

MULTITROFISK AKVAKULTUR: Hvor går utviklingen?

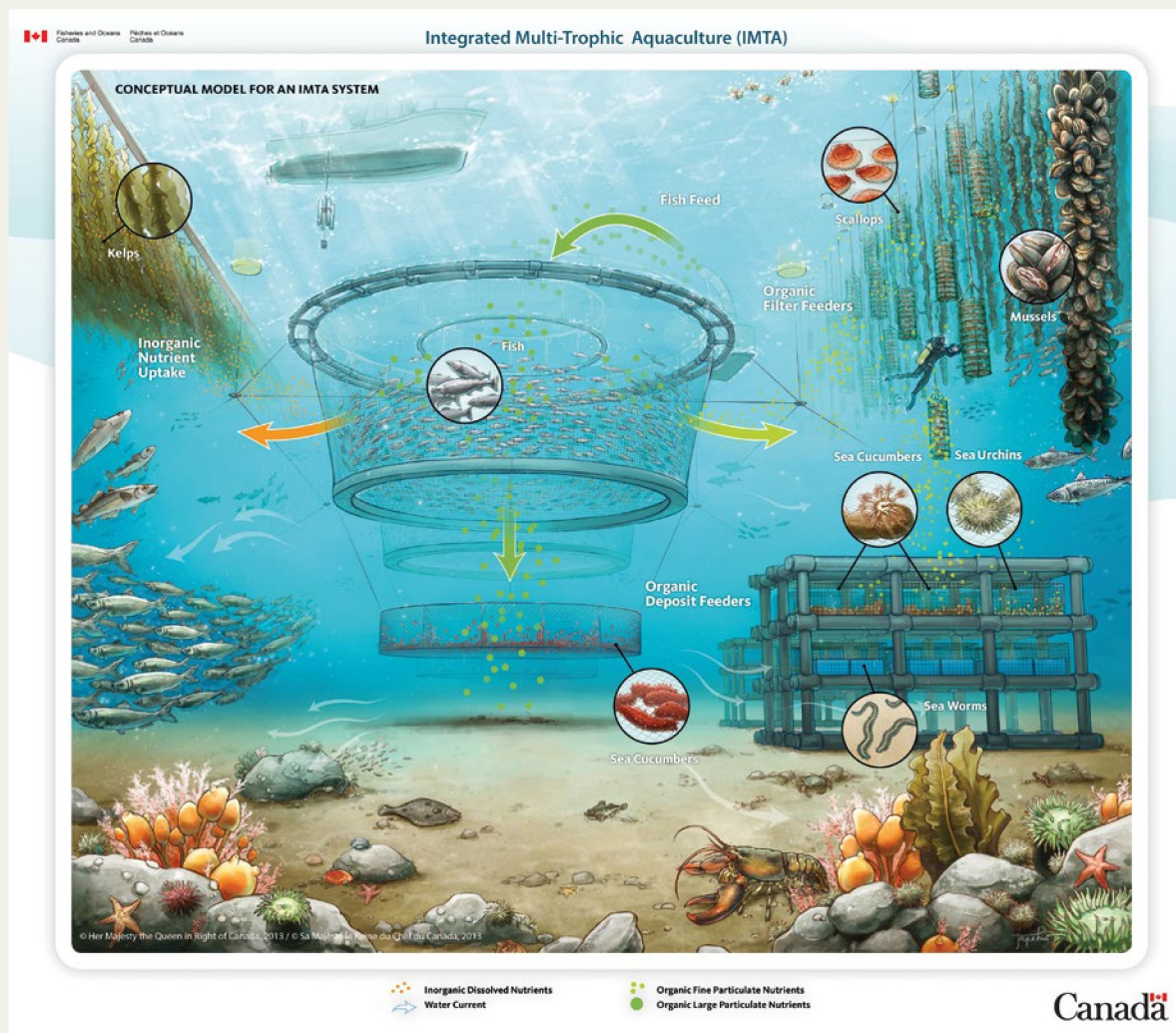
Multitrofisk akvakultur omfatter oppdrett av flere arter på ulike nivå i næringskjeden. Målet er å utnytte avfall fra ett nivå til næring i et lavere nivå. Ulike løsninger er foreslått som bidrag for å øke bærekraften i norsk havbruk. Nye resultater forteller oss noe om effektiviteten i en slik utnyttelse og dermed realisme for noen av disse løsningene.

HENRICE JANSEN | henrice.jansen@wur.nl, ØIVIND STRAND, PETER CRANFORD¹
og ALEKSANDER HANDÅ²

1. Bedford Institute of Oceanography, DFO, Canada, 2. SINTEF Fiskeri og havbruk

I integrert multitrofisk akvakultur (IMTA) blir avfall fra arter som føres, utnyttet til produksjon av arter på et lavere nivå i næringskjeden. Målet er å resirkulere avfallet gjennom produksjon av andre kommersielle arter, og dermed samlet sett bidra til både økt lønnsomhet og til å løse miljø- og bærekraftsutfordringer. I Norge er det i første rekke blåskjell og tare som har vært forsøkt brukt for å resirkulere henholdsvis avfallspartikler og løste avfallsstof-

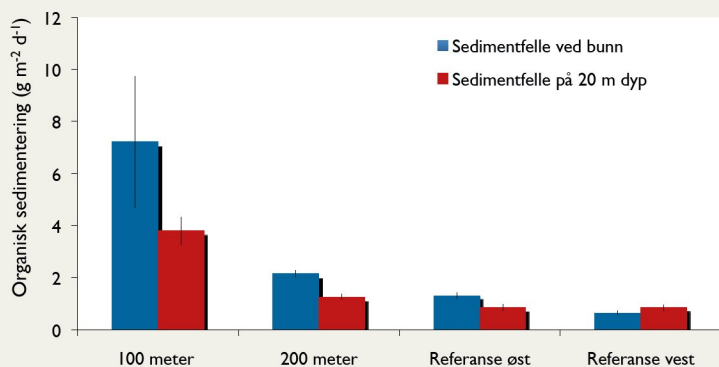
fer. Også andre typer integrering har vært foreslått (figur 1). De siste tiårene har det blitt gjort mye forskning på IMTA i Canada, der det har blitt presentert som en viktig komponent i fremtidig utvikling av bærekraftig akvakultur. Omdømme har vært en drivkraft i arbeidet. I senere år er IMTA-begrepet ofte gitt en videre definisjon med redusert integrering mellom arter, slik at avfallet fra for eksempel fiskeoppdrett i merder ikke nødvendigvis brukes direkte,



Reproduced with the permission of Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2014. Illustration: Joyce Hu; Author: Fisheries and Oceans Canada.

Figur 1. Tenkte modeller for integrert multitrofisk akvakultur (IMTA) slik det fremstilles i det kanadiske forskningsprogrammet CIMTAN.

Conceptual models for integrated multi-trophic aquaculture systems presented by the Canadian research program CIMTAN.



Figur 2. Sedimentering av organisk materiale på 20 meters dyp og 10 meter over bunnen, i avstand 100 og 200 meter fra merd og på to referansestasjoner.

Sedimentation of organic matter at 20 meter below the surface and 10 meter above the bottom, at distances 100 and 200 meter from the cage and at two reference sites (east and west).

men balanseres mot produksjon av andre arter i et avgrenset område (buktt, fjord eller kyststrekning) hvor økosystemets funksjon opprettholdes. Det kalles da gjerne multitroffisk akvakultur (MTA).

I den vestlige verden er (I)MTA-konsepser nesten utelukkende utført i forsøkskala. I Norge utføres forsøk på Vestlandet og i Nordland, med en økende interesse fra både næring og myndigheter.

I prosjektet *Exploitation of nutrients from Salmon aquaculture* (EXPLOIT, Norges forskningsråd) forskes det på hvordan løst og partikulært avfall blir spredd fra merdene, opptak av avfall og vekst hos blåskjell, kamskjell og tare, modellering samt sosiale aspekter ved IMTA. Havforskningsinstituttet samarbeider med SINTEF (prosjektleder), NTNU, Bellona og internasjonale partnere som IMARES i Nederland og DFO i Canada.

Hvilken vei tar utslippene?

I deler av en produksjonssyklus for laks (anlegg med kapasitet 6000 tonn) frem mot slaktning høsten 2013 ble det gjennomført omfattende undersøkelser i anleggsområdet og på referansestasjoner.

I september, da mengden fisk i merdene var høyest (totalt 3000 tonn), ble det funnet forhøyede verdier for løste avfallsstoffer (ammonium) nedstrøms i nærheten av merdene, men allerede 100–200 meter fra anlegget var konsentrasjonen tilbake på bakgrunnsnivå. De høyeste konsentrasjonene ble målt sent på dagen. Da var konsentrasjonen tre ganger høyere enn om morgenen. Dette har trolig sammenheng med start av føring og tid for omsetning av føden. Nedstrøms i avstand inntil 100 meter fra merdene ble det også funnet indikasjoner på forhøyede partikkelkonsentrasjoner (maksimalt 2–3 %). De fleste avfallspartiklene synker hurtig ut fra de øvre vannlag ned mot bunnen under anlegget, mens mindre partikler og oppløste avfallsstoffer føres med strømmen. Konsentrasjonen av partikler og avfallsstoffer vil avta med økende avstand fra oppdrettsanlegget, men hvor hurtig dette skjer vil være avhengig av dybdeforhold, vannhastighet og innblanding av upåvirket vann. Transport av avfall fra oppdrett kan derfor variere mye både lokalt og regionalt. Målinger av sedimentert materiale som sier noe om transport av avfallspartikler mot bunnen (75–200 meters dyp) i det undersøkte området, viser syv og to ganger høyere verdier på henholdsvis 100 og 200 meter fra anlegget sammenlignet med referansestasjonene (figur 2).

Opptak av avfall i skjell og tare?

Ved å bruke metoder for sporing av avfall fra fiskeoppdrett (stabile isotoper og fettsyresammensetning), er det vist at både blåskjell, kamskjell og tare utnytter avfallet når de plasseres relativt nært merdene (nærmere enn 200 meter).

I Exploit-prosjektet viser tare noe bedre vekst frem til juni, mens det i tidligere forsøk er vist at blåskjell plassert nær merdkanten kan få økt vekst gjennom høst- og vinterperiode. I disse forsøkene er individuelle tareplanter og blåskjell plassert i ulike avstander fra merdene. For å kunne si noe om hvor mye avfall som kan fjernes i et oppskalert dyrkingsanlegg har vi utført beregninger basert på modellering.

De minste avfallspartiklene kan komme drivende horisontalt fra oppdrettsanlegg. Basert på studier av filtrering og fordøyelse av fødepartikler hos blåskjell i naturlig miljø og i IMTA fra Norge og Canada, har vi beregnet hvor effektivt opptaket av slike partikler kan være. Opptak er begrenset av tiden blåskjellene har tilgjengelig for å treffe og "fange" avfallspartikkelen, noe som blir bestemt av vannhastighet. Under kommer eksempler på plassering av varierende antall vertikalt hengende flater (1 m²) på tvers av strømrøtning, med typisk konsentrasjoner brukt i blåskjelldyrking. Med blåskjellkonsentrasjoner på 200–1000 individer m² og strømhastigheter på 2–8 cm/s, vil 0,2–3 % av partiklene bli tatt opp. For å komme opp i 50 % effektivitet på en god lokalitet for fiskeoppdrett (strømhastighet på 8 cm/s) må det settes opp 60 vertikalt hengende flater, dvs. dyrkingsenheter ved siden av hverandre. Dette vil selvfølgelig føre til alvorlige begrensninger knyttet til oppbremsing av strømhastighet. Blåskjellene kan selektere den organiske delen av fødepartikler. Skjellenes uttak av avfall har størst effekt i miljø hvor naturlig føde har høyt organisk innhold og lav konsentrasjon. Dette er typisk for kystområdene i Norge. Økes mengden blåskjell i et anlegg som skal fjerne avfallspartikler, vil også uttaket av naturlig føde i en allerede lav konsentrasjon øke. Det kan føre til uttømming av fødepartikler, fødebegrensning og lavere kvalitet på skjellene.

I en modellstudie for en lokalitet i Sør-Trøndelag ble det beregnet at et toreanlegg som dekker et areal på et hektar (10 000 kvadratmeter) og produserer 170 tonn tare fra august til juni, fjerner 0,34 % av det løste nitrogeninnholdet i avfallet. Det største opptaket av næringssalter i taren skjer om våren, mens det største utslippet fra fiskeoppdrett skjer når temperaturen er høy om sommeren og tidlig høst. Et toreanlegg som dekker et areal (30 hektar) tilsvarende et fiskeoppdrettsanlegg med produksjon på 5000 tonn fisk, kan fjerne 10 % av det løste nitrogeninnholdet i avfallet. Også her vil det føre til alvorlige begrensninger, blant annet knyttet til oppbremsing av strømhastighet.

Videre utvikling

Dyrking av tare og blåskjell i samme dyp som merdene i et fiskeoppdrett, har lav effekt på fjerning av avfall og bidrar lite til vekst. Siden det partikulære organiske avfallet (avføring) fra fiskeoppdrett i størst grad synker nedover mot

bunnen under merdene, er det her potensialet er størst for resirkulering av avfall. Dette samsvarer med konklusjoner fra studier utført i CIMTAN-programmet i Canada hvor de har forsøkt å dyrke bunnlevende organismer som børstemark, sjøpølse og kråkebolle. Dette har også vært tema i Havforskningsinstituttets samarbeid med Kina, og resultater fra et nylig startet forskningsprosjekt om virkninger av avfall fra fiskeoppdrett på bunnlevende organismer kan også bidra med viktig kunnskap. utfordringer i Norge vil i første rekke være knyttet til store dyp og høy vanntransport på lokaliteter for fiskeoppdrett.

Resultatene fra den integrerte formen for multitrofisk akvakultur (IMTA) bør ses i sammenheng med det økte fokuset på regionale effekter av avfall fra en voksende oppdrettsnæring. Med bakgrunn i dette er det naturlig å rette fokus mot konsepter hvor avfall kan balanseres mot produksjon og uttak av andre arter (for eksempel tare og skjell). Dette vil gjelde for et avgrenset område, for eksempel en fjord eller en kyststrekning. Slike konsepter forutsetter at en innenfor gitte rammer opprettholder økosystemets funksjon, noe som krever betydelig kunnskap om økosystemene.

Det er økende fokus på biomasseproduksjon lavt i næringsnettet, blant annet som førråstoff til fiskeoppdrett. Norge har meget gode naturlige forutsetninger for dyrking av tare og skjell langs kysten. Selv om en sterk integrering har klare begrensninger, bør kunnskapen bidra til utvikling

av løsninger på systemnivå (fjord eller en kyststrekning) som er tilpasset miljøet og gir bedre bærekraft.

Andre aspekter som omdømme, "grønn profil", myndighetenes intensiver og marked påvirker selvsagt mulighetene for å utvikle konsepter basert på multitrofisk akvakultur. Økonomiske og tekniske vurderinger knyttet til dette blir også styrende for veien videre, men innenfor de muligheter og begrensninger som bestemmes av vår kunnskap om økosystemene.

Multi-trophic aquaculture: what is the way forward?

To minimize waste discharges to the marine environment, it is suggested to cultivate mussels or seaweed in close vicinity to the fish farms in (integrated) multi-trophic aquaculture ((I)MTA). Field studies show dynamics in nutrients released from salmon and corresponding incorporation in seaweed and bivalves at commercial salmon farms. The results indicate that seaweed will grow faster in immediate proximity to salmon farms. However, model calculations question the possibilities for industrial up-scaling, and the results on filtering species suggests to focus on the benthic system. Development of alternative and adapted approaches to use of multi-trophic aquaculture should address challenges specific for Norwegian conditions.



Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk

Tare dyrket i nærheten av et anlegg for fiskeoppdrett.
Seaweed grown in proximity to a salmon farm.