Zeewierteelt: “Er valt nog veel te ontdekken”

Een interview met Klaas Timmermans, hoogleraar Mariene Planten

Door Jan-Willem Henfling

Eind 2023, tijdens de receptie bij de inauguratie van Jasper van Houcke (HZ University), maak ik kennis met (Prof. Dr.) Klaas Timmermans (Zie kader). Bedachtzaam proevend van een toastje met ‘wakame’, merkt hij op: “Het is toch wel opmerkelijk, dat ruim 70% van de aarde is bedekt met oceanen en maar 1% van ons voedsel uit zee komt”. Even later leer ik dat hij als onderzoeker en afdelingshoofd bij NIOZ en als hoogleraar te Groningen onder andere werkt aan de domesticatie van zeewier als voedsel voor de mensheid (mijn vertaling van zijn woorden). Dan is mijn belangstelling natuurlijk helemaal gewekt. Zijn verhaal hoort in dit blad! Gelukkig is hij dit met mij eens. Het duurt vervolgens toch nog bijna een jaar voordat we elkaar opnieuw treffen via de telefoon. Timmermans is zo druk bezet en zo mobiel, door zijn drie werkplekken (Texel, Yerseke, Groningen) en twee woonsteden, dat het onmogelijk blijkt een plaats en tijd vast te stellen voor een ontmoeting.

De hoofdspelers in dit verhaal: links suikerwier en rechts Klaas Timmermans.

Zeewier is "hot and wet"

Bij de voorbereiding van dit gesprek lees ik eerst een recent en zeer leerzaam en boeiend UNCTAD rapport [9]. Dat toont onder andere dat de productie van zeewier stijgt maar de waarde nog sterker (Fig. 1). Daarna lees ik een reeks artikelen met Timmermans als een van de auteurs (waarvan ik enkele citeer). Opmerkelijk: de onderwerpen variëren enorm. Ik mag me verpozen met een verhaal over de umami smaak van wieren, verdiepen in methoden om eiwit te extraheren uit de complexe koolhydraatmatrix van wieren, met hem meedenken over het potentieel van de Noordzee als zeewierboerderij en me vervolgens verdiepen in "The SeaCoRe system for large scale kelp aquaculture: a plug-and-play, compatible, open-source system for the propagation and transport of clonal gametophyte cultures", om de lezer ook even te laten meegenieten van een moderne wetenschappelijke spraakwaterval.

Grappig: als ik de breedte van zijn werkgebied benadruk schiet hij in de lach. Zo had hij het niet eerder bekeken, zegt hij, want "…. slechts één procent van ons voedsel komt uit zee. Als je dan meer voedsel uit de oceanen wilt halen, als dat je missie is, dan is wat we hier doen

Niets lijkt op wat je kent van het land

die ene zoektocht naar wat allemaal kan met zeewier. Er valt ook nog veel te ontdekken aan die planten. Ze doen hetzelfde als de planten op het land. Ze nemen stoffen op uit het water en koolzuurgas en maken daar plantaardige biomassa van, opgebouwd uit o.a. eiwitten, koolhydraten en vetten. Maar ze zijn ook weer heel anders. We noemen ze primitief, maar dat betekent ook dat je er alle vormen van voortplanting en celwanden vindt waar de natuur ooit mee heeft geëxperimenteerd. Iedere wier doet het weer net iets anders. Niets lijkt op wat je kent van het land."

Als voorbeeld gaan we in op het bruinwier *Saccharina* waar hij veel mee werkte en dat in Nederlands "suikerwier" heet, maar bij sushieters meer bekend is als 'kombu'. Het zeewier dat aanspoelt op het strand na een storm en wat gekweekt kan worden aan bijvoorbeeld kabels, is de sporofyt (een jong stadium van wieren; zie figuur 3). Wat betreft de gehaltes

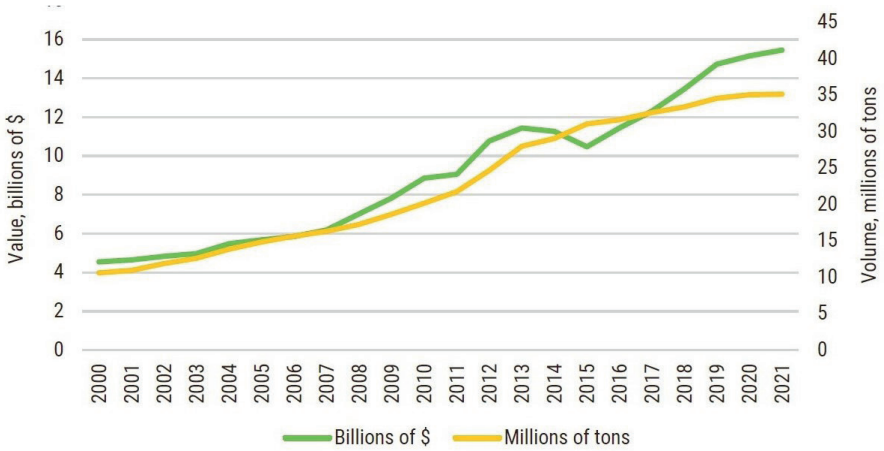

Fig 1. De toename van de wereldwijde productie en totale waarde van zeewier [9].

Tabel 1. Potentiële toepassingen van en gehaltes als % in droge stof aan extraheerbare eiwitten, vetten en koolhydraten van *Saccharina*-soorten, die centraal staan in het onderzoek van Timmermans c.s. De variatie hangt af van b.v. groeiomgeving, seizoen en oogstmethoden (Diverse bronnen).

Component	Gemiddelde (%)	Minimaal (%)	Maximaal (%)	Potentiële toepassingen
Eiwitten	6 - 12	4	15	Voedingssupplementen, diervoeding, ingrediënten in vleesvervangers, aquacultuur.
Vetten	1 – 2,5	0,5	3,5	Omega-3-supplementen, functionele oliën, cosmetische toepassingen.
Kool-hydraten	50 - 65	45	75	Voedselingrediënten (vezels, verdikkingsmiddelen), alginaten voor voedsel- en farmaceutische toepassingen, bio-plastics, biobrandstoffen, fermentatie voor bio-ethanol.

Eiwitten: *Saccharina* heeft over het algemeen een eiwitgehalte dat iets lager is dan verschillende andere wiersoorten die kandidaat zijn voor grootschalige teelt.

Vetten: Hoewel het vetgehalte laag is, zijn de aanwezige vetten in *Saccharina* rijk aan meervoudig onverzadigde vetzuren.

Koolhydraten: *Saccharina* bevat aanzienlijke hoeveelheden complexe koolhydraten zoals laminarine en alginaten.

Overige stoffen: Net als Bruin zeewier bevat *Saccharina* kleine hoeveelheden bioactieve stoffen met waarde voor de farmaceutische en voedingsindustrie, zoals antioxidanten en smaakstoffen.

aan eiwit, vet en koolhydraten, is gedroogd zeewier een zeer potentieel voedingsmiddel voor dier en mens als eerst al het water eruit is (Tabel 1). Interessant is dat Timmermans tijdens ons gesprek het wier vooral vergeleek met soja, maar dat tarwe qua samenstelling meer op *Saccharina* lijkt.

Zeewier in de Noordzee

Hoewel Europa op dit moment maar goed is voor 0,4% van de wereldproductie, hoopt de Europese Unie dat de zeewierindustrie rond 2030 1,2 miljoen ton biomassa produceert met een waarde van ongeveer €9 miljard (Fig. 2). Om dat te bereiken financiert de EU onder andere het *Algae Initiative* en projecten als *ALEHOOP*. In het optimistische scenario kan Europa minder afhankelijk worden van geïmporteerde granen en soja. Timmermans relativeert dit idee. Hij betwijfelt of de beschikbare ruimte en ecologische omstandigheden in de Noordzee dergelijke grootschalige teelt wel toelaten en bovenal of het ecologisch kan. Grootschalige teelt zou de beschikbare voedingsstoffen in zee kunnen uitputten, met negatieve ecologische gevolgen zoals een verschraling van het zeeleven. “Ik zie nog niet gebeuren dat we de Noordzee gaan bemesten om voldoende wier te produceren” merkt hij op. Deze zorgen worden op wetenschappelijke wijze benadrukt in een artikel met de veelbetekenende titel: “Food for thought” [1]. Ook Jaap van der Meer schreef

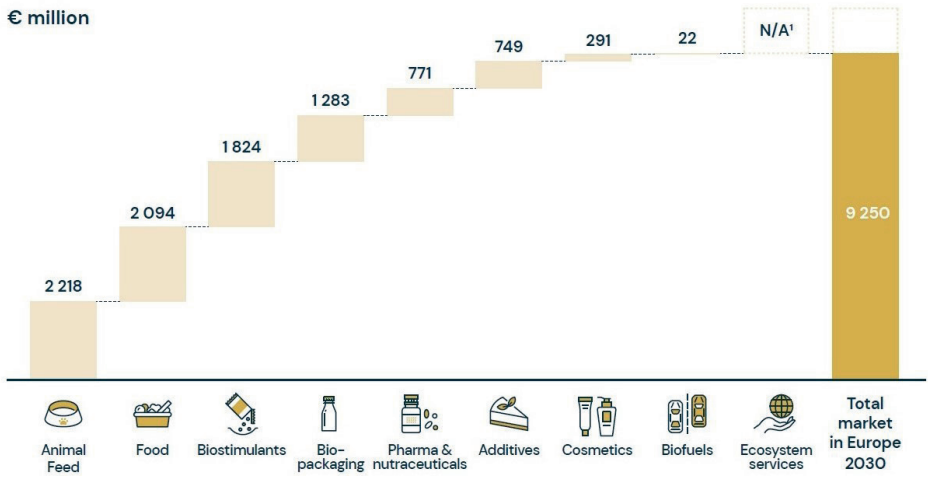

Fig. 2. De door de EU geambieerde waarde van zeewier per sector in 2030 volgens het optimistische scenario.

al dat de beschikbaarheid van nutriënten voor het kweken van organismen laag in de marine voedselpiramide vaak wordt overschat [Aquacultuur 38(4): 6-10].

Ondanks, of wellicht meer nog dankzij deze zorgen spreekt hij enthousiast over het plan voor een proef-zeewier-boerderij (met de prozaïsche naam: NSF#1) voor de kust bij Scheveningen onder leiding van North Sea Farmers. Hiertoe wordt zo'n 5 ha aan kabels gespannen binnen een windmolenpark. Naar verwachting gaat NSF#1 tenminste 6 ton (nat gewicht) wier per jaar produceren (zie voor meer details: northseafarmers.org). Hoewel hij niet direct is betrokken bij het onderzoek binnen NSF#1, zal een van de aandachtspunten van Timmermans c.s. zijn om kritisch te kijken naar de potentiële bijdrage van de commerciële zeewierteelt aan de binding van kooldioxide. Eveneens kijken zij onder welke voorwaarden en in hoeverre, zeewierteelt bevorderend of juist remmend werkt op het gehele ecosysteem van de Noordzee. "Ik ben niet voor of tegen (commerciële) productie, maar ben op de eerste plaats

Ik ben op de eerste plaats wetenschapper en niet voor of tegen zeewierproductie.

wetenschapper" benadrukt hij in nagenoeg dezelfde termen verschillende malen tijdens ons gesprek. En, zodra ik enthousiast dreig te worden tempert hij dat met: "wonderen bestaan niet!". Het is duidelijk: hij is zeer enthousiast over het potentieel van commerciële zeewierteelt, maar probeert uit alle macht zijn wetenschappelijke distantie te bewaren. Het lukt .... redelijk goed.

Onderzoeksprioriteiten

Natuurlijk ben ik benieuwd naar de mogelijkheden van domesticatie van zeewier. Ja, ook planten zijn wel of niet gedomesticeerd; zo zijn er b.v. nog steeds wilde aardappelen en wilde rijst. Per slot, domesticeren is wat je doet zo-

dra je gaat kweken en veredelen op bepaalde eigenschappen. De zeven op land verbouwde gewassen die vandaag de dag de wereldmarkt van basisbehoeften bepalen werden meer dan 10.000 jaar geleden gedomesticeerd volgens Diamond [4]. Dat zeer boeiende verhaal over dit onderwerp doet me hardop afvragen wat nodig zou zijn om zeewier alsnog te domesticeren. Ik luister zo aandachtig dat ik vergeet aantekeningen te maken, maar hieronder is wat we bespraken.

Essentieel bij de domesticatie van zeewier zou het volgende lijstje aandachtspunten kunnen zijn (lijst van de interviewer):

1. Genetische diversiteit: Behouden van genetische diversiteit voor veerkrachtige cultivars en ziekteresistentie.

2. Cultivatie technieken: Ontwikkelen van efficiënte kweekmethoden.

3. Fysiologische behoeften: Wat zijn optimale groeiomstandigheden (licht, temperatuur, nutriënten), zomer en winter, voor verschillende soorten?

4. Economische haalbaarheid: Kosten van kweek en onderhoud versus marktprijzen.

5. Risico's van natuurlijke gevaren: Strategieën voor bescherming tegen stormen en andere fysieke risico's, maar ook verlies door ziekten en dierlijke consumenten.

6. Extractietechnieken: Efficiënte methoden voor het extraheren van waardevolle stoffen, maar je kunt ook denken aan veredeling om te selecteren op makkelijk afbreekbare celwandstructuren.

Als ik bovenstaande punten nog eens naloop en neerzet naast het werk dat Timmermans met zijn promovendi en medewerkers doet, dan zien we dat hij op de punten 1, 2, 3 en 6 actief is. Indrukwekkend!

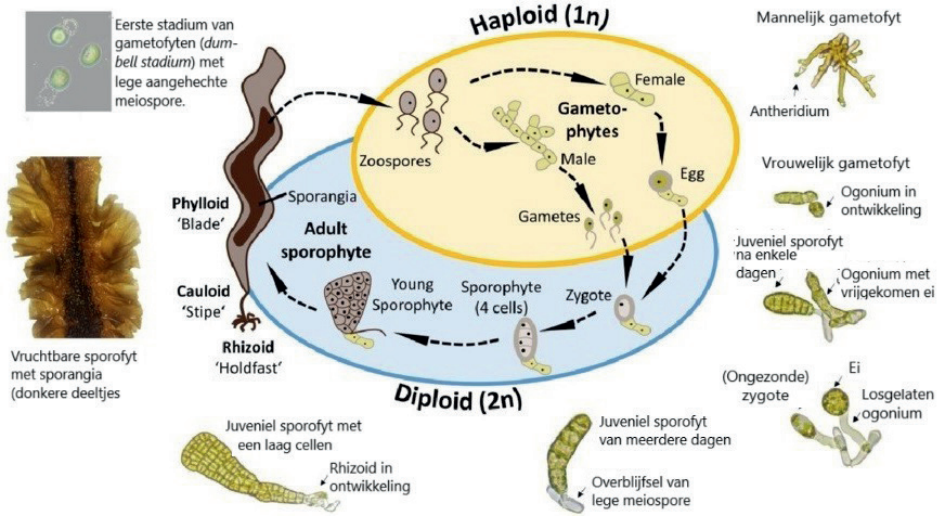

Fig. 3: Levenscyclus van ***Saccharina latissima*** met een diploïde (blauw) en een haploïde (geel) fase [5]. Volwassen sporofyten (2n) geven zoösporen af, die uitgroeien tot vrouwelijke of mannelijke gametofyten (1n). Vrouwelijke gametofyten geven eieren (1n) vrij; mannelijke gametofyten geven gameten (1n) vrij. Het ei en de gameten versmelten tot een zygote (2n), die vervolgens uitgroeit tot een sporofyt (2n). Foto van de sporofyt: S. Forbord. Microscopische foto's en beschrijving: I. Bartsch.

Loopbaan van Klaas Timmermans

Klaas Timmermans (1959) richt zich sinds 2012 op het diepgaand onderzoeken van de rol van zeewier in mariene ecosystemen. Tevens bestudeert hij hoe zeewierbiomassa, zowel natuurlijk als gekweekt, kan bijdragen aan toekomstige duurzame voedsel- en energiebronnen.
Timmermans studeerde biologie aan de Universiteit van Amsterdam, waar hij aansluitend promoveerde op onderzoek naar de effecten van zware metalen op de larven van dansmuggen (Chironomidae). Na zijn promotie in 1991 trad hij in dienst bij het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) op Texel. Daar werkte hij als eerste onderzoeker binnen de afdeling Mariene Chemie en Geologie. Hier verdiepte hij zich onder andere in de invloed van ijzerdepletie op arctische ecosystemen en de impact daarvan op de populatiedynamiek van wieren.
In 2011, na de promotie van een collega tot directeur van het NIOZ, werd Timmermans gevraagd zich te specialiseren in zeewieren bij de afdeling Biologische Oceanografie. Dit leidde tot de oprichting van het Zeewiercentrum, dat op 14 april 2014 officieel werd geopend door de koning. In 2016 werd een deel van dit centrum verplaatst naar Yerseke en geïntegreerd in de afdeling Estuariene en Delta Systemen, dat Timmermans sindsdien leidt.
In 2014 werd Timmermans benoemd tot honorair hoogleraar Marine Plant Biomassa aan de Universiteit van Groningen (Faculteit Science en Engineering). Momenteel begeleidt hij zes promovendi en een postdoc.

Vermeerdering van zeewier

In tanks kunnen zowel de *diploïde sporofyten* worden gekweekt in zuivere (klonale) lijnen, maar ook de *haploïde gametofyten* laten zich doorkweken. Het kweken van *Saccharina latissima* (suikerwier) begint met het verzamelen van volwassen *sporofyten* (Fig. 3). Deze worden onder specifieke omstandigheden gestimuleerd om sporen af te geven die zich ontwikkelen tot mannelijke of vrouwelijke gametofyten. Deze gametofyten kunnen op hun beurt worden aangezet om zaad- respectievelijk eicellen te vormen. De bevruchte eicellen (zygoten) groeien vervolgens uit tot jonge *sporofyten* die op touwen of kabels geplaatst kunnen worden om zich te hechten. Zodra ze stevig vastzitten, worden de lijnen overgebracht naar de zee waar het wier verder groeit totdat het wordt geoogst. Het is evident dat groeiend wier in zee nutriënten (stikstof, fosfor, mineralen, kooldioxide) opneemt en met zonne-energie omzet in plantaardige biomassa.

De Noordzee bemesten om voldoende wier te produceren: ik zie het niet gebeuren

Zuivere lijnen van *sporofyten* met goed beschreven eigenschappen zijn natuurlijk bijzonder interessant als uitgangspunt van nieuwe “rassen” van die wiersoort. Het is ook handig dat technieken zijn ontwikkeld om *gametofyten* in kweek te vermeerderen en zelfs seksratio’s te beïnvloeden voor optimale re-

productie [7]. Immers, door slim combineren van gametofytlijnen kan *heterosis* (of ook wel *"hybrid vigor"* genoemd) compenseren voor het nadeel dat selectie op één eigenschap (bijvoorbeeld opbrengst aan eiwit) vaak tot inteelt zal leiden. Inteelt maakt gewassen minder robuust dan de wilde voorouders en daarmee vatbaarder voor ziekten en plagen. Publicaties uit Timmermans groepen tonen dat zij op de gebieden 1, 2 en 3 van de lijst baanbrekend onderzoek doen.

Meer onderzoek door Timmermans c.s.

Vervolgens komen we te spreken over zijn werk aan de stoffen die in zeewier zitten, zoals het umami gehalte, de "vijfde smaak", van verschillende wieren [8]. Die smaak wordt vooral veroorzaakt door vrij glutamaat en in mindere mate aspartaat, glycine en cysteïne. Deze aminozuren komen vrij voor in het celvocht van wieren, of worden vrijgemaakt tijdens de bereiding. Timmermans legt uit dat de kweek van wieren van groot commercieel belang kan worden voor de productie van smaakstoffen en aroma's en dat we misschien ook minder moeten denken aan de directe consumptie van wieren, maar ze gaan tegenkomen in het vegetarisch menu van de toekomst. Zo werkte zijn groep bijvoorbeeld ook aan een snelle en simpele spectroscopische methode om de biochemische samenstelling van wieren vast te stellen [6]. Zo'n methode is een hulpmiddel bij de selectie van potentiële kandidaten voor commerciële kweek en straks vast essentieel bij de selectie van veelbelovende lijnen in het veredelingsonderzoek.

Anderen in zijn onderzoeksprojecten zoeken naar methoden om de inhoud van de wiercellen makkelijker te extraheren door een combinatie van mechanische destructie (malen) met enzymatische bewerking. Hier zien we weer dat wieren behoorlijk verschillen van landplanten, doordat ze geheel andere celwand-polysachariden vormen. Timmermans: "Enzymen om celwanden van landplanten op te lossen koop je zo van de plank, maar die zijn maar zeer beperkt bruikbaar bij het bewerken van de complexe polysachariden van wieren." En natuurlijk, een wier mag dan wel 20% eiwit vormen, als je dat er niet uit kunt krijgen, heb je nog niks. "Wieren verteren helemaal in de zee, dus daar zullen die enzymen ook commercieel vandaan gehaald moeten worden. Er valt nog veel te ontdekken"

Bronnen

1. Jansen, van der Burg, van Duren, Kamermans, Poelman, Steins N, Timmermans, 2023. Food for Thought: A realistic perspective on the potential for offshore aquaculture in the Dutch North Sea. *J. Sea Research* 191: 102323
2. Vincent, Stanley, Ring, 2020. H*idden champion of the ocean: Seaweed as a growth engine for a sustainable European future*. Seaweed for Europe
3. North Sea Farmers, 2021. FACTSHEET: Market potential of European, cultivated seaweeds for food applications.
4. Jared Diamond (1997) *Guns, Germs and Steel.* Jonathan Cape (ed) 494 pp
5. Diehl et al., 2023. *The sugar kelp Saccharina latissima I: Recent advances in a changing climate.* https://doi.org/10.32942/X2W59T
6. Derksen et al., 2023. ATR-FTIR spectroscopy combined with multivariate analysis as a rapid tool to infer the biochemical composition of Ulva laetevirens (Chlorophyta). *Fr. Marine Sci.* 10: 2023. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1154461
7. Ebbing et al., 2021. In-Culture Selection and the Potential Effects of Changing Sex Ratios on the Reproductive Success of Multiannual Delayed Gametophytes of *Saccharina latissima and Alaria esculenta. J. Mar. Sci.* Eng. 9: 1250. https://doi.org/10.3390/jmse9111250
8. Moerdijk-Poortvliet et al., 2022. Extraction and analysis of free amino acids and 5'-nucleotides, the key contributors to the umami taste of seaweed. *Food Chemistry* 370: 131352
9. UNCTAD, 2024. *An Ocean of Opportunities.* UNCTAD/DITC/TED/2024/1