

University of Groningen

## C in the sea

Janse, Ingmar

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2000

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Janse, I. (2000). C in the sea: Production and microbial breakdown of Phaeocystis polysaccharides s.n.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

## Samenvatting

In dit proefschrift wordt een bijdrage geleverd aan onze kennis van de aard en hoeveelheid van organisch materiaal in de zee, en van de rol die mariene organismen spelen in de vorming en omzettingen ervan.

De interesse in marien organisch materiaal komt voort uit de belangrijke rol die dit materiaal speelt in de koolstofcyclus in zee. Deze koolstofcyclus heeft onder meer grote invloed op de CO<sub>2</sub> concentratie in de atmosfeer en daarmee op het versnelde broeikaseffect. Ook is kennis van de rol van organisch materiaal in de mariene koolstofcyclus noodzakelijk voor een goed begrip van het 'voedselweb', en daarmee van de dierlijke productie, in zee. Uiteindelijk is immers het dierlijk leven in zee afhankelijk van organisch materiaal gevormd door autotrofe organismen (voornamelijk eencellige microalgen) aan de basis van het voedselweb. Microalgen zijn verantwoordelijk voor ongeveer de helft van de primaire productie (organisch materiaal gevormd door autotrofe organismen) op aarde.

Opbouw van organisch materiaal door middel van fotosynthese door algen, en afbraak van dit organisch materiaal tot CO<sub>2</sub> en anorganische nutriënten door bacteriën, zijn centrale processen in de mariene koolstofcyclus. Nadat het gevormd is, kan met de primaire productie een aantal dingen gebeuren. Het overgrote deel wordt snel weer afgebroken en vormt zo de koolstof- en energiebron voor het mariene voedselweb. Vandaar dat microalgen als het 'gras van de zee' beschouwd kunnen worden. Aan de basis van het voedselweb wordt particulier organisch materiaal voornamelijk begraasd door zooplankton, dat vervolgens het begin vormt van een voedselketen van steeds grotere dieren. Deze route waarin organisch materiaal verwerkt wordt heet de 'begrazingsvoedselketen'. Opgelost organisch materiaal gaat niet verloren maar kan door bacteriën opgenomen worden, gemiddeld gaat dit om ongeveer de helft van de primaire productie. Via de 'microbiële lus' kan dit organisch materiaal dan weer terecht komen in de bovengenoemde begrazingsvoedselketen. Als organisch materiaal niet opgenomen wordt door mariene organismen kan het aggregeren en als partikels naar de zeebodem zinken, of het kan als gevolg van fysische processen naar de diepzee getransporteerd worden en daar in opgeloste vorm aanwezig blijven. Door dit verticale transport kan organische koolstof behoed worden voor afbraak waardoor het voor langere tijd onttrokken wordt aan de koolstofcyclus. De hoeveelheid organisch materiaal die verwerkt wordt in elk van de beschreven routes (begrazingsvoedselketen, microbiële lus, bezinken partikels en opslag opgelost organisch materiaal), wordt voornamelijk bepaald door de mate waarin het materiaal gebruikt kan worden door de verschillende organismen in het mariene voedselweb.

Een aanzienlijk deel van de primaire productie in zee bestaat uit uitscheidingsproducten van microalgen, welke voor een deel complexe, niet gemakkelijk af te breken polymeren zijn. De vorming van algenpolymeren en het vermogen van bacteriën om deze te gebruiken, zijn dan ook belangrijke factoren die het lot van de mariene primaire productie bepalen. Een interessante en substantiële bron van complexe algenpolymeren in de zee is afkomstig van de microalg *Phaeocystis*. Tijdens voorjaarsbloeien produceert deze eencellige alg enorme hoeveelheden mucopolysacchariden. Deze vormen een schil van mucus met hierin duizenden cellen ingebed waardoor kolonies ontstaan (tot 2 cm doorsnede). Na de bloei kan een aanzienlijk deel van het geproduceerde mucus in het sediment belanden of aanspoelen als

## Samenvatting

schuim op het strand, dit duidt er op dat de mucus niet meteen afgebroken wordt. *Phaeocystis* vormt aldus een goed model voor het bestuderen van de productie, omzettingen en het lot van complexe polysacchariden in zee. In de afgelopen decennia is een aanzienlijke hoeveelheid onderzoek gedaan naar de rol die *Phaeocystis* bloeien spelen in het mariene ecosysteem. Eén aspect van de bloeien dat aandacht kreeg, is het vermogen van *Phaeocystis* om het gehele ecosysteem te domineren. Een andere aspect van de bloeien waarop studies zich richtten is het lot van de grote hoeveelheid organisch materiaal dat door de alg uitgescheiden wordt. Echter, van een aantal facetten van *Phaeocystis* bloeien waren de gegevens nog onvolledig, speculatief of tegenstrijdig. Het in dit proefschrift beschreven onderzoek richtte zich op deze hiaten in de bestaande kennis, die vooral betrekking hadden op de aard van het mucus en op de processen die het transport en de omzetting ervan bepalen. De doelstellingen van het onderzoek waren opheldering van de samenstelling en van de afbreekbaarheid van (met name mucus-vormende) *Phaeocystis* polysacchariden. De chemische eigenschappen van mucus en de rol ervan als substraat voor bacteriën kunnen verklaringen vormen voor waarnemingen die herhaaldelijk tijdens bloeien zijn gedaan, zoals de variatie in hoeveelheid met kolonies geassocieerde bacteriën door de bloei heen, en het ophopen van organisch materiaal na de bloei.

Polysacchariden vormen het grootste deel van het organisch materiaal dat op aarde geproduceerd wordt. Het zijn macromoleculen, opgebouwd uit ketens van monosacchariden. Een beeld van de structuur en eigenschappen van polysacchariden kan verkregen worden door opheldering van de aard en relatieve hoeveelheden van de samenstellende monosacchariden. *Phaeocystis* mucuspolysacchariden bleken complexe polysacchariden, opgebouwd uit een relatief groot aantal monosacchariden in een voor *Phaeocystis* typische samenstelling. De samenstelling van mucuspolysacchariden veranderde niet door de bloei heen, ook bleek er tussen bloeien op verschillende plekken nauwelijks verschil te bestaan (hoofdstuk II). In studies met algencultures werden aanwijzingen gevonden dat de variatie meer het gevolg is van omgevingsfactoren dan van (genetische) verschillen tussen stammen. Het al dan niet aanwezig zijn van bacteriën in algencultures had geen invloed op de hoeveelheid of samenstelling van de geproduceerde mucopolysacchariden (hoofdstuk III). Er werd aangetoond dat de waargenomen variatie in de bijdrage van één van de monosacchariden -glucose- verklaard kan worden door de aanwezigheid van een tweede type polysaccharide in *Phaeocystis*. Dit polysaccharide zit in de cel, is opgebouwd uit alleen glucosemonomeren en heeft een functie als reservestof. De aanwezigheid ervan heeft consequenties voor het overleven van de alg in zee (hoofdstuk IV). Bij analyses van de samenstelling van *Phaeocystis* polysacchariden moet er dus rekening mee gehouden worden dat glucose afkomstig kan zijn van twee types polysacchariden met een geheel verschillende structuur en functie. Om te bestuderen of de complexe mucuspolysacchariden afgebroken kunnen worden door bacteriën, werd *Phaeocystis* mucus dat verzameld werd tijdens voorjaarsbloeien in de Noordzee en in de Balsfjord (Noorwegen) zodanig behandeld dat er microbiologische afbraakexperimenten mee gedaan konden worden (hoofdstuk V). In deze proeven met ophopingscultures werd bestudeerd of bacteriën uit de zee kunnen groeien met gebruikmaking van *Phaeocystis* mucus als enige voedselbron. De mucuspolysacchariden bleken afbreekbaar, zowel in aanwezigheid als in afwezigheid van zuurstof. Ook nadat *Phaeocystis* mucuspolysacchariden in zuurstofloze sedimentlagen belanden, kunnen ze dus afgebroken worden. Hoewel de afbraaksnelheid een stuk lager was dan die van minder complexe polysacchariden, bleek deze snelheid hoog genoeg om afbraak in de tijdsduur van een typische bloei in de zee mogelijk te maken. Nadat een deel van de mucus afgebroken was, bleek in ophopingscultures de afbraaksnelheid af te nemen en tenslotte bijna tot stilstand te

komen. De samens  
tegen een eerste af  
langzaam afbreekb  
consequenties hebb  
bacteriën bleek de  
Kortom, hoewel *Phaeocystis*  
waarschijnlijk nie  
sediment belandt.  
grote rol spelen. D  
zulke cultures zijn  
een verbinding is n  
beeld te krijgen we  
gedaan om rein  
mucuspolysacchari  
Dit bleek echter ni  
geslaagd op een i  
verantwoordelijk z  
inhibitie van a  
identificatietechnie  
bleek tijdens de af  
De karakteris  
microalgenpolysac  
bacteriën, leveren  
koolstofcyclus aan  
of de gevonden af  
invloeden deze sn  
van met kolonies g  
uitwijzen of de  
mucopolysacchari  
studies aanwijzing  
de mucopolysaccl  
mucus na bloeien  
behulp van labels

komen. De samenstelling van mucuspolysacchariden tijdens de afbraak bleef gelijk; dit pleit tegen een eerste afbraak van makkelijk afbreekbare stukken, gevolgd door het ophopen van langzaam afbreekbare (refractaire) delen. Ophoping van refractaire fragmenten zou grote consequenties hebben voor het lot van mucus in de zee. Productie van remmende stoffen door bacteriën bleek de afnemende afbraaksnelheid in de ophopingscultures te kunnen verklaren. Kortom, hoewel *Phaeocystis* mucus niet snel afbreekbaar is, is de structuur van het materiaal waarschijnlijk niet de belangrijkste oorzaak dat het na voorjaarsbloeiën ophoopt en in het sediment belandt. Andere omstandigheden, met name nutriëntenlimitatie, kunnen ook een grote rol spelen. De afbraakstudies werden uitgevoerd met behulp van ophopingscultures. In zulke cultures zijn meerdere soorten bacteriën aanwezig en een proces zoals de afbraak van een verbinding is niet toe te schrijven aan de activiteit van een bepaalde bacterie. Om toch een beeld te krijgen welke bacteriën een essentiële rol spelen in de afbraak werden eerst pogingen gedaan om reincultures (één soort bacterie in een culture) die in staat zijn mucuspolysacchariden af te breken te isoleren vanuit de ophopingscultures (hoofdstuk VI). Dit bleek echter niet te lukken met de hiervoor beschikbare methodes. Desondanks werd erin geslaagd op een indirecte manier een aantal bacteriën te identificeren die waarschijnlijk verantwoordelijk zijn voor de afbraak. Hiertoe werd gebruik gemaakt van de gevonden inhibitie van afbraak bij verhoogde temperatuur in combinatie met DNA identificatietechnieken. De samenstelling van de microbiële populatie in de ophopingscultures bleek tijdens de afbraak nauwelijks te veranderen.

De karakterisatie van de afbraak van een in zee belangrijk complex microalgenpolysaccharide, en de identificatie van de daarvoor verantwoordelijke mariene bacteriën, leveren een nieuwe bijdrage aan het inzicht in het functioneren van de mariene koolstofcyclus aan de basis van het voedselweb. Toekomstig onderzoek zal moeten uitwijzen of de gevonden afbraaksnelheden ook relevant zijn voor de natuurlijke situatie, en door welke invloeden deze snelheden beperkt worden. Ook zal onderzoek naar de identiteit en dynamiek van met kolonies geassocieerde bacteriën in cultures en veldmonsters van *Phaeocystis* moeten uitwijzen of de geïdentificeerde bacteriën ook betrokken zijn bij de afbraak van mucopolysacchariden in de nabijheid van levende algen. Mogelijk kunnen in dergelijke studies aanwijzingen gevonden worden dat de associatie tussen *Phaeocystis* en bepaalde bij de mucopolysaccharide afbraak betrokken bacteriën specifiek is. Het lot van *Phaeocystis* mucus na bloeien kan nader onderzocht worden door het geproduceerde mucus te volgen met behulp van labels gericht tegen de mucopolysacchariden.