.
- Torheim, S. 1978. Krabbeundersøkelser på Nordlandskysten i 1977. *Fisken Hav (2)*: 13-22.
- Waddy, S.L. & Aiken, D.E. 1992. Environmental intervention in the reproductive process of the American lobster, *Homarus americanus*. *Invertebr. Reprod. Dev.*, **22**: 245-251.
- Wanson, S., Pequeux, A. & Gilles, R. 1983. Osmoregulation in the stone crab *Cancer pagurus*. *Marine Biology Letters* **4**: 321-330.
- Watt, A.J.S., Whiteley, N.M. & Taylor, E.W. 1999. An in situ study of respiratory variables in

- three British sublittoral crabs with different routine rates of activity. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*. **239**: 1-21.
- Weihrauch, D., Becker, W., Postel, U., Luck-Kopp, S., and Siebes, D. 1999. Potential of active excretion of ammonia in three different haline species of crabs. *J. Comp. Physiol. B* 169: 25-37.
- Woll, A. 1982. Krabbens (*Cancer pagurus*) biologi i midtre og ytre Romsdal. *Hovedfagsoppgave i marin biologi ved Universitetet i Trondheim*. 75 s.
- Woll, A., G.I. van der Meeren & D.N. Myklebust. 1994. Oppforing av krabbe. *Møreforskingsrapport nr. Å9404*. 36 s.
- Woll, A. 1995. Ressursbiologisk undersøkelse av taskekrabben (*Cancer pagurus*) i Møre og Romsdal. *Møreforskingrapport nr. Å9506*. 54 s + vedlegg.
- Woll, A. 1995. Status og lønnsomhet for produksjon og omsetning av hel konsum krabbe. Den britiske og irske krabbenæringa og markedspotensial for en nyutviklet sorteringsmaskin for levende krabbe. *Møreforskingrapport nr. Å9514 - Delrapport III*. 54 s + vedlegg.
- Woll, A. og G.I. van der Meeren 1997. Taskekrabben (*Cancer pagurus*) – biologi, næring og forvaltning. *Møreforskingsrapport nr. Å9703*, 61 s.
- Woll, A, Rønneberg, J.E. & Tuene, S. 2001. Forsøk med fangst, mellomlagring og transport av taskekrabbe til de asiatiske markedene 1999-2000. *Møreforskingrapport nr. Å0110*. 47 s.
- Woll, A., Rønneberg, J.E. & Tuene, S. 2000. Oppfôring av krabbe (*Cancer pagurus*) ved bruk av spillvarme. *Møreforskning Ålesund. Rapport nr. Å0022*. 21 s.
- Woll, A. & Tuene, S. 2000. Kvalitetsutvikling og utprøving av fôr og fôringsteknologi for taskekrabbe. Utprøving av fôringsbur. *Møreforskingrapport nr. Å0017*. 18 s.
- Woll, A, Berge, G. og Austreng, E. 2002. Kvalitetsutvikling og utprøving av fôr til taskekrabbe. *Møreforskingrapport nr. Å0209*. 34 s.
- Woll, A., van der Meeren, G.I. & Tveite, S. 2002. Ressursundersøkelser av taskekrabbe i Midt-Norge. *Møreforskingsrapport nr. Å0208*, 28 s.

Kråkeboller

Nils T. Hagen, Høgskolen i Bodø

Kort historikk

Verdens produksjon av kråkeboller er fortsatt basert på villfangst og havbeite, men overgangen til intensivt oppdrett er i gang. Havbeitet er konsentrert i den nordlige delen av Japan, hvor yngel av *Strongylocentrotus intermedius* blir satt ut for å styrke det lokale fangstgrunnlaget. I perioden etter 1990 har årsproduksjonen av kråkebolleyngel til utsett ligget på om lag 60 millioner. Yngelen produseres i klekkerier med kapasitet på 2-5 mill. individer/år. Til tross for havbeiteprogram og omfattende reguleringstiltak, dekker den japanske fangsten av kråkeboller mindre enn 25 % av den nasjonale omsetningen. Resten importeres fra USA, Korea, Chile, Canada, Russland, m.fl.

Fangst av kråkeboller er preget av svakt ressursgrunnlag og råstoffmangel, som følge av overbeskatning eller naturlige bestandssvingninger. Havbeite og ulike reguleringstiltak er iverksatt for å styrke og bevare fangstgrunnlaget, men nytteverdien er usikker. I Japan var det for eksempel en nedgang i villfangsten i samme periode som yngelutsettet økte. Fangst av kråkeboller er også preget av kvalitetsproblemer. Kvalitetsproblemene faller i fire hovedkategorier:

- a) Sesongavhengig kvalitetsvariasjon som følger den årlige kjønnsmodningssyklusen.
- b) Kvalitetsvariasjon på grunn av næringsmangel eller feilernæring.
- c) Artsspesifikk kvalitetsvariasjon.
- d) Kvalitetsvariasjon som følger av sykdom eller parasittangrep.

For å bøte på kvalitetsproblemer på grunn av næringsmangel er det i flere land gjort forsøk med oppfôring av villfangede kråkeboller. Oppfôringen kan bidra til kvalitetsforbedring og forlengelse av produksjonssesongen, men løser ikke råstoffmangel og de øvrige årsakene til kvalitetsproblemer.

Vår hjemlige drøbakkråkebolle er en god art som kan gi god kvalitet under optimale forhold. I Norge har det vært drevet spredte forsøk på utnyttelse av ville kråkebollebestander siden midten av 1970-tallet, og i de senere år er det også utført forsøk med oppfôring. Kvalitetsproblemer knyttet til sesongvariasjon, næringsmangel og parasittangrep begrenser likevel ressursgrunnet for en fangstbasert kråkebolleernæring. Intensivt oppdrett av kråkeboller kan langt på vei løse både råstoffproblemer og kvalitetsproblemer. De første pionerforsøkene med intensivt oppdrett av kråkeboller ble utført på 1980-tallet, og den internasjonale interessen for intensivt oppdrett har økt siden 1995. Interessen gjenspeiles i antall akvakulturkonferanser som har heldagssesjoner om oppdrett av kråkeboller. Intensivt oppdrett er fortsatt på prøvestadiet, og det er enda uvisst hvilken nasjon som vil ta ledelsen i utviklingen av en oppdrettsbasert kråkebolleernæring.

Her til lands har Høgskolen i Bodø (HBO) i løpet av det siste tiåret bidratt til å legge det faglige grunnlaget for etablering av en oppdrettsbasert kråkebolleernæring. Ideen om intensivt oppdrett av kråkeboller ble lansert på et forskerseminar om nye oppdrettsarter i Bodø høsten 1988, og det første eksperimentelle kråkebolleklekkeriet ble etablert i 1996 ved HBOs Forskningsstasjon. Det eksperimentelle kråkebolleklekkeriet inngikk i et EU-finansiert forskningssamarbeid med et fransk forsøkanlegg for intensivt kråkebolleoppdrett. I perioden fram til 1999 ble dette arbeidet støttet av Landsdelsutvalget. Firmaet Bodø Kråkebolleklekkeri BKK AS, etablert i 2000, har i samarbeid med Høgskolen og SND innledet oppskaleringforsøk med yngelproduksjon. Høsten 2002 flyttet kråkebolleklekkeriet inn i et nytt SIVA-bygg som er oppført i den marine næringsparken rundt forskningsstasjonen.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Drøbakkråkebollen, *Strongylocentrotus droebachiensis*, tilfredsstiller de biologiske kravene til nye oppdrettsarter. Hele livssyklusen beherskes i liten skala. Oppskaleringen av larveproduksjonen er allerede i full gang, og fullskalaforsøk med yngelproduksjon er påbegynt. Det foreligger klare indikasjoner på at helårsproduksjon er mulig. Det biologiske grunnlaget for kvalitetskontroll ved hjelp av nær infrarød spektroskopi er undersøkt og verifisert.

Drøbakkråkebollen er en kaldtvannsart som trives best i Nord-Norge. Den er svært lik den ettertraktede japanske arten *S. intermedius*, og det er sannsynlig at intensivt oppdrett av denne arten vil få betydelig omfang i løpet av det nærmeste tiåret. Norge har gode forutsetninger for å lede en slik utvikling, men økende konkurranse fra utlandet kan føre til redusert nasjonalt næringspotensial.

Drøbakkråkebollen er velegnet for landbasert produksjon på grunn av lavt oksygenforbruk og god toleranse for høye tettheter. Sjøbasert oppdrett er også mulig, men da må kråkebollene

beskyttes mot kråkebolleparasitten *Echinomermella matsi*. Denne nematoden er svært vanlig i ville kråkebollebestander i Nord-Norge, og den sprer seg lett i sjøbasert oppdrett. I landbasert oppdrett er det mulig å kontrollere *E. matsi* med enkle forebyggende tiltak. I sjøbasert oppdrett må det benyttes smittefri yngel som også er resistent mot parasittangrep. Det bør utføres forsøk med størrelsesavhengig, habitatrelatert og arvbar smitteresistens. Kråkeboller befinner seg på laveste nivå i næringskjeden. Det gir grunnlag for bærekraftig næringsutvikling og miljøvennlig produksjon.

Biologiske flaskehals

Oppskalering av yngelproduksjonen av er den viktigste biologiske utfordringen. Bodø kråkebolleklekkeri har etablert fungerende metoder for larveproduksjon i full skala, og Høgskolen i Bodø har utviklet metoder som gir stabilt høy overlevelse av postlarver og tidlige yngelstadier i småskalaforsøk. Innledende fullskalaforsøk med yngelproduksjon er imidlertid fortsatt preget av stor variasjon og høy dødelighet etter bunnslagningen. Eksisterende metoder for fullskalaproduksjon av voksne kråkeboller er fortsatt på prototypstadiet. Utprøving av et fungerende oppdrettskonsept for fullskalaproduksjon av voksne kråkeboller er derfor en viktig utfordring. Sjøbasert oppdrett krever som tidligere nevnt tilgang på smitteresistent yngel.

Etter hvert som yngelproduksjonen oppskaleres vil nye aktører få bedre adgang til å delta i kommersialiseringsprosessen. Da vil de viktigste biologiske begrensningene være driftsoptimalisering og kvalitetssikring av ulike ledd i produksjonsprosessen. Foreløpig er slike optimaliseringsbehov knyttet til stamdyrhold og larveproduksjon.

Behov for forskningsinnsats

De to mest presserende forskningsbehovene er å sikre stabil fullskalaproduksjon av tidlige yngelstadier, og standardisere et fungerende oppdrettskonsept for fullskalaproduksjon av voksne kråkeboller.

Det er også behov for driftsoptimalisering og kvalitetssikring av de deler av produksjonsprosessen som allerede fungerer i full skala. Dette gjelder i første omgang stamdyrhold og larveproduksjon, hvor det blant annet er behov for tetthetsoptimalisering, føroptimalisering og bedre styring av kjønnsmodningen.

Oppfôring av villfanget kråkeboller

Ville kråkeboller har på mange lokaliteter et rogninnhold på godt under 10%, mens rogninnholdet bør være over 12 % for at eksport skal være lønnsomt (Kilde: Nordisk Aqua & Fiskeriblad, nr 2, 2002). Ved Fiskeriforskning har de siden 1995 eksperimentert med oppfôring av villfangede kråkeboller. Oppfôring gjør det mulig å produsere høykvalitets kråkeboller som i utgangspunktet har for dårlig rognkvalitet. Ved oppfôring med et spesialfôr utviklet ved Fiskeriforskning, kan det oppnås et rogninnhold på hele 20 % i løpet av to måneder. I tillegg til rognens størrelse er også rognens farge, smak, lukt og konsistens svært viktige kvalitetskriterier. Prisen er veldig avhengig av kvalitet. Det jobbes derfor videre med å videreutvikle dette fôret, slik at man kan gjøre ytterligere forbedringer på kråkebollerognens smak og farge.

Referanser

- Grosjean, P., C. Spirlet, P. Gosselin, D. Vaïtilingon & M. Jangoux 1998. Land-based, closed-cycle echiniculture of *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinoidea: Echinodermata): a long-term experiment at a pilot scale. *J. Shellfish Res.* 17(5):1523-1531.
- Hagen, N.T. 1996. Echinoculture: from fishery enhancement to closed cycle cultivation. *World Aquaculture* 27(4):6-19.
- Hagen, N.T. 1998. Effect of food availability and body size on out-of-season gonad yield in the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*. *J. Shellfish. Res.* 17(5):1533-1539.
- Hagen, N.T. 1998. Kråkeboller. Havbruksrapport 1998. Fisken og havet, Særnummer 3:92-94.
- Hagen, N.T. 1999. Kråkebolleoppdrett i Nord-Norge. *HBO-rapport* 5/1999:1-23.
- Hagen, N.T. 2001. Kan smittefri yngel fra klekkeri forebygge parasittinfeksjon? *Kråkebolle Oppdrett* 1/01:1. *Informasjon fra kråkebolleprosjektet, Avdeling for fiskeri- og naturfag, Høgskolen i Bodø, 8049 Bodø.* Kbprosjekt@hibo.no
- Hagen, N.T. 2002. KCl induced paralysis facilitates detachment of hatchery reared juvenile green sea urchins, *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Aquaculture*, In press.
- Lampe, J. 2001. Må inn i oppdrett. Hvordan lage en kråkebolle. God kvalitet. *Havbruk* 4/01:18-20.
- Otero, M. del Mar & M.S. Kelly 2002. Sea urchin cultivation: controlling flow between somatic and gonadal growth. *World Aquaculture* 33(2):43-45(50).
- Pluteus*. Aktuell informasjon om intensivt oppdrett fra Bodø Kråkebolleklekkeri BKK as, Mørkvedbukta, 8049 Bodø.

Arter på utviklingsstadier

Lysing

Reidun Bjelland, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Det er hittil ikke produsert europeisk lysing (*Merluccius merluccius*) andre steder enn i Norge (Havforsknings-instituttet Austevoll havbruksstasjon). Forsøkene på Austevoll startet i 1997, og foregikk i totalt tre sesonger. Det har ikke vært mulig å skaffe stamfisk (til å holde i kar for naturlig gyting), så alle forsøk har blitt utført med egg fra nyfanget fisk på gytefeltene. I løpet av de tre sesongene økte kunnskapen om egginkubering, startfôring og tørrfôrtilvenning. Det er derimot aldri blitt produsert store mengder yngel – kun et fåtall har overlevd til det stadiet. I internasjonal sammenheng er forsøkene med australsk lysing, *Merluccius australis*, i Chile eneste sammenligningsgrunnlag. I Chile har en god erfaring med levendefangst av lysing, fôring av stor fisk og naturlig gyting, mens en ikke har kommet like langt i de videre stadiene (http://www.fundch.cl/fundch_i/index_i.cfm). Interessen for oppdrett av lysing er stor både i innland og utland, men har til nå ikke resultert i reelle prosjekter.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Lysing er en porsjonsgyter som kan gi store mengder egg. Eggene er forholdsvis små (~1 mm), og klekker etter kort tid (5 dager ved 12 °C). Inkuberingstemperaturen er ca 12 °C, noe som er høyere enn for torsk og hyse. På våre breddegrader gyter lysing på sensommeren, trolig pga. høyere temperaturkrav enn arter som torsk og hyse. Det anses som en fordel at eggstadiet er så kort – da lysingegg har en spesiell egenskap som krever spraying av overflaten i denne perioden. En annen fordel er at det ikke er noen temperaturforskjell mellom eggstadiet og startfôringstidspunkt (for torsk og hyse er det vanlig å øke temperaturen fra ca. 6 °C til ca. 12 °C i løpet av de første dagene etter overføring fra klekketank). Ved startfôring

er lysinglarver små (ca. 3 mm), og krever byttedyr av liten størrelse. Rotatorier er nødvendig i starten, senere kan en gå over til *Artemia*.

Biologiske flaskehals

Stamfisk: Lysing har vist seg å være vanskelig å fange i en tilstand som er god nok til at de overlever et liv i fangenskap. Garnfanget fisk vil ha store skader i huden, og dør raskt av sekundære infeksjoner. Trålfanget fisk vil være sprengt når de kommer opp, og dør raskt. En mulighet er strandnot-fanget fisk, men dette forutsetter at en kan lokalisere fisken i tiden den er på grunt vann (vanligvis sent på høsten).

Egg: Eggene til lysing har en spesiell egenskap som gjør at de etter kontakt med luft vil feste seg i vannoverflaten. I praksis vil dette bety at eggene flyter på overflaten av vannet, og til slutt dør pga. tørkeskader. Dette er hittil løst med å spraye overflaten med sjøvann for å få eggene ned. Metoden er ikke ideell, og ny teknologi kreves på området.

Startfôring: Ved slutten av larvefasen er det stor forskjell i vekst mellom individene. De største larvene vil starte kannibalistisk atferd, og antallet larver i tanken kan desimeres på kort tid. Sortering på dette stadiet er ikke forsøkt.

Tørrfôrtilvenning: Det er liten erfaring med dette, da få larver har kommet så langt. Tørrfôr benyttet til torsk og kveite ble ikke akseptert, men med smakstilsetning ble fôrtilslaget bra.

Videre vekst: Få erfaringer, men det kan synes som om atferden er særdeles ulik torsk. Yngelen foretrekker å ligge på bunn når det er lyst, men er trolig mer aktiv i mørke. Yngelen foretrekker pellet i bevegelse og vil ikke ta fôr som er i overflaten eller har sunket til bunns.

Behov for forskningsinnsats

For at lysing skal kunne utvikles som oppdrettsart er det behov for forskningsinnsats på alle livsstadier.

Stamfisk: Det anses som spesielt viktig å ha stamfisk tilgjengelig før en går videre med innsats på egg og larver. Med bedre tilgang på egg, er det lettere å forsøke ulike systemer, og ta flere sjanser enn før. Innsatsen på dette området har ikke tidligere vært prioritert, men er absolutt en flaskehals som må løses. For kunne fange lysing på tilfredsstillende måte kreves et nært samarbeid med lokale fiskere, i tillegg til spesialutstyr for å unngå skader på fisken. Tidligere har vi hatt annonser hvor fiskere inviteres til å forsøke levendefangst av lysing, men resultatet har vært dårlig. Et forslag til løsning kan være å leie en lokal fisker som har fisket lysing i flere sesonger, og dermed kjenner arten.

Egg: Den spesielle egenskapen til egg av lysing krever en nærmere undersøkelse. Metoder for å unngå uttørking av eggene bør utvikles videre.

Startfôring: Hittil har startfôring foregått i 6 m³ store siloer, hvor larvene har vært fram til metamorfose. Det er ønskelig å prøve mindre systemer, hvor en lettere vil ha kontroll med miljøfaktorer, dødelighet og fôring.

Tørrfôrtilvenning og videre vekst: Det eksisterer svært lite kunnskap på dette området, men erfaringer basert på det lille antall produsert yngel tilsier at atferd på dette stadiet er ganske ulik torsk.

Referanser

Slinde, E, Skiftesvik, AB, Bjelland, R, Sundby, S (1998). Lysing. Havbruksrapport 1998. Fisken og havet, Særnummer 3. Skiftesvik, AB, Bjelland, R (1999). Lysing. Havbruksrapport 1999. Fisken og havet, Særnummer 3. Bjelland, R (2001). European hake, *Merluccius merluccius* (L. 1758), a new candidate for aquaculture? Rearing techniques, larval development and startfeeding. Hovedfagsoppgave, Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB, 77 s.

Leppefisk

Anne Berit Skiftesvik, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Leppefisk har ikke interesse som matfisk, selv om berggylt er kjent fra tidligere som en smakfull fisk. Leppefisk har imidlertid vært brukt som lakselusplukker i lakseoppdrett i mange år. Ved riktig bruk er den en økonomisk, økologisk og miljøvennlig metode i kampen mot lakselusa og regnes som et fortrinn Norge har fremfor andre lakseproduserende land. Frem til nå har en bare kunne benytte denne metoden fullt ut på laks første året i sjø. Metoden har ikke vært effektiv på stor laks. Artene som har vært benyttet hittil har i hovedsak vært bergnebb (*Ctenolabrus rupestris* L.) og grønngylt (*Symphodus melops* L.), men også noe grasgylt (*Centrolabrus exoletus* L.). Berggylte (*Labrus bergylta*) ble lenge sett på som uegnet som luseplukker, da den hadde rykte på seg for å angripe laksens øyne i stedet for å spise lus. I den senere tid har det vist seg at berggylte er en svært effektiv luseplukker, og ved riktig stell av berggyltene kan oppdrettere melde om at det er ingen skader på laksen.

En bestandsundersøkelse utført av Havforskningsinstituttet viste at bestanden av leppefisk er stor når det gjelder arter som bergnebb, grønngylt og grasgylt, og at en kan ha et forholdsvis stort uttak av disse artene. De nevnte tre artene er imidlertid bare effektiv på laks første år i sjø. Det er bare berggylte som er effektiv på laks andre år i sjø. Berggylte kan bli atskillig større enn de tre andre artene, er den mest hardføre av dem, og opprettholder spisingen ved lavere temperaturer enn de andre.

Berggylte forekommer ikke i samme høge tetthet som bergnebb, og skal berggylte brukes i stort omfang, må den oppdrettes, og det er interesse for oppdrett av denne arten. Det er tildelt en konsesjon på leppefisk, men den er ikke i bruk.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Berggylte er en hardfør art, og forsøk som er gjennomført ved Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon viste at det var ubetydelig dødelighet etter tørrfôrtilvenning. Startfôring av larvene var ikke et problem. Berggylte har bare vært prøvd i et begrenset omfang i oppdrett, men det var et par områder som skilte seg ut som problematiske. Det var å få god gyting, og det var overlevelsen i fasen etter startfôring og til tørrfôrtilvenning. Fisken har en forholdsvis rask vekst, og bør være salgbar etter ett år.

Biologiske flaskehals

Stamfisk

Det er lett å skaffe stamfisk ved rusefangst/garnfangst. Det naturlige gytetidspunktet er sein vår -tidlig sommer. Berggylte har kjønnsskifte, de skifter fra hunn til hann, slik at de største berggyltene alltid er hanner. Berggylte er porsjonsgyter. Den lar seg ikke stryke, slik at det må satses på naturlig gyting.

Gametproduksjon.

En forutsigbar produksjon av befruktete egg er nødvendig for å etablere en stabil yngel produksjon. Vi har erfart at det kan være problemer med å få stamfisken til å gyte, og at noen hunner slipper eggene uten at en hann befrukter dem. Det er to problem som må løses: 1) Sikre modne gameter, 2) Finne ut hva skal til for å få naturlig gyting og befruktning.

Eggfasen

Egginkubering går greit dersom det er tilgang på rent vann med rett temperatur.

Startfôring

I det startfôringsforsøket som ble gjennomført ved Havforskningsinstituttet ble alger tilført fra dag 0 og anriket rotatorier fra dag 4. Det var stort startfôringstilslag hos larvene. Det ble oppsvert forholdsvis stor dødelighet i tiden etter startfôring og frem til tørrfôrtilvenning.

Tørrfôrtilvenning

For tørrfôrtilvenning ble yngelen overført til mindre kar. Tørrfôr ble fôret i en kombinasjon med Artemia i en til to uker, før en gikk over til bare tørrfôr. Fra dette stadiet av var det svært liten dødelighet.

Tilvekstfase

Berggylte vokser fort, og dødeligheten i tilvekstfasen er helt ubetydelig.

Behov for forskningsinnsats

Siden det har vært liten innsats på denne arten så langt, er det vanskelig å anslå hvor mye forskning som gjenstår før det kan bli lønnsom oppdrett av arten, men en kan anta at de to hovedproblemområdene som er nevnt over, vil trenge en forskningsinnsats på 3-4 årsverk hver.

Ellers er det å si at alle faser kan forbedres ved økt kunnskap om arten, driftsforbedringer etc.

Referanser:

Skiftesvik, A.B., Boxaspen, K. & A. Parsons. 1996. Preliminary breeding trials of wrasse in an intensive system. In: Wrasse: Biology and use in aquaculture. Eds; M.D.J. Sayer, J.W. Treasurer and M.J. Costello. Blackwell Science Ltd. s. 136-141

Skiftesvik, A.B., Bjelland, R.M. & H.I. Browman. 1999. Larval development and start feeding of Ballan wrasse (*Labrus bergylta*). *Journal of Fish Biology* 55 (Supplement A): 249

Uer

Kort historikk

Ingen forsøk på oppdrett av uer er kjent.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Det er stor interesse for oppdrett av "rockfish" andre steder i verden, blant annet Korea og vestkysten av USA og Canada. Hvorvidt uer er har et potensial er ukjent.

Biologiske flaskehalsar

Ingen forsøk har vært gjennomført hittil.

Behov for forskningsinnsats

Ikke vurdert.

Breiflabb

Av Ingegjerd Opstad, Havforskningsinstituttet

Breiflabb har et hvitt, fast kjøtt og med nærmest hummeraktig smak. Breiflabb selges flådd og uten hode. Den oppnår en høy pris, men ca 2/3 deler av fisken er avskjær. Breiflabb er i ferd med å vinne innpass som en delikatessefisk.

Biologi

Breiflabb er en rovfisk som svømmer dårlig, og kan bli 170 cm lang. Den forekommer både på mudder-, sand-, skjell- og grusbunn, der den holder seg skjult og lurar på bytte. Den første av de frie strålene i ryggfinnene har en hudlapp ytterst, og denne anvendes som et vaiende agn for å lokke småfisker. Breiflabben beiter for det meste passivt, men den kan også ta svømmende sjøfugl.

Gyting foregår om våren på store dyp (1000-1800 m), hovedsakelig vest for de britiske øyer. Eggene legges i opptil 9 m lange og 60- 90 cm brede rødfiolette slimbånd. Disse blir av og til observert drivende i vannflaten. Larvene er ca 4,5 mm lange ved klekking. Når de er 60-80 mm lange søker de bunnen og begynner å ligne de voksne fiskene. Veksten er dårlig kjent. Det var i breiflabbens bukspyttkjertel at Nobelprisvinneren Alexander Flemming i 1920-årene påviste insulin.

Akvariet i Bergen har mange års erfaring med å holde breiflabb i fangenskap. De opplyser at den er lett å holde i kar, men tåler dårlig handtering. Dersom slimlaget blir skadet, får de lett infeksjoner. De fôrer breiflabben med oppdelte eller hel fisk. Det har ikke vært mulig å få den til å spise tørrfôr.

Biologiske flaskehalsar

Eggproduksjon

Veksthastighet

Temperaturkrav

Mulig ny art i oppdrett

Breiflabb oppnår høy pris, men bare 1/3 av fisken kan nyttes. Vi har ikke nok kunnskap i dag om eggproduksjon og vekst i fangenskap til å vurdere denne fisken i oppdrett.

Sjøpølser

Erik Slinde, Havforskningsinstituttet

Kort historikk og bakgrunn

I 1983 ble sjøpølsefangsten på verdensbasis anslått til 27.125 tonn, mens den i 1988 hadde steget til 120 000 tonn med en verdi av 60 mill. USD. Til sammenligning er det årlige

verdensmarkedet for kråkeboller på ca. 80.000 tonn. Flere sjøpølsearter blir sett på som delikatesser på fine orientalske restauranter. Prisene på disse kan komme opp i 38 USD per kg. Den tempererte arten *Stichopus japonicus* dominerer i fangstene verden over. Fangsten i Japan gikk fra 1975-1985 nedover og prisene oppover, samtidig som importen økte.

Sjøpølser er proteinrik næring. Målinger av tørkede individer viser et proteininnhold på 43 %. Tørkede, kinesiske sjøpølser har et høyt innhold av vann (27 %), og må derfor inneholde sterkt vannbindende komponenter. Kroppsveggen og musklene på dyret konsumeres i store mengder i Asia. Det er vanlig å omsette sjøpølser tørkede, for så å la dem svelle før tilberedning. De spises enten kokt, rå, stekt, tørket eller røkt. I Asia benyttes også sjøpølser som medisin til behandling av ledd- og muskelsmerter. Sjøpølser inneholder bl.a. aminosyrer og sterke toksiner som en har fattet farmasøytisk interesse for. Særlig kineserne verdsetter sjøpølser som afrodisiakum.

I Norge er kunnskap om pigghudoppdrett begrenset, selv om oppdrett av kråkeboller samt oppføring av villfangete kråkeboller er kommet godt i gang. Mange land i Asia er generelt sett flinke til å utnytte de marine ressurser som finnes, og har derfor kommet langt også når det gjelder oppdrett av sjøpølser. Den tropiske arten *Holothuria scabra* har eksempelvis høy markedsverdi. Den vokser fort på billig fôr (alger/detritus) og ved høy tetthet. Arten kan høstes etter 1 ½ år. Japan og Kina har gjennom mange år opparbeidet nødvendig kunnskap om reproduksjon og vekst av bl.a. arten *Stichopus japonicus* (Ito & Kitamura, 1998; Yanagisawa 1998). Det bør være mulig å overføre kinesisk teknologi om sjøpølsedyrking til Norge.

Sjøpølsearter med tykk kroppsvegg er de økonomisk sett mest verdifulle. Det finnes flere fargevarianter av *S. japonicus*, rød, grønn og svart, men bare de røde og grønne individene er av kommersiell interesse. I Skandinavia er det registrert 40 sjøpølsearter, hvorav 31 fra norskekysten. *Cucumaria frondosa*, en av våre vanligste sjøpølsearter, har tykk læraktig kroppsvegg, og er svart/blåfiolett på farge. Det er antagelig denne, sammen med *S. japonicus* og *S. tremulus* som egner seg best for oppdrett i norsk sammenheng. De to sistnevnte er rødfarget. Rød farge kan være viktig ved innarbeiding i det asiatiske marked, fordi asiater forbinder rødfarge med tre viktige ting i livet, kjærlighet, rikdom og makt.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Det bør være mulig å starte oppdrett av sjøpølser (*Echinodermata: Holothuroidea*) i Norge. Oppdrett av sjøpølser i Norge må ta utgangspunkt i en karakterisering av de norske sjøpølseartene og kartlegging av egenskaper om hvor tett de kan gå gytetidspunkt og kjønnsmodning. Det må utføres analyser av den næringsmessige sammensetning, og det må foretas en sammenligning av norske og asiatiske egenskaper hos forskjellige arter. En må overføre dyrkingsteknikker fra Kina til en norsk art og farvann, og utføre studier av norske sjøpølsearters akvakulturegenskaper.

Biologien til våre to mest kjente sjøpølsearter, *Cucumaria frondosa* (Gunnerus) og *Stichopus tremulus* (Gunnerus) er lite kjent. De er funnet langs hele kysten. *C. frondosa* kan bli 25 cm lang (50 i Arktis), finnes på dyp fra 0-200 (500) m på mudder, sand og hard bunn, og opptrer ofte i tette kolonier. Detritusspiseren *S. tremulus* kan bli inntil 50 cm og finnes på 20-200 m dyp på mudder, sand og steinbunn (Madsen & Hansen, 1994).

Rustad (1938) observerte gyting av *S. tremulus* sent i juli og august. Det er viktig å indusere gytingen til rett tid for å få levedyktige egg, og for å fastslå nøyaktig gytetidspunkt kan

målinger av gonadeindeks benyttes (Yanagisawa, 1998). Direkte målinger av kroppsvekten kan også angi gytetidspunktet.

Målinger av protein, fett og vanninnhold i norske arter er ikke kjent. Rødfargen skyldes ofte innhold av astaxanthin, som er det samme fargestoff som finnes i laksefisk.

Lite er gjort når det gjelder kunstig klekking av sjøpølser i Norge. Mortensen (1931) registrerte at *S. tremulus* har små egg og antydte at de kan ha en bestemt type larver (auricularia). Rustad fikk fram naturlig befruktede larver til et ungt auricularia stadium (1,5 måneder). Holland (1981) gyttet *S. tremulus* ved 15 og 7,5 grader.

Et viktig moment ved sjøpølseoppdrett er at det vil basere seg på en dyregruppe som lever på detritus/plankton og derfor ikke konkurrerer om menneskeføde, noe som f.eks. flere av våre fiskearter gjør.

Referanser

- Holland, D. 1981. Electron microscopic study of development in sea cucumber *Stichopus tremulus* (Holothuroidea) from unfertilised egg through hatched blastula. Acta Zoologica, 62, 89-111.
- Ito, S. & Kitamura, H. 1998. Technical development in seed production of the Japanese sea cucumber *Stichopus japonicus*. In: SPC Beche-de-Mer Information Bulletin nr. 10. p. 24-28.
- Madsen, F.J. & Hansen, B. 1994. Marine invertebrates of Scandinavia, No 9. Echnodermata: Holothuroidea. Scandinavia University press.
- Mortensen T.H. 1931. Contributions to the study of the development and larval forms of Echinoderms I-II. Mem. Acad. Roy. Sci. Lettres Danemark, Sect. Sci. 9me. Ser. T. IV, no 1.
- Rustad, D. 1938. The early development of *Stichopus tremulus* (Gunn.) (Holothuroidea). Bergens Museums Årbok, Naturvitenskapelig rekke, Nr 8, 1-21.
- Yanagisawa, T. 1998. Aspects of the biology and culture of the sea cucumber. Tropical Mariculture, 191-308.

Rognkjeks

Anders Mangor-Jensen, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

I Norge er rognkjeks en lite utnyttet ressurs, selv om fisket etter rognkjeks er kjent fra mange hundre år tilbake. Kjøttet til hannfisk anses som en delikatesse i mange land, mens rognkjeks har vært sett på som en ufisk i Norge. Ved Island, Grønland, Russland, Danmark og Norge foregår det regulert fiske etter rognkjeks for ragna sin skyld. Hos oss er dette fisket mest utbredt i Nord-Norge. Totalt fiskes ca. 4 000 tonn i året i Norge. I Danmark markedsføres rognen med en viss suksess som "limfjordkaviar".

Det har ikke vært mulig å finne dokumentasjon på oppdrett av rognkjeks, bortsett fra en rapport fra Victor Øiestad fra et gytteforsøk utført ved Lofilab i 1997. Fra dette forsøket er det beskrevet at modne hannfisk lett lot seg stryke, og at kvaliteten (til konsum) av dette produktet var akseptabelt. Oppføring av utgytte hunner var derimot vanskelig, og de fleste døde i løpet av noen måneder. Noen av yngelen som ble produsert i 1997 ble kjønnsmodne i 1999. Fra mageundersøkelser på villfangede individer har man en viss indikasjon på fødevalg i naturen.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Det finnes i dag to konsesjoner for produksjon av arten i Norge, men ingen av disse er aktive. Kjøttet til hannfisken (rognkallen) beskrives som et høykvalitetsprodukt, men det er rognen som i hovedsak er det kommersielle produktet. En hunnfisk produserer 1/7 av sin egen vekt i egg, i gjennomsnitt ca. 200 000 egg (eller omkring 0,7 liter) som gytes i flere porsjoner i løpet av en 14-dagersperiode. Eggene er demersale og voktes av hannfisken. Eggene klekkes etter ca. 60 dager. Larvene er 4-6 mm lange ved klekking. Dette er sannsynligvis et underestimat i henhold til en undersøkelse gjort av V. Øiestad (1997). Vurdert som oppdrettsart er det sannsynligvis kaviarproduksjon som kan bli/er et produkt. Uten at man klarer å åpne helt nye markeder, ser det ikke ut til at filet fra rognkjeks har noe stort potensial. Det kan tyde på at rognkjeksegg kan benyttes til kaviar etter hydrering og ovulasjon, noe som muliggjør gjenbruk av produksjonsfisk.

Biologiske flaskehals

Siden det bare er gjort svært sporadiske undersøkelser av arten mht. oppdrett, er det vanskelig å si noe om flaskehals. Det er imidlertid ting som tyder på at yngelproduksjon teknisk sett ikke burde by på store overraskelser. Victor Øyestad beskriver i en rapport fra 1997 produksjon av noen individer som faktisk nådde kjønnsmodning etter få år. Kriterier for videre påvekst er ikke kjent. Kulturer av stamfisk for eggproduksjon til kaviar vil være det primære forskningsbehovet. Deretter yngelproduksjon for avl og rekruttering.

Behov for forskningsinnsats

Alle faser fra egg til stamfisk. Mye basal informasjon om marin yngelproduksjon vil sannsynligvis kunne tilpasses oppdrett av rognkjeks.

Lomre

Terje van der Meeren, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Lomre (*Microstomus kitt*) er en velsmakende flyndrefisk som kan sies å ha et potensial som oppdrettsart. Arten er en "kaldevannsort" og finnes på grunt vann fra Biscaya til Kvitsjøen og Island. Lomre er en relativt liten fisk, kan bli ca. 66 cm lang og veie opp til 1 kg (Pethon, 1985). Lomre fiskes kommersielt i europeiske farvann som rundt De britiske øyer, i Nordsjøen og i Skagerrak. Lomre er godt betalt (for eksempel 40-70 kr per kg på fiskeauksjoner i Sverige og Storbritannia), og brukes i dag hovedsaklig i restaurantmarkedet.

Yngelproduksjon av lomre er relativt upløyd mark. Det er rapportert om starfôring med skjellarver (østers og blåskjell) og hjuldyr (rotatorier: *Brachionus plicatilis*) i den tidlige larvefasen, og med overgang til saltkrepser (*Artemia*) som fôr seinere (Dannevig 1948, Howell, 1972). I naturen gyter lomren fra april til september, og eggene er 1,1-1,5 mm i diameter. Larvene er 3,5-5,5 mm lange ved klekking, som skjer etter 6-8 døgn ved 9-11 °C (Pethon, 1985). I forsøkene til Howell (1972) ble befruktete egg fremskaffet ved naturlig gyting i små bassengsystemer. Dette viser at det kan være enkelt å fremskaffe eggmateriale til forsøk med yngelproduksjon. Larvenes diett i naturen er rapportert å bestå av egg, alger og hoppekrepser (copepoder) (Russel, 1976). I løpet av yngelstadiene skifter lomren i naturen habitat. Det første året etter bunnslåing befinner den seg på dypere vann, for så å vandre opp på grunnere vann når den har nådd en lengde på mellom 10-20 cm (Pethon, 1985). Fiske etter lomre på

grunt vann vil derfor innebære fangst av hovedsaklig eldre juvenile individer sammen med enkelte voksne individer. Dette gir enkel tilgang på stamfisk, og lomre overlever godt etter å ha blitt fanget i trollgarn.

Ved Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon, ble lomre holdt i kar sammen med piggvar over et lengre tidsrom på midten av 1980-tallet. Fisken ble fôret med våtfôr (pellet), og det ble ikke observert unormal dødelighet. Fisken var tenkt brukt som stamfisk innenfor "Poll- og Bassengforsøkene" ved havbruksstasjonen. Imidlertid ble artens suksess i yngelproduksjon aldri undersøkt fordi "Poll og Bassengforsøkene" ble terminert. På midten av 1990-tallet utførte Fiskeriforskning forsøk med levende lagring av en rekke marine arter, inklusiv lomre, i merd. Forsøkene omfattet også utvikling av teknologi for levende transport av fisken.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Tilgang på stamfisk og hold i grunne utendørs tanksystemer eller merder burde være rimelig enkelt ut fra artens hardførhet og toleranse med hensyn til fysiske forhold som lys, temperatur og saltholdighet. Imidlertid er faktorer knyttet til yngelproduksjon og videre vekst til matfisk lite undersøkt. Dette gjelder for eksempel stamfiskernæring, eggproduksjon, eggkvalitet, overlevelse i larvefasen, yngelkvalitet, veksthastighet fra yngel til matfisk og krav til fôr. Det er derfor vanskelig å kvantifisere artens biologiske potensial i oppdrett før pilotstudier av de ulike stadiene i livssyklusen er gjennomført. God overlevelse, både gjennom larvestadiene og av større fisk i kar, indikerer imidlertid at lomre kan ha et potensial som oppdrettsart. Størrelsen på larvene tilsier at fôringsregimet i en oppdrettssituasjon trolig blir ganske likt systemet for piggvar og torsk. Siden forsøkene med startfôring av lomre i Storbritannia seint på 1960-tallet, har det vært en betydelig teknologisk utvikling av oppdrettsystem og fôringskvalitet i larvefasen hos marine arter. Det kan derfor forventes en høyere overlevelse til yngelstadiet enn de 23 % som Howell (1972) oppnådde.

Biologiske flaskehals

I alt marint oppdrett har det vist seg at produksjon av yngel i tilstrekkelige mengder og av akseptabel kvalitet er en flaskehals. Det er derfor ingen grunn til å tro at lomre vil skille seg fra andre arter i så måte. Hos tunge er tilgang på befruktete egg avhengig av naturlig gyting i kar, og dette har de seinere årene vært et stort problem hos oppdrettere og ulike forskningsinstitusjoner i Europa. Tilgang på store mengder befruktete egg kan også være en mulig flaskehals hos lomre, uten at man foreløpig har kunnskap om dette. Siden lomre er en liten fisk, vil dette måtte kompenseres med større antall yngel produsert i forhold til for eksempel kveite. Videre har det for andre flatfisk som kveite, piggvar og tunge vist seg at yngelkvalitet (pigmentering og ulike skjelettdeformiteter) kan være et betydelig problem. Hvorvidt lomre vil fremvise slike defekter er ukjent, men ikke usannsynlig. Veksthastighet fra yngel til matfisk er en tredje mulig flaskehals.

Behov for forskningsinnsats

Siden lomre nærmest ikke er prøvd i oppdrett, er det først og fremst behov for å identifisere biologiske flaskehals i ulike stadier gjennom hele livssyklusen. Dette kan gjøres gjennom et pilotprosjekt hvor lomre prøves ut som oppdrettsart. Når flaskehalsene er identifisert vil det være behov for målrettet forskning for å løse disse.

Referanser

- Dannevig, (1948). Rearing experiments at the Flødevigen seafish hatchery 1943-1946. J. du Conseil, CIEM, 15 (3): 277-283.
- Howell, B.R. (1974). Preliminary experiments on the rearing of larval lemon sole *Microstomus kitt* (Walbaum) on cultured foods. Aquaculture 1: 39-44.
- Pethon, P. (1985). Aschehougs store fiskebok. H. Aschehoug & Co. (W. Nygaard), Oslo.
- Russel, F.S. (1976). The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic press, London.

Rødspette

Anders Mangor-Jensen, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Rødspette er en høyt verdsatt matfisk, og i Nordsjøen er det et betydelig fiske etter arten. Overfiske er et problem, og det har siden 80-tallet vært totalfredning av arten innenfor 12-mils sonen; i Sør-Norge nord til og med Møre og Romsdal fra 1. mars-31. mai, i Røst oppsynsdistrikt fra 1. mars-31. august, og langs resten av kysten i perioden 1. mars-30. juni. I Norge kom fisket etter rødspette for alvor i gang etter 1923, da snurrevad ble tatt i bruk og mange nye felter ble funnet. Det viktigste fangstområdet er Nordsjøen. Siden 1980 har det vært innført minstemål på rødspetta, mens fredningsbestemmelsene nå er opphevet. For Skagerrak er minstemålet 27 cm, for andre områder 29 cm. Rødspetta er kanskje den av våre flatfisk som er best kjent og høyest skattet. Den kan bli opptil 100 cm lang og 7 kg. Individider på 50 år er kjent.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Det finnes i dag fire konsesjoner for matfiskproduksjon av rødspette i Norge, men ingen av disse drives kommersielt. Rødspettefileten regnes som en delikatesse, og foretrekkes av mange framfor både piggvar og tunge. Kjøttet er hvitt og fast, og egner seg til alle typer hvitfiskretter.

I en utredning fra en arbeidsgruppe for havbruk nedsatt av Det Kongelige Norske Videnskabers Forening og Norges Tekniske Videnskapsakademi (1999) heter det: "Rødspetta er godt kjent. Den har vært kultivert siden 1900 ved Trondhjem biologiske stasjon. Fisken er anerkjent som god matfisk både ute og hjemme. Dersom denne arten hadde fått samme oppmerksomhet som kveita og var blitt satt inn i et kvantitativt avlsprogram da kveiteforskningen startet, hadde vi høyst sannsynlig hatt en hurtigvoksende rødspette som gav kveitelignende fileter i kommersielt oppdrett i dag".

Biologiske flaskehalsar

Siden det allerede blir/har blitt drevet en viss yngelproduksjon av arten både i Norge og Danmark, vil dette sannsynligvis kunne gjennomføres innenfor kjent teknologi. Man må likevel påregne en del artsspesifikk modifisering av både diett og oppdrettsteknologi.

Behov for forskningsinnsats

For å kommersialisere intensivt oppdrett av rødspette, trengs det en innsats på storskala produksjon. Det vil være behov for forskning med henblikk på optimalisering av alle faser. Det vil også være behov for et avlsprogram for å utnytte artens potensial fullt ut.

Småvokste krepsdyr: trollhummer (Krinakrabbe) og strandkrabbe

Gro I. van der Meeren, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Trollhummer er en lite utnyttet og til dels ukjent ressurs. Den tilhører samme krepsdyrgruppe som kongekrabben, og halekjøttet er svært godt. I tillegg er den største arten, *Galathea strigosa* (Krinakrabbe), iøynefallende og dekorativ med det kraftige røde og blå mønsteret på ryggskallet. Da den ikke blir større enn ca. 8 cm og lever mer spredt enn de mindre trollhummer-artene, er den ikke utnyttet som mat.

Strandkrabben har vært og er utnyttet som en næringsorganisme i bl.a. Mellom- og Sør-Europa.

Potensial som oppdrettsart (biologisk)

Selv om lite er kjent om Krinakrabben, er det mye som tyder på at den har et potensial som oppdrettsart. Trollhummer har ikke så kraftige og sterke klør som krabbe og hummer, og det er sett i akvarier at de kan holdes mye tettere enn disse. Hvor tett vet vi ikke. Det er imidlertid vanlig at de mindre artene opptrer med tettheter mellom 60 og 120 dyr per m², naturlig i sjøen. Disse er imidlertid kun 1-4 cm lange og for små til å kunne utnyttes.

Strandkrabber kan opptre i store mengder lokalt, men med store svingninger over tid. Riktignok er det ikke noe etablert marked i Norge på disse artene i dag, men innen delikatessenæringen, og særlig restaurantmarkedet, er det en stor etterspørsel etter krepsdyr, og småvokste arter som kan benyttes som garnityr. Det er i de siste årene gått ut en etterspørsel etter faste leveranser av strandkrabbe til gourmet-markedet i Osloregionen, uten at responsen hos fiskerne har vært stor. Vurdert som oppdrettsart er det denne nisjen som i første rekke bør være aktuell. På grunn av liten fangstbarhet og spredte forekomster, er det kun gjennom oppdrett at det vil være mulig å produsere et så stabilt og forutsigbart kvantum, at det kan tilfredsstillende et markedet.

Begge arter bør være interessante som tilleggsart for oppdrettere av andre marine organismer.

Biologiske flaskehals

Siden det bare er gjort svært sporadiske undersøkelser av Krinakrabbe mht. oppdrett, er det vanskelig å si noe om flaskehals. Det er imidlertid ting som tyder på at yngelproduksjon teknisk sett ikke burde by på store overraskelser. Det vil trolig være mulig å benytte eksisterende teknologi/kunnskap fra hummeroppdrett. Kriterier for stamdyrhold, fekunditet, larve- og yngelutvikling samt påvekst er ikke kjent.

Strandkrabbe har i mange tiår vært nyttet som "laboratorierotte" for miljøforskere, så det er allerede utviklet instruksjoner for stamdyrhold og klekkeri. Massekulturer og yngelproduksjon for avl og rekruttering er det imidlertid ikke gjort noe på.

Behov for forskningsinnsats

Alle faser fra larver til stamdyr. Mye basal informasjon om marin yngelproduksjon, særlig innen krepsdyroppdrett, vil sannsynligvis kunne tilpasses oppdrett av småvokste krepsdyr.

Fremmede arter

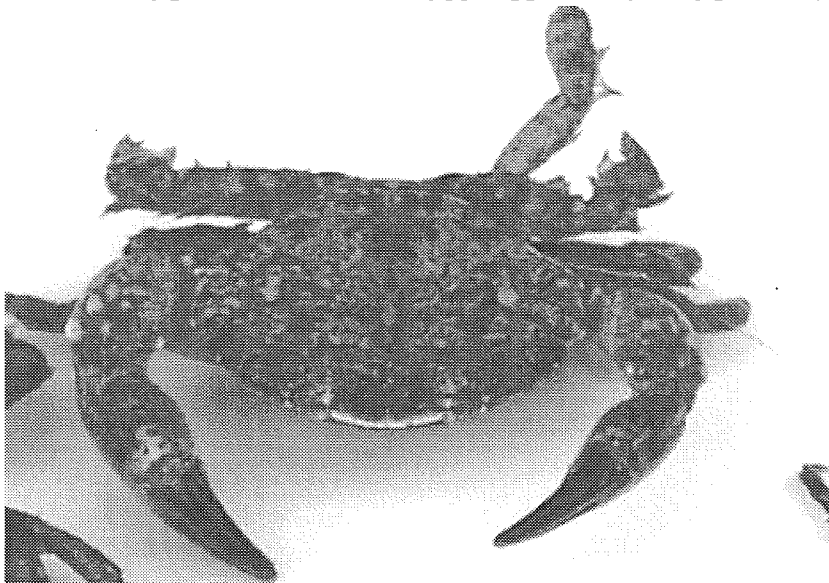
(her tar vi inn arter som ikke hører hjemme i Norge, men der vi vurderer mulighetene til stede for en kommersiell produksjon)

Coho salmon

Tom Hansen, Havforskningsinstituttet

Coholaksen (*Oncorhynchus kisutch*) har sin naturlige utbredelse fra det nordlige Japan gjennom Kamtsjatka, over Berringhavet til Alaska og sør langs kysten til California (Groot & Margolis, 1991). Coho er blitt prøvd introdusert bl.a. til Europa, men ingen av disse er blitt rapportert å gi reproduserende bestander. Lignende introduksjoner er også blitt prøvd i Sør-Amerika uten hell (Groot & Margolis, 1991).

I Chile har man siden tidlig på åttitallet klart å bygge opp en betydelig produksjon av coho.



Produksjonen i andre land er begrenset til små kvantum i Canada og USA. Coho selges i de samme markeder som regnbueørret, men er ofte foretrukket på grunn av sin blanke skinnfarge. Kjøttfargen til coholaksen ligger mellom laks og regnbueørret.

Coho er sterkere (enn laks og regnbueørret) mot de sykdommer som finnes i de områdene hvor den produseres. Hovedsykdomsproblemer er knyttet til *Piscirickettsia*, *Flexibacter* og *Proliferative Kidney Disease* (PKD hovedsakelig i cohoens naturlige utbredelsesområde).

Coho har et annerledes vekstmønster enn for eksempel atlantisk laks, da den vokser mye raskere om sommeren, men har meget lav vekstrate om vinteren. Coho slaktes på en lavere gjennomsnittsvekt enn både atlantisk laks og regnbueørret, fordi en ikke kan risikere at den blir kjønnsmoden. Som de fleste stillehavslakser dør også all coholaks etter gyting/kjønnsmodning.

Coho er en art som er uaktuell for oppdrett i Norge fordi den vil være en uakseptabel introdusert art.

Referanser

Groot C. & L. Margolis (1991). Pacific Salmon Life Histories. UBC Press, University of British Columbia.

Chinook salmon

Tom Hansen, Havforskningsinstituttet

Under fremveksten av akvakulturnæringen på vekstkysten av Canada var Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) framsatt som en av de fremste kandidatene til nye arter. I 1991 ble det da også produsert over 20.000 tonn av denne arten.

Chinook gir en høyere pris enn atlantisk laks, og fordi den er en lokal art blir den lettere akseptert av myndighetene i de områdene hvor denne produksjonen pågår (hovedsakelig vestkysten av British Columbia). Av denne grunn har da også noe av interessen for oppdrett av chinook vendt tilbake og produksjonen er svakt stigende.

En annen fordel chinook har i forhold til atlantisk laks er at den har utviklet en høy grad av immunitet mot infeksjøs hematopoetisk nekrose (IHN), en sykdom som er endemisk i dette området. IHN bæres av ca. 3 % av den naturlige bestanden av chinook. En annen faktor er at chinook sjelden angripes av kudoa (soft flesh disease) som opprinnelig ble funnet i de lokale coho bestandene, men som i dag er et kjempeproblem i oppdrett av atlantisk laks.

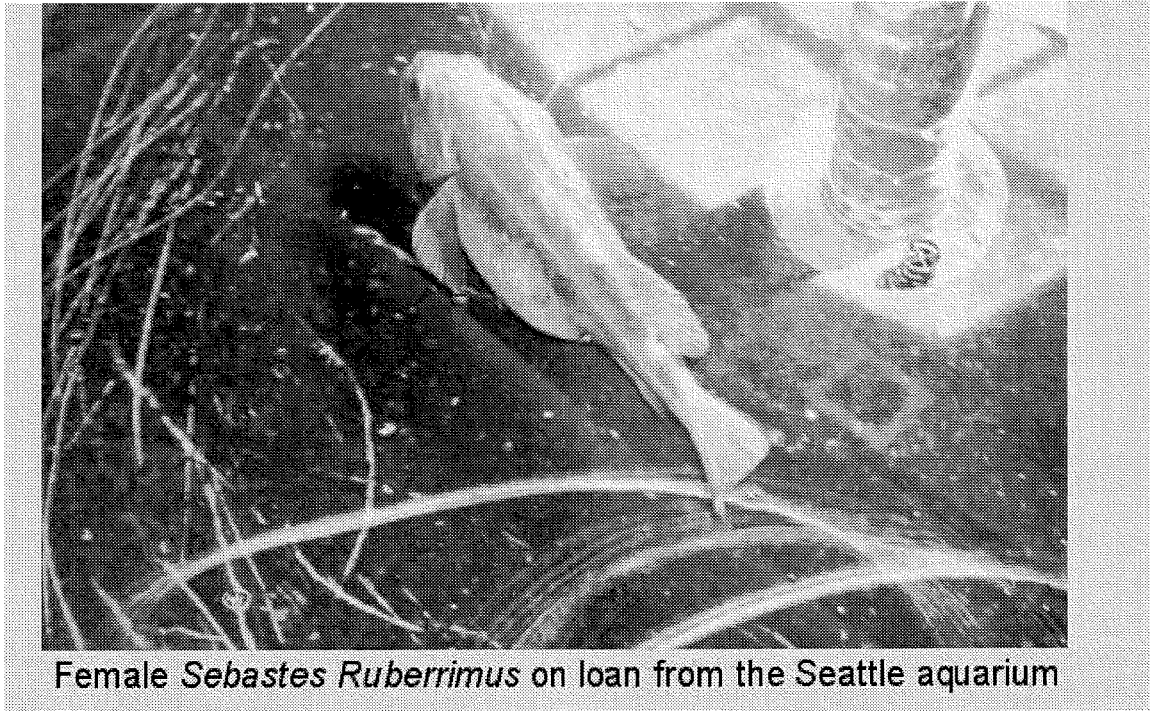
På den negative siden kommer at Chinook har en lav toleranse for for eksempel BKD (bakteriell nyresyke) som gir dødelighet gjennom hele livssyklus. Chinook har dessuten en lengre produksjonssyklus, er mer aggressiv og har en lavere toleranse til tetthet. Statistikkene viser også at produksjonen er svakt stigende i Chile og i New Zealand. Chinook har vært produsert sporadisk i Europa, men er en art som er uaktuell for oppdrett i Norge fordi den vil være en uakseptabel introdusert art.

Referanser

Groot, C. & L. Margolis (1991). Pacific Salmon Life Histories. UBC Press, University of British Columbia.

Pacific rockfish

Ingegjerd Opstad, Havforskningsinstituttet



Female *Sebastes Ruberrimus* on loan from the Seattle aquarium

Pacific rockfish (*Sebastes* spp) hører til uerfamilien. Artene i denne familien har kraftig kropp, som er lett sammentrykt fra sidene, og dekket av ctenoide skjell. Den generelle fasingen minner om abborerne. Familien omfatter utelukkende saltvannsfisker som er generelt utbredt over hele verden. I Atlanterhavsområdet finnes bare 58 av de ca. 330 artene som familien omfatter. I norske farvann er det fire arter: blåkjefte, lusuer, vanlig uer og snabeluer.

Dagens status

Nedgangen i mengden "pacific rockfish" (*Sebastes* spp.) på verdensbasis, førte til at det ble startet forskning i USA, Japan og Korea på 1980-tallet. Det ble fokusert på reproduksjon og tidlige livsstadier. Fiskene har lang levetid, opp mot 100 år. I likhet med de fleste marine artene er flaskehalsen larvestadiet. De produserer levende larver, så oppdrett er vanskelig på grunn av parring, larveproduksjon og føding av levende larver.

Fisket etter liten rockfish er spesielt lukrativt. Fisken selges levende, og prisen er 20 dollar/kg. Oppdrett av rockfish er interessant av to grunner: 1) øke den naturlige bestanden og 2) produsere fisk for salg på det levende fisk-markedet.

Ved Northwest Fisheries Science Center arbeides det i dag med forsøk på å oppdrette pacific rockfish. Der er ca. 80 arter langs Stillehavskysten, og alle lider under å ha blitt overfisket. Gravide *Sebastes ruberrimus* ble hentet fra Seattle akvarium og overført til kar med 2 meter diameter i lavt lys til lavene ble født. Larvene, som er 5–6 mm lange, ble overført til mindre tanker og startfôret på rotatorier, *Artemia* og innsamlet zooplankton. Mike Rust og hans kolleger har lyktes i å føre opp larver fra yelloweye and brown rockfish.

Sable Cod

Ole J. Torrissen, Havforskningsinstituttet

Det gjennomføres forskning på denne arten i USA og Canada. Den vil trolig kunne produseres under norske miljøbetingelser, men vurderes ikke som relevant oppdrettsart fordi arten ikke tilhører norsk fauna.

Abalone

Ole J. Torrissen, Havforskningsinstituttet

Det gjennomføres forskning på abalonearter flere steder i verden. Den vil muligens kunne produseres under norske miljøbetingelser, men vurderes ikke som relevant oppdrettsart fordi arten ikke tilhører norsk fauna.

Northern bluefin tuna

Howard Browman, Havforskningsinstituttet

Svært lite grunnleggende og målrettet forskning er utført på tunfisk. For all tunfisk vil det være store hindringer som må overkommes før det kan produseres mye yngel (Kumai 1998). Det vil sannsynligvis kreve store volum varmtvann med forholdsvis høy gjennomstrømming. Flere forsøk den siste tiden har ikke hatt noen suksess. Tunfisk krever store volum. De svømmer konstant og med høy hastighet, og renner lett inn i tankvegger og merdvegger. Skadene kan være dødelige (Miyashita et al. 2000). Med hensyn til oppdrett i Norge er det et minus at arten trenger en relativt høy temperatur. Det er urealistisk å oppdrette stor tunfisk på land, og selv om tunfisk kan ha næringsvandring langs vår kyst, er det lite sannsynlig at den vil ha god vekst i de temperaturene som forekommer her om vinteren. Det er en grunn til at tunfisk ikke er en art som er vanlig året rundt langs kysten.

Referanser

- Kumai, H. 1998. Studies on bluefin tuna artificial hatching, rearing and reproduction. *Nippon Suisan Gakkaishi* 64: 601-605.
- Miyashita, S. et al. 2000. Mortality of northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) due to trauma caused by collision during growout culture. *Jour. Of the World Aquacult. Soc.* 31: 632-639.

Kongekrabbe

Trine Dale og Sten Siikavuopio, Fiskeriforskning

Kort historikk

Kongekrabben er et ettertraktet produkt med høy pris på verdensmarkedet. På grunn av stor etterspørsel er kongekrabben overbeskattet flere steder i sitt naturlige utbredelsesområde (nordlige Stillehavet). I de senere år har kongekrabben vært delvis fredet eller underlagt et strengt forvaltningsregime i disse områdene. I perioden fra 1961-1969 overførte russiske forskere kongekrabben til Kolahalvøya. Den første gjenfangsten av kjønnsmoden krabbe ble registrert i samme område i 1974, og i 1976 ble de første eksemplarer fanget på norsk side av

grensen. Siden har kongekrabbebestanden økt og den har spredd seg ytterligere. Den fangstbare norske delen av bestanden (hanner over et fastsatt minstemål) er nå estimert til omkring en halv million individer.

Etter flere år med forskningsfiske har det i Norge de senere år blitt åpnet for fiske på kongekrabbe. Sesongen 2002/2003 er den norske kvoten på kongekrabbe fastsatt til 100 000.

Potensial som oppdrettsart

Kongekrabbe er et godt kjent produkt i flere store markeder som for eksempel Japan og USA. Andre arter, som for eksempel laks, er eksempel på at kjennskap til det villfangede produktet i markedet er et godt utgangspunkt for lanseringen av et oppdrettet produkt. Villfanget kongekrabbe fra Norge har i tillegg godt rykte i markedet, fordi den scorer høyt på kvalitetskriterier som størrelse og rent skall (lite begroing). Dette kan også forenkle en eventuell markedsintroduksjon av oppdrettet kongekrabbe fra Norge. I Norge er fangstsesongen på krabbe ganske kort, og oppdrett vil kunne gi en sesonguavhengig produksjon. Dette vil muligvis også åpne for nye markeder.

Man kan tenke seg oppdrett av kongekrabbe på to måter; et intensivt oppdrett, eller et ekstensivt oppdrett eksempelvis gjennom levende mellomlagring (oppføring av villfanget krabbe). Intensivt oppdrett av kongekrabbe er så vidt vi vet ikke prøvd ut i kommersiell skala. Noen forsøk er imidlertid gjort i eksperimentell skala. Erfaring fra disse forsøkene, sammen med generell kunnskap om kongekrabbens biologi, gjør at vi kan peke på en del faktorer som gjør kongekrabben interessant som oppdrettsart. Kongekrabben har høy fekunditet, hvor hver hunn kan produsere 150 000-400 000 egg om gangen. En hunn kan gyte inntil syv ganger i løpet av livet. Larven er relativt stor, og er i løpet av kort tid på for eksempel *Artemia* i stand til å gå over til tørrfôr. Skallskiftefrekvens (vekst) ser i stor grad ut til å være synkronisert, noe som reduserer faren for kannibalisme (alle er sårbare med bløtt skall til omtrent samme tid).

Et oppdrettskonsept som vi har mer praktisk erfaring med er levende mellomlagring. Dette har gitt en del kunnskap om hvilke krav større individer stiller i en oppdrettssituasjon. Også her er det en del faktorer som gjør kongekrabben interessant. I motsetning til andre krepsdyr, som for eksempel hummer, er kongekrabben lite aggressiv. Dette gjør at store individer kan holdes ved relativt høy tetthet (25-35 kg m⁻²). Villfanget krabbe med dårlig muskelfylde i leggene (det kvalitetskriteriet som er mest avgjørende på prisen), har vist seg å ha et stort potensial for muskelvekst gjennom oppføring. Kongekrabbefangstene har vist en økende tendens til lav muskelfylde i leggene. Fangst i kombinasjon med levende mellomlagring kan dermed forhindre at deler av fangsten må selges til lav pris.

Behov for forskningsinnsats

Oppdrett av kongekrabbe har i hovedsak vært på forsøksstadiet frem til nå. Det er derfor vanskelig å være spesifikk med hensyn til FoU-behov. På grunn av lav generell kunnskap om biologiske forhold, vil det være behov for forskning på alle stadier. Det vil være viktig med forskning på områder som veksthastighet, helse, og å utforske potensialet i forbindelse med avl. Uansett hvilken tilnærming til oppdrett man velger, vil det også være et behov for økt kunnskap om fôr (ingredienser, form, etc.) og fødeopptak (føderytmer, fôringregime). Oppdrett av kongekrabbe vil være arealkrevende siden den er et stort dyr som bare utnytter bunnarealet. Oppdrettsteknologi vil derfor også stå i fokus.

Andre alger

Sissel Andersen, Havforskningsinstituttet

Det er to hovedområder for bruk av mikroalger, som levendefôr i akvakulturindustrien og som råmateriale til industriell produksjon av kjemiske stoffer.

Bruken av levendefôr i stort omfang i akvakulturindustrien i Norge vil være begrenset til produksjonen av skjellyngel i klekkerier, hovedsakelig kamskjell. For de tidligste stadiene (larver og postlarver) er det vanskelig å se for seg annet fôr i de neste 10-20 årene enn levende mikroalger produsert i klekkeriene. I dag benyttes minst tre av seks faste arter mikroalger: flagellatene *Isochrysis galbana* (Tahitisk), *Pavlova lutheri*, *Tetracelmis* sp., og diatomeene *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros calcitrans pumilum* og *C. mulleri*. For all annen bruk av mikroalger synes det realistisk å tro at algepasta kan erstatte bruken av levende mikroalger. Produksjon av algepasta foregår bl.a. i USA, som nå har etablert distribusjon i Norge. Dersom det skal etableres konkurransedyktig produksjon av algepasta i Norge, vil det måtte basere seg på billigere energi og bedre teknologi enn i USA.

Som råmateriale til industriell produksjon av ulike typer kjemiske forbindelser, vil mikroalger være svært interessante. Antagelig vil produksjon av interessante kjemiske forbindelser hos alger være billigere å flytte til bakterier (genteknologi), siden disse kan produseres uten energikrevende lys.

Tang og tare

Jan Helge Fosså, Havforskningsinstituttet

Kort historikk

Det høstes to arter tang og tare i Norge; grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og stortare (*Laminaria hyperborea*). I de siste fem årene har det blitt høstet ca. 20 000 tonn tang og 161 000 tonn tare. Høstet kvantum stortare har vist en jevn økning helt fra tidlig på 70-tallet, men har flatet ut i de seneste årene. Stortare høstes i ytre strøk fra og med Rogaland til og med Møre og Romsdal. Uttaket har ligget stabilt i Rogaland og i Hordaland, mens det har økt i Sogn og Fjordane de siste fem årene. Uttaket i Møre og Romsdal har økt kraftig, og i de siste fem årene ble det gjennomsnittlig høstet 85 000 tonn. Høyst sannsynlig åpnes det for høsting av tare i Sør-Trøndelag i løpet av 2000. Grisetang blir høstet fra Frøya i sør til og med Lofoten i nord.

Årlig gjennomsnittlig førstehåndsverdi av den høstede tang og tare var 6,6 og 30 millioner i de siste fem årene. Eksportverdien av de bearbejdede produktene som alginater, tangmel og tangekstrakter er imidlertid mye høyere, rundt 0,5 milliarder kroner, og viser at den store verdiskapingen skjer på land.

Rettigheten til stortare tilligger staten, og høsting reguleres ved forskrift. Fiskeridirektoratet er det ansvarlige organ. Høsting av tare er ikke konsesjonsbelagt, og i prinsippet kan hvem som helst høste. Ressurser av tang og tare i områder med privat eiendomsrett (ned til ca. 2 m dyp) faller utenom den offentlige regulering. Dette betyr i praksis at reguleringene ikke gjelder for grisetang, da denne stort sett finnes i fjærområdene grunnere enn to meter. De som høster grisetang trenger derfor bare tillatelse fra grunneierne.

Forskningsresultater tyder på at det ikke er vesentlige negative effekter av høstingen ved den utnyttelsesgraden man har i dag. Likevel må man i fremtiden vie dette forskningsområdet oppmerksomhet, da det fortsatt er endel spørsmål uten tilfredstillende svar. Effekten av høsting på stortare har man etter hvert en god del erfaring med. Det er ikke påvist negative effekter på vekst og rekruttering av stortare i de områdene som høstes i Sør-Norge, mens det Sør-Trøndelag ble påvist negative effekter.

Tarenæringen ser i dag for seg at man kan utnytte stortare til og med Nordland, men fra Trøndelag og nordover er det et alvorlig problem med nedbeiting av kråkeboller og tendenser til dårlig gjenvekst.

Potensial som oppdrettsart

Dyrking av alger er utbredt i Østen, og mer enn halvparten av jordens algeproduksjon som utnyttes er dyrket. Kina, Japan og Korea står for mer enn 80 % av produksjonen, og det meste av dette er dyrket.

Det er også blitt presentert store vyer om fremtidig dyrking av bl.a. makroalger ved å gjødsle havet. For at dette skal bli aktuelt kreves mye forskning, spesielt på miljøeffektene. Akkurat denne biten er ivaretatt gjennom forskningsprogrammet MARICULT.

Dyrking i naturen (i motsetning til kulturer på land) ser ut til å være avhengig av billig arbeidskraft og et konsummarked i nærheten. I de nordatlantiske landene har det derfor vært vanskelig å få dyrking av alger til å lønne seg.

En utfordring kan være å finne frem til en algeart og metoder som gjør dyrking lønnsomt, selv i et høykostland som Norge. Dette har vært forsøkt for noen arter i Norge, men har foreløpig ikke lyktes.

Det frarådes å innføre arter som ikke naturlig vokser langs kysten. Eksempler fra andre land viser utsetting av fremmede arter har ført til store skadelige effekter på eksisterende økosystem.

Tunge

Torstein Harboe, Havforskningsinstituttet

Det finnes to ulike arter tunge, *Solea solea* og *Solea senegalensis*. Begge artene er høyt priset og derfor interessante i oppdrettsammenheng. Det drives i dag oppdrett av tunge i Spania og Portugal. I Norge har en også drevet forskningsarbeid på denne arten, men det finnes ikke noe kommersielt oppdrett her i dag.

Tungen gyter i likhet med torsk, i kar, og eggene blir naturlig befruktet. Eggene blir så samlet og klekker etter om lag to dager ved 20 °C. Deretter tar det kun en til to dager før larvene begynner å spise. Første startfôr er rotatorier, deretter går en over på formulert fôr. De første fasene er relativt enkle sammenlignet med annen marin fisk. Det er først etter at larvene er over på formulert fôr at problemer med økt dødelighet og redusert vekst oppstår. Problemene har vært knyttet til akseptans og fordøyelighet av fôret. Flere fôrfirma arbeider med denne problemstillingen, og det blir rapportert om fremgang på området.