

Diatom

april 2023 t/m januari 2025



15 SEPTEMBER 2025

Eindverslag

Innovative Marine Aquaculture Feeds B.V. (i-MAF)

Opgesteld door: Robert Duijvestijn & Kees van Kilsdonk



Inhoud

Inleiding.....	3
Aanleiding project	3
Markt voor algen bij aanvang van het project	3
Doelstelling project	3
Het onderzoek.....	4
Algemeen	4
Teeltopzet	4
Productontwikkeling	4
Verpakking	5
Toepassingstesten.....	5
Resultaten	5
Algenteelt.....	6
Aanbevelingen.....	7
Conclusie	8
Vervolg	8

Inleiding

Met subsidie van Hagelunie Innovatiefonds is een onderzoek uitgevoerd naar de teelt van microalgen in een kas. Bij het verstrekken van de bijdrage aan dit onderzoek door Hagelunie Innovatiefonds is afgesproken dat na afloop van de proef een eindverslag uitgewerkt zou worden met een weergave van de behaalde resultaten. Voor u ligt het verslag waarmee wij voldoen aan deze afspraak.

Aanleiding project

De aquacultuur sector wereldwijd is sterk in ontwikkeling en groeit (ca 10% per jaar) al geruime tijd. Om de wereldbevolking te kunnen voeden en oceanen te beschermen tegen overbevissing is aquacultuur en visteelt van groot belang. Voor de productie van uitgangsmateriaal (jonge visjes, larven van garnalen, schelpdieren), alsook het opvetten van consumptierijpe schelpdieren zoals oesters, zijn diatomeeën¹ onmisbaar. In alle natuurlijke marine ecosystemen vormen micro algen, met name diatomeeën, de basis van de voedselketen en dit geldt ook voor aquacultuur.

Markt voor algen bij aanvang van het project

Diatomeeën worden reeds geproduceerd door hatcheries (de kraamkamers van aquacultuur-bedrijven) zelf. Echter deze kweek is doorgaans niet succesvol en instabiel, relatief duur en vraagt specifieke kennis, die veelal ontbreekt. Zo vormt diatomeeën teelt een knelpunt in de hatchery bedrijfsvoering en daarmee ook een knelpunt in de gehele aquacultuur sector. Daarnaast zijn diatomeeën niet of nauwelijks commercieel beschikbaar en erg kostbaar. Voor de huidige productie van vis, schelpdieren en garnalen worden daarom vaak producten op basis van o.a. visolie en vismeel gebruikt, gewonnen uit wildvangst. Behalve dat dit tot mindere resultaten leidt in vergelijking met diatomeeën, is deze wijze van produceren niet duurzaam. Het Diatom project beoogt hierin een doorbraak te bewerkstelligen door op grootschalige basis en op een duurzame wijze diatomeeën te kweken en deze te verkopen aan hatcheries.

Doelstelling project

Grootschalige diatomeeën teelt wordt tot nu toe belemmerd door (1) onvoldoende beheersing van ongewenste organismen in de teelt; (2) onvoldoende beheersing van waterkwaliteit en hergebruik/ recirculatie; (3) beperkte schaalbaarheid van oogst systemen; (4) onvoldoende productontwikkeling, productkwaliteit en toegang tot de markt. Dit project heeft als doelstelling om deze belemmeringen op te heffen.

Het projectdeel waarvoor subsidie wordt aangevraagd bij Hagelunie Innovatiefonds beoogt allereerst de ontwikkeling van een nieuw innovatief, robuust teeltsysteem in een kas dat goed opschaalbaar is en een relatief lage investering kent. Daarnaast is er voor wat betreft de productontwikkeling bijzondere aandacht voor de ontwikkeling van een specifiek productieproces waarbij de diatomeeën zodanig zijn bereid, dat voldaan wordt aan de klant eisen met betrekking tot constante kwaliteit, voedingswaarde, houdbaarheid, microbiologische veiligheid en prijs. Dit vergroot de continuïteit bij en het succes van hatcheries en biedt perspectief op verduurzaming van de sector.

¹ een stam van eencellige algen met een exoskelet van kiezel (siliciumdioxide, SiO₂). Diatomeeën zijn eukaryote algen.

Het onderzoek

Algemeen

De pilot met de teelt van micro algen is uitgevoerd in een kas. Het kas(gedeelte) tijdens de pilot heeft een omvang van circa 2.000 vierkante meter. Daarnaast is een inoculatie ruimte en een laboratorium ingericht. Verder is voor deze pilot onder andere een microbioloog met een full time dienstverband aangesteld om onderzoek te doen naar onder andere de vermeerdering van de eerste fase van de algenteelt, productontwikkeling, etcetera. Het project is uitgevoerd vanaf 1 april 2023 tot en met 31 januari 2025.

Er hebben gedurende bijna de gehele looptijd van het project tot december 2024 testen plaatsgevonden met teelt in de algenreactoren. Testen vonden plaats t.b.v.:

1. bepalen van productiviteit per m² gedurende de seizoenen (lichtsterkte, daglengte, temperatuur ed);
2. productie van algen om de oogst installatie te testen;
3. productie en oogst van algen t.b.v. de product ontwikkeling en *feed* testen in eigen beheer en bij eindgebruikers;

Teeltopzet

- De 4 grote reactoren (HRAP's of High Rate Algae Ponds) en 1 kleine HRAP zijn gebouwd op de bestaande betonnen vloer in de kas en voorzien van food grade PVC versterkte liner die op de vloer en tegen de opstaande wanden is aangebracht. Schoepenraden zijn gemonteerd t.b.v. de voorstuwing. CO2 toevoeging o.b.v. continue pH metingen;
- Vanuit de starter cultures in 50 ml buisjes werd onder steriele omstandigheden de algenstrain opgekweekt in een 1 liter fles systeem. Vanuit dit systeem werden vervolgens een reeks transparante teelt flessen van elk 10 liter opgestart. Na ca 4-6 dagen waren deze cultuurflessen gereed om de kleine open HRAP (High Rate Algae Pond) op te starten in de kas. Vanuit deze open HRAP van circa 12 m² kon als laatste stap de grote HRAP's worden opgestart, elk circa 200 m² in oppervlakte;
- Met ondersteuning van projectpartner Turbin is een functionele waterkringloopinstallatie gerealiseerd. Deze bestaat uit een installatie om de algen te ontwateren. Het water wordt opgeslagen in een silo en hergebruikt bij een nieuwe teelt;

Productontwikkeling

Product conservering is van groot belang om het product over lange afstanden te kunnen transporteren en om de klant voldoende tijd te geven om het product te gebruiken en om onbalans tussen periode van hoge productie en hoge vraag te kunnen beheersen. Er is een breed scala aan conserveringsmethoden onderzocht en getest waaronder drogen, koude behandeling en toevoeging van conserveermiddelen. De toepassing van de algen (voedsel voor schelpdier broedjes en garnalen larven) is zo kritisch dat veel methoden, waaronder ook drogen en invriezen, afvielen. Een aanzienlijk aantal conserveringsmiddelen met bijvoorbeeld ook verschillende concentraties conserveermiddel zijn gescreend waarbij in opeenvolgende weken de organoleptische eigenschappen zijn beoordeeld en ook criteria als fasescheiding, cel integriteit, vermogen tot celdeling ed. Resultaat van alle onderzoeksactiviteiten is dat een conserveringsmethode is ontwikkeld die bestaat uit een combinatie van koeling met daarbij een toevoeging van een conserveermiddel dat geen negatieve effecten heeft op de toepassing.

Verpakking

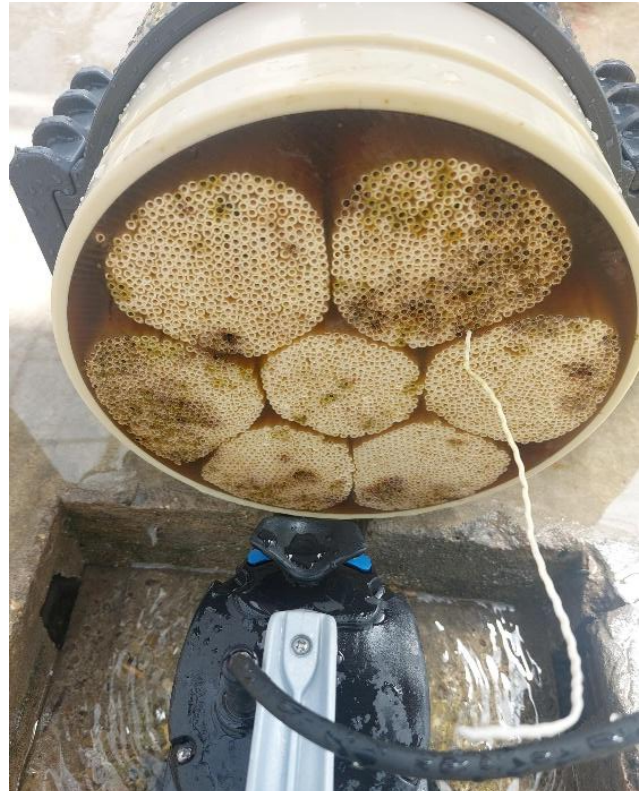
Verpakking vindt plaats in 2,5 liter stapelbare UN food grade cans. Een groot aantal verpakkingsvormen is onderzocht. Uiteindelijk is voor deze verpakking gekozen omdat deze efficiënt met ruimte omgaat; niet te groot is zodat koeling tot in de kern binnen acceptabele tijd plaatsvindt en kosteneffectief is.

Toepassingstesten

In eigen beheer zijn een groot aantal toepassingstesten uitgevoerd waaronder testen met garnalen larven, met oesterbroed en rotiferen. Rotiferen worden gebruikt als voedseldiertjes in oa zeebaars harcheries, . Deze testen hebben zowel plaatst gevonden op de pilotlocatie, als extern bij (potentiële) klanten.



een van de reactoren met volgroeide cultuur



verstopte membranen nadat te ver ontwaterd was



testen met oesterbroed in eigen beheer



test opzet voertesten extern

Resultaten

Hieronder zijn de bevindingen en resultaten van het teeltonderzoek uitgewerkt.

Algenteelt

- Vanaf het opstarten van de pilotreactor in september 2023 hebben tot december 2024 testen plaatsgevonden. Het resultaat van het uitvoeren van de testen en opdoen van teeltervaring is een consistentie en voorspelbare productkwaliteit en kwantiteit. Daarnaast is het reactor ontwerp geoptimaliseerd. Hierin zijn m.n. van belang de menging in de HRAP's. Onvoldoende verticale en horizontale menging heeft negatieve gevolgen voor de productiviteit. Dit is gerelateerd aan onder- of overbelichting, nutriënten beschikbaarheid, gasuitwisseling ed. Daarnaast bleek dat de lichtsterkte, m.n. in de eerste fase van de teelt beperkt moet zijn om stress te reduceren en eventuele groei van andere algen te beperken;
- Bij het onderzoek naar het sluiten van de waterkringloop is de permeaat kwaliteit belangrijk. De permeaat kwaliteit was goed. Dit betekent dat het permeaat hergebruikt kan worden zonder dat er een meetbaar verlies aan productiviteit en productkwaliteit in de teelt plaatsvindt. Wel liepen de membraan fluxen terug gedurende een oogst batch. Initiële permeaatflux van 4 m³/u liep terug naar 1,5 m³/u aan het einde van de batch, na optimalisatie van de backflush. Een batch duurde 10-12 uur. Hiermee is de doelstelling van een productiviteitsverlies t.o.v. vers water van max 5% behaald;
- Er is uitgebreid getest om de maximale ontwatering vast te stellen. Verschillende factoren beïnvloeden de mate van ontwatering waaronder celgrootte, temperatuur tijdens de teelt ed. De gewenste ontwatering en droge stof percentage met behoud van cel integriteit en nutritionele waarde van > 12 % d.s. is niet behaald. Bij indikking boven de 5 tot 6 % trad verstopping op van de membranen;
- De oogst dan wel verwijdering van algen uit het medium was volledig. Daarmee is voldaan aan de doelstelling van 99,99 % verwijdering van algen, bacteriën en virussen. Er waren geen waarneembare cel resten (microscopisch) aanwezig in het permeaat. Het permeaat was direct inzetbaar voor de teelt van een volgende batch. Wel dienden nutriënten toegevoegd te worden omdat deze uit het medium/permeaat waren opgenomen door de algen. Analyse van de individuele nutriënten is van belang om nutriënten limitatie te voorkomen en daarmee verlies van productiviteit. AOP behandeling na oogst bleek niet nodig, wel UV behandeling voordat het permeaat weer werd hergebruikt, vanwege enige microbiologische activiteit in de opslagsilo;
- Een houdbaarheidsduur van het product van 6 maanden is niet gerealiseerd. De houdbaarheid is momenteel 6 weken. Dit beperkt de afzetmogelijkheden buiten Europa. Binnen Europa kan met 6 weken worden gewerkt. Als mitigerende maatregel is ook onderzoek naar het jaarrond produceren met behoud van voldoende productiviteit in de winter maanden met oa LED verlichting en verwarming, zodat ook gedurende deze periode teelt mogelijk is. Dat bleek goed mogelijk te zijn, al ligt de winterproductie wel lager en zijn de operationele kosten hoger;
- Koeling bij een zo laag mogelijke temperatuur boven nul geeft de langste houdbaarheid. Bevriezen van het product heeft een behoorlijk negatief effect op de productperformance en moet voorkomen worden. Opslag bij 2-3 graden Celsius is nu mogelijk. Bij volledig beheersbare koeling is 0 graden optimaal;
- Uit de voedingstesten is het volgende gebleken:
 - Het product werkt zeer goed voor garnalen larven vanaf de eerste levensfase;
 - Het product levert geen problemen op in de voeding van schelpdier broedjes waardoor het een kosten effectief alternatief voor eigen teelt van algen door hatcheries kan zijn;
 - De diatomeeën vormen een goed dieet voor rotiferen.

Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Er is een extra ontwateringsstap nodig om tot de gewenste 10 tot 12% te komen. Hiervoor moeten de algen na behandeling in de ontwikkelde waterunit door een tweede ontwateringsstap geleid worden voor een beter resultaat;
- De houdbaarheid eindproduct is te beperkt voor langdurige opslag. Verlenging van de houdbaarheid vergroot de toepassingsmogelijkheden en vereenvoudigd productieplanning en logistiek.
- Op termijn is diversificatie in diatomeeën strains voor i-MAF interessant om meerdere producten voor andere aquacultuur toepassingen te kunnen maken

Conclusie

In dit onderzoek zijn algen in open reactoren als kasteelt onder Nederlandse omstandigheden geteeld. De resultaten van het onderzoek zijn zeer bevredigend. Na het verrichten van alle experimentele werkzaamheden en onderzoek is gebleken dat we in staat zijn om een uitstekende en voorspelbare productiviteit te realiseren. De celgrootte kan zodanig gestuurd worden dat deze optimaal is voor de toepassing. Conclusie is dat de geselecteerde diatomee (alg) goed geteeld kan worden onder Nederlands omstandigheden in een kas en dat besmettingen kunnen worden beheerst zodat een goede productkwaliteit wordt verkregen.

Met betrekking tot het sluiten van de waterkringloop en het ontwateren van de gekweekte algen is gebleken dat alle doelstellingen werden gerealiseerd behalve de mate van ontwatering van de algen. Deze was lager dan verwacht en gewenst. Conclusie van deze fase is dat de waterkringloop bijna volledig kan worden gesloten en dat aanvullende productontwatering nodig is om het product wereldwijd te kunnen afzetten. AOP nabehandeling blijkt niet nodig te zijn, wel een UV behandeling na opslag van permeaat.

Inmiddels is een eindproduct ontwikkeld met de naam ThallaStar. Dit product is minder geconcentreerd. Er zijn succesvolle testen uitgevoerd, zowel in eigen beheer als door derde partijen. Conclusie ten aanzien van dit onderzoeksaspect is dat het product zeer geschikt is voor garnalen teelt, goed geschikt is voor schelpdieren teelt en dat een langere houdbaarheid en vergaande ontwatering de afzet mogelijkheden sterk zullen vergroten. Daarnaast zijn er goede perspectieven voor afzet in andere aquacultuur sectoren.

Vervolg

De vooruitzichten voor i-MAF zijn positief. Er is gebleken dat de producten goed ontvangen worden in de markt. Wanneer bovenstaande knelpunten worden opgelost dan kan een aanzienlijke markt worden bediend. De prijsstelling blijkt competitief te zijn. Markten zijn ook in beweging, zo neemt bijvoorbeeld in Nederland de oesterbroedproductie toe ten gevolge van herstel van natuurlijke oesterbanken en biedt dit perspectief op afzet voor i-MAF. Daarnaast zijn er vooruitzichten in andere aquacultuur markten gebleken.

Het blijkt echter wel dat het realiseren van afzet van het product veel tijd vergt. Tussen het moment van eerste contact met een potentiële afnemer en het sturen van een sample zit een lange periode en het moment dat er daadwerkelijk een betaalde order geplaatst wordt, duurt nog langer. De doelstelling voor de aankomende periode is daarom om de afzet van de algen verder uit te breiden en de beschreven knelpunten op te lossen.