

ONDERZOEK & ONDERWIJS

Mosselkweek in Noorse fjorden

Door Henrice Jansen, e-mail: henrice.jansen@wur.nl

Schelpdiercultuur is een groeiende sector in Noorwegen, al kent de ontwikkeling ook belemmeringen zoals logistieke beperkingen, sluiting van de oogst door giftige algen, hiaten in de kennis over kweekmethoden, beperkte financiële middelen en een geringe ontwikkeling van de sector. Zowel de sector als de gerelateerde onderzoeksactiviteiten staan in Noorwegen nog in de kinderschoenen. Het Institute of Marine Research (IMR) heeft daarom samenwerking gezocht met Nederlandse, Franse en Canadese onderzoeksinstituten. Deze landen kennen een lange historie en goed gestructureerd onderzoeksveld én hebben een grote schelpdiersector. De samenwerking met IMARES is één van de voorbeelden van deze samenwerkingsverbanden. Aad Smaal en Henrice Jansen zijn vanuit IMARES betrokken bij een project naar de draagkracht voor mosselkweek in Noorse fjorden. Henrice verblijft voor een periode van 4 jaar in Noorwegen om een promotieonderzoek uit te voeren naar de nutriëntendynamiek in mosselkwekerijen. Dit artikel beschrijft de Noorse schelpdiersector, het schelpdieronderzoek bij IMR en de samenwerking tussen IMR en IMARES.

De sector

Noorwegen heeft een lange kustlijn; wanneer de vele fjorden en eilanden meegerekend worden is de lengte van de kustlijn langer dan de omtrek van de aarde. De kustzone biedt daarmee, naast de productie van zalm, tal van mogelijkheden voor schelpdierkweek. Op dit moment houden enkele bedrijven zich bezig met de kweek van oesters en St. Jakobsschelpen. Mosselkweek is een grotere bedrijfstak. Noorse fjorden worden gekenmerkt door de grote dieptes (tot wel 1200 meter) waardoor vrijwel alleen hangcultuur van mosselen mogelijk is. Lage nutriëntengehaltes resulteren in lage voedselconcentraties. De lengte van de productiecycclus varieert van 2 jaar in het zuiden tot 3 jaar in het midden en noorden van Noorwegen. Mosselzaad wordt ingevangen met netten en op touwen. Afhankelijk van het management en productiegebied wordt er na $\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ jaar

gesorteerd en geresocked¹.

Mosselkweek is een relatief jonge sector in Noorwegen. Vanaf eind jaren negentig groeide de productie gestaag tot een piek van circa 5000 ton in 2005. De jaren daarna vond een afname van de totale productie plaats, tot 2000 ton in 2009. De laatste jaren heeft er een verschuiving plaats gevonden van bulkproductie naar de productie van kwaliteitsmosselen, waardoor de totale op-

1. Tijdens de productiecycclus neemt de dichtheid van mosselen op de touwen toe. Wanneer de dichtheid te hoog is kiezen sommige kwekers er voor om de mosselen van de touwen te halen. De mosselen worden vervolgens uit elkaar gehaald, op grootte gesorteerd en vervolgens per grootteklasse in een soort sok gedaan en op nieuwe touwen uitgezet (in lagere dichtheden). Dit proces heet resocken. De mosselen worden dus de eerste weken door de sok bijeen gehouden tot ze zichzelf d.m.v. hun bysusdraden aan het touw gehecht hebben.



Close up van een mosseltouw (Pijler I: individuele niveau)

brengsten minder achteruit zijn gegaan dan de totale productie. Momenteel wordt ongeveer 25% van de productie geëxporteerd, waarbij Frankrijk en Israël de belangrijkste exportlanden zijn. Er wordt jaarlijks 50-80 ton Noorse mosselen naar Nederland geëxporteerd. Er is geen tekort aan mosselzaad dat wordt ingevangen in de hangcultuur. Voor dit materiaal is eveneens belangstelling vanuit Nederland maar momenteel er is nog geen mosselzaadexport van betekenis. Veel Noorse kwekers werken parttime in de mosselkweek en naar schatting maken slechts 25 bedrijven maximaal gebruik van hun vergunningen. Hieronder zijn vier grote bedrijven: Åfjord Skjell, Arctic Shellfish, Snadder & Snaskum en Oldemann-groep.

Kansen, uitdagingen en problemen

De Noorse mosselsector kent verscheidene kansen, uitdagingen en problemen waarvan sommige voor de gehele sector gelden, terwijl andere verschillen per regio als

gevolg van de lange kustlijn. Giftige algen, dat wil zeggen soorten die voor de mens schadelijke biotoxinen kunnen produceren, zijn een belangrijke oorzaak voor het gebrek aan continuïteit in de aanvoer van mosselen. Dit probleem doet zich voor langs de hele Noorse kust, maar de concentratie aan giftige algen is het hoogst in het zuiden, terwijl het midden van Noorwegen de minste problemen kent. Naast giftige algen zijn in het zuiden van Noorwegen ook de meeste eidereenden te vinden. Eidereenden staan er om bekend grote hoeveelheden mosselen te eten en kunnen daarmee grote schade toebrengen aan de mosselkwekerijen. In Noorwegen gaat vrijwel alle aandacht uit naar de viskweek, die jaarlijks 950.000 ton produceert met een omzet van 2750 miljoen euro. De Noorse schelpdiersector is dus relatief klein en het investeringsklimaat is ongunstig. Veel van de kleinere bedrijven hebben weinig financiële middelen om te investeren in de benodigde uitrusting



Mosselhangcultuur in Åfjord, Trøndelag (Pijler II: kwekerij niveau)

(schepen en machines om te oogsten, sorteren en resoeken). De grotere bedrijven hebben over het algemeen meer financiële mogelijkheden en zijn daardoor ook in staat om de kwekerijen beter te managen. Zoals gezegd biedt de lange Noorse kustlijn veel mogelijkheden voor de kweek van mosselen, maar transport van de kweeklocaties naar de markt kan lang duren, met kwaliteitsverlies als gevolg. Er is behoefte aan het vergroten van kennis, vooral op het gebied van resoeken, oogstechnieken, behoud van de kwaliteit van de mosselen na het oogsten en het selecteren van de juiste productiegebieden. De invoering van EU regelgeving betreffende de herkomst van producten stelt eisen aan het monitoren van productiegebieden (waterkwaliteit, ketenbeheer). Dit heeft grote financiële consequenties wanneer dit alle productiegebieden langs de gehele Noorse kust omvat. Er is daarom een voorstel gedaan om een slechts een selectie van productiegebieden te monitoren.

Schelpdieronderzoek bij IMR

Hieronder wordt een overzicht gegeven

van enkele recente onderzoeksprojecten die uitgevoerd zijn door IMR op het gebied van mosselkweek.

Fysiologie van mosselen onder lage voedselconcentraties

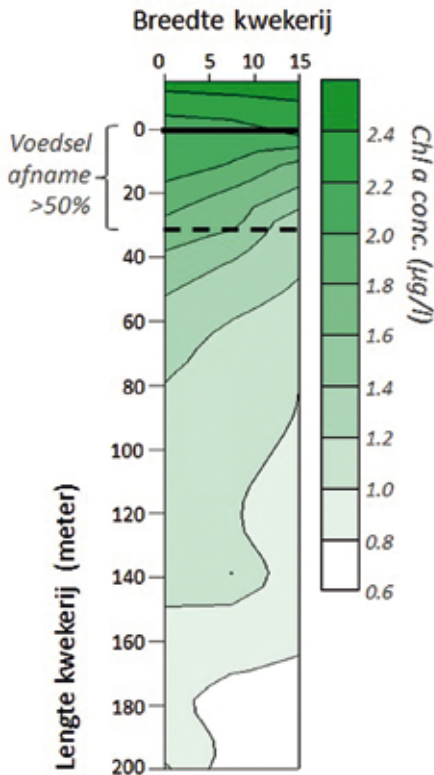
Voedselconcentraties in Noorse fjorden zijn veel lager dan in andere gebieden waar schelpdierkweek plaats vindt; de Chlorofyl *a* niveaus in Noorwegen zijn gemiddeld 1 µg/l, terwijl deze waarden in Nederland tussen de 5 - 10 µg/l, in Frankrijk tussen de 4-22 µg/l en in Spanje tussen de 4-12 µg/l liggen. Lange tijd is aangenomen dat mosselen niet actief filteren wanneer de Chlorofyl *a* waarden lager zijn dan 0,5-0,9 µg/l. Dit zou echter betekenen dat mosselen in Noorse fjorden gedurende grote delen van het jaar niet zouden eten, wat grote consequenties zou hebben voor de groei en overleving. Recent onderzoek heeft echter aangetoond dat mosselen weldegelijk actief blijven filteren en dat de lage voedselconcentraties zelfs gecompenseerd worden door hoge filteractiviteit van de mosselen.



Lysefjord, een mossel-fjord in het zuid-westen van Noorwegen (pijler III: ecosysteem niveau)



Mosselzaad collectoren



Figuur 1. Voedselafname in een mosselkwekerij. De verschillende kleuren geven de voedselconcentratie weer; hoe lichter hoe minder voedsel er beschikbaar is. Hieruit blijkt dat in de eerste 30m van de kwekerij de voedselconcentratie met meer dan 50% afneemt. (Bron: Strohmeier et al., 2005)

Optimalisatie van kwekerijontwerp

Hoge dichtheden van mosselen samen met lage voedselconcentraties hebben het risico dat er voedselafname op kan treden in de kwekerijen. Dit houdt in dat het voedsel in de watermassa die door de kwekerij stroomt opgegeten wordt door de mosselen in het eerste deel van de kwekerij, waardoor er minder voedsel beschikbaar is voor mosselen in het midden en einde van de kwekerij. Dit verschijnsel is inderdaad aangetoond in enkele Noorse hangcultures; in de eerste

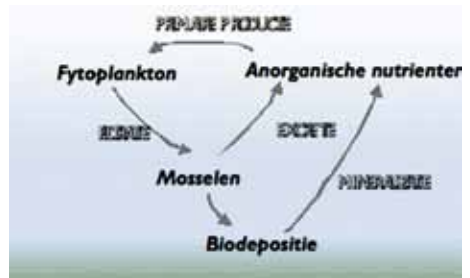
30 m van de kwekerij vond een afname van meer dan 50% van de voedselconcentratie plaats (totale lengte van de kwekerij was 200 m, zie ook figuur 1). Hierdoor was de groei van de mosselen in het midden en einde van de kwekerij lager. Op basis hiervan is een model ontwikkeld dat helpt het kwekerijontwerp te optimaliseren (lengte longlines versus afstand tussen longlines).

Opwelling van nutriëntenrijk water

Momenteel wordt een project uitgevoerd om de mogelijkheden van opwelling van nutriënten te onderzoeken. Hierbij wordt zoetwater uit een rivier tot een diepte van 30 meter gepompt, en doordat het zoete water een lagere dichtheid heeft dan het zoute water in het fjord komt het vanzelf weer naar boven. Hierbij neemt het ook nutriënten mee die in de diepere waterlagen aanwezig zijn. De toegenomen nutriëntenconcentraties zorgen vervolgens voor een verhoogde primaire productie en dus hogere algencconcentraties in het oppervlakte water. Algen zijn de voornaamste voedselbron voor mosselen en op deze manier wordt dan ook geprobeerd om de totale mosselproductie te verhogen.

Effecten van mosselkweek op het bodemleven

Mosselhangcultuur kan potentieel negatieve effecten hebben op het sediment



Figuur 2. Diagram van nutriëntenregeneratie in de mosselkweek

onder mosselkwekerijen. In o.a. Canada en Frankrijk is aangetoond dat sedimentatie van (pseudo)feces kan leiden tot anaerobe (zuurstofloze) condities en veranderingen in het bodemleven. Een studie in Noorwegen, gebaseerd op een *worst-case-scenario* (ondiep, lage stroomsnelheden), laat echter een gering effect zien. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door geringe productie van (pseudo)feces door de lage voedselconcentraties en anderzijds door de grote dieptes van de fjorden waardoor de feces zich verspreid over een groot oppervlak. De grootste effecten werden dan ook niet veroorzaakt door feces maar door mosselschelpen die op de bodem lagen. Deze veroorzaakten een verandering van de fysische leefomgeving waardoor er andere soorten fauna (zoals zeesterren en zee-egels) aanwezig waren. Echter, in vergelijking met de zalmkweek zijn de effecten van mosselkweek laag, wat samenhangt met het gegeven dat er bij mosselkweek geen voedsel wordt toegevoegd.

AkvaVis – een applicatie voor ruimtelijke planning

AkvaVis is een interactief computerprogramma voor ruimtelijke planning van aquacultuurfaciliteiten. Het wordt gebruikt voor het bepalen van nieuwe kweeklocaties waarbij zowel optimalisatie van de productie als ecologische effecten bekeken worden. AquaVis kan zowel door kwekers, beleidsmedewerkers als onderzoekers gebruikt worden.

Samenwerking met Nederland – IMARES

CANO project

Draagkracht speelt een belangrijke rol bij het ontwikkelen van een duurzame aquacultuursector. Draagkracht, in het Engels *carrying capacity*, wordt omschreven als de maximaal mogelijke productie in een bepaald gebied zonder het milieu aan te

tasten of de voedselbronnen uit te putten. Tegenwoordig wordt draagkracht vaak onderverdeeld in vier categorieën: fysische, productie, ecologische en sociale draagkracht.

Het CANO project (*CARRYING capacity in NORwegian aquaculture*) richt zich op het ontwikkelen van methodes om goede draagkrachtschattingen te kunnen maken. Het project bestaat uit drie modules: vis, kreeft en schelpdieren. De vismodule richt zich op ecologische draagkracht waarbij afvalstromen zoals visfeces en visvoer gevolgd worden in de hele voedselketen. De kreeftmodule richt zich vooral op de productiedraagkracht door te kijken naar de optimale dichtheden bij het kweken van juveniele kreeften.

De samenwerking tussen IMARES en IMR binnen het CANO project is gericht op de schelpdiermodule. Deze module is opgebouwd rond drie pijlers met oplopend ruimtelijk niveau: van individu, via kwekerij (hangcultuur), naar ecosysteemniveau. De eerste pijler richt zich op de fysiologie en groei van individuele schelpdieren. Hierbij zijn bestaande modellen (o.a. het Dynamic Energy Budget, DEB model) aangepast voor de Noorse situatie met lage voedselconcentraties. De tweede pijler richt zich op voedsel- en nutriëntendynamiek rond kwekerijen. Hierbij is gekeken naar voedseluitputting in kwekerijen en zijn modellen ontwikkeld om de groei in mosselkwekerijen te simuleren. Ook mijn promotieonderzoek valt binnen deze pijler, hieronder meer hierover. De derde pijler richt zich ten slotte op de wisselwerking tussen schelpdierkweek en het fjordenecosysteem. Bovenstaande modellen (op individueel en kwekerijniveau) zijn toegevoegd aan bestaande ecosysteemmodellen. De ecosysteemmodellen bevatten informatie over hydrodynamica en primaire productie. Daarnaast bevat het nieuw ontwikkelde mossel-ecosysteemmodel nu ook terug-

koppelingsmechanismen van de mosselen naar de primaire productie via nutriëntenregeneratie. Inzicht in al deze processen is nodig bij het bepalen en optimaliseren van de draagkracht in Noorse fjorden.

Nutriëntendynamiek in mosselkwekerijen (promotieonderzoek)

Zoals gezegd kan mosselkweek een rol spelen in de primaire productie door middel van nutriëntenregeneratie (zie diagram). Mosselen filteren namelijk niet alleen voedsel uit het water maar geven ook nutriënten af in het water (voornamelijk ammonium). Daarnaast produceren mosselen feces, deze feces kan door bacteriële afbraak vervolgens omgezet worden in anorganische nutriënten zoals ammonium en fosfaat en silicaat. Deze opgeloste nutriënten stimuleren de productie van fytoplankton en via dit terugkoppelingsmechanisme kunnen de mosselen dus invloed hebben op de primaire productie. Het vermoeden bestaat echter dat de nutriëntenomzetting van de afzonderlijke nutriënten (stikstof, fosfaat, silicaat) niet met dezelfde snelheid plaats vindt. Hierdoor is het mogelijk dat de nutriëntensamenstelling in de waterkolom verandert (bijv. meer stikstof dan fosfaat of vice-versa). In theorie kan dit kan vervolgens de samenstelling van de planktonpopulaties beïnvloeden omdat sommige soorten algen meer of minder van bepaalde nutriënten nodig hebben dan andere.

Mijn promotieonderzoek richt zich op de nutriëntendynamiek van zowel individuele mosselen als hele kwekerijen. Mosseltouwen bestaan namelijk niet alleen uit mosselen, maar kunnen ook vele andere soorten fauna bevatten zoals zakpijpen, amfipoden of borstelwormen. Daarnaast is er veel organisch materiaal (o.a. feces) aanwezig tussen de mosselen. Dit alles draagt bij aan de nutriëntenomzetting op mosseltouwen. In mijn studie wordt nutriëntenregeneratie van ieder van de afzonderlijke aspecten

(mosselen, fauna, organisch materiaal) bepaald. Daarnaast is er een systeem ontwikkeld (pelagische kamer) waarmee nutriëntenexcretie van gehele mosseltouwen gemeten kan worden. Het uiteindelijke doel is om een nutriëntenbudget op te stellen voor mosselkwekerijen in Noorse fjorden.

Wat levert de samenwerking op?

De kennis voortkomende uit deze studie is relevant voor zowel de Noorse als de Nederlandse situatie, doordat vergrootte inzichten in nutriëntendynamiek gebruikt kunnen worden voor het optimaliseren van draagkrachtmodellen, zowel in Nederland als Noorwegen. De aanpak en methodes ontwikkeld binnen mijn onderzoek naar nutriëntenregeneratie van gehele kwekerijen kan ook ingezet worden bij bijvoorbeeld studies naar de productie en effecten van mosselzaadinvanginstallaties in de Nederlandse wateren. Verder is er tijdens het recente staatsbezoek van onze koningin aan Noorwegen een overeenkomst (Memorandum of Understanding) getekend door IMARES en IMR, om de reeds succesvolle samenwerking verder uit te bouwen

Literatuur

- Strohmeier et al., 2005. Flow reduction, seston depletion, meat content and distribution of diarrhetic shellfish toxins in a long-line blue mussel (*Mytilus edulis*) farm. *Journal of shellfish research*, 24 (1), 15-23.
- Strohmeier, 2009. Feeding behaviour and bioenergetic balance of the great scallop (*Pecten maximus*) and the blue mussel (*Mytilus edulis*) in a low seston environment and relevance to suspended shellfish aquaculture. PhD thesis, University of Bergen, Norway.
- Winther et al., 2010. Strategi for norsk blåskjellnæring. SINTEF Fiskeri og havbruk AS, rapport no. SFH80-A106001.
- <http://www.imr.no/cano>
- <http://www.musseltalk.com/>