

Ofschoon ze moeilijk te kweken zijn, kunnen sponzen ons nog mooie diensten bewijzen



*De Haliclona fascigera leeft in de Indonesische archipel. In deze regio zijn de meeste, nog niet wetenschappelijk beschreven sponzenpopulaties te vinden omdat de biodiversiteit hier zo enorm groot is en sponzen zich in ondiepe tropische zeeën heel goed thuisvoelen.*

## Van spons tot pil

Van alle mariene organismen lijken sponzen voor toepassingen in de geneeskunde het meest veelbelovend. Bio-actieve stoffen die ze inzetten in hun strijd om het bestaan blijken ook werkzaam te zijn tegen onder meer kanker en virussen zoals hiv. Maar het kweken van 'sponsbiomassa' is complexer dan gedacht. Het kweken van sponscellen in laboratoria bezorgt biotechnologen tot nog toe een hoop hoofdbreken. De spons mag dan wel de oudste en simpelste vorm van meercellig dierlijk leven zijn, het dier is eigenzinnig en qua milieu en dieet bijzonder veeleisend.

**N**et zoals koraaldiertjes, handhaven veel sponzen zich tegenover hun vijanden door giftige stoffen te produceren. Chemische oorlogvoering is voor deze sessiele (in het volwassen stadium vastzittende) en daardoor kwetsbare dieren dé manier om belagers op afstand te houden, om lichaamsvreemde bacteriën en schimmels het hoofd te bieden. De bio-actieve stoffen die sponzen ter verdediging produceren (secundaire metabolieten die verwant zijn aan voor de gewone levensprocessen noodzakelijke stoffen) blijken nu ook bruikbaar te zijn voor medische toepassingen. Maar liefst tien procent van de gescreende sponzen blijkt stoffen met een positieve cytotoxische activiteit (giftig voor cellen) te bevat-

ten. Die kunnen worden ingezet bij de bestrijding van kanker. Voor andere zee-organismen ligt het percentage een stuk lager, op zo'n twee procent. Maar in het algemeen geldt voor mariene organismen dat ze voor nieuwe medische toepassingen meer te bieden hebben dan dieren, planten en micro-organismen die aan land leven.

Al in de jaren vijftig werd een door een spons aangemaakte cytotoxische stof met voor de mens interessante medicinale eigenschappen ontdekt. De twee Amerikaanse onderzoekers Bergmann en Feeney van Yale University maakten melding van spongothymidine, een stof uit de spons *Cryptotethya crypta* (inmiddels is de spons herdoopt tot *Tectitethya crypta*) uit het Caribisch gebied.

Ara-A is de synthetische versie van een stof die sterk lijkt op het originele spongothymidine en is als antiviraal middel op de markt tegen herpes (koortslip). Later volgden het kankerremmende Ara-C en het antivirale AZT. Avarol, afkomstig uit de Middellandse Zeespons *Dysidea avara*, wordt gebruikt in een huidcrème. Avarol is ook werkzaam gebleken tegen kanker en virussen waaronder hiv. Aan een synthetische versie van Discodermolide, afkomstig uit de zeldzame Caribische spons *Discodermia dissoluta* en werkzaam tegen kanker, wordt gewerkt.

Behalve tegen kanker en virussen hebben bepaalde sponsmetabolieten op experimentele schaal bewezen ook werkzaam te zijn als ontstekingsrem-

## SPONZENSOORTEN

De spons is het oudste en meest primitieve meercellige dier dat nu op aarde leeft. Het oudste dierlijke fossiel is afkomstig van een glasspons van 580 miljoen jaar oud. Sponzen hebben overigens wel meer fossiele records op hun naam staan. De soorten die nu voorkomen leefden 150 miljoen jaar geleden al. 'Doordat de sponzen het al bij hun ontstaan moesten hebben van een goed skelet van kiezel of kalk, zijn de eerste sponzen niet veel ouder dan de oudste fossielen,' zegt Rob van Soest, sponzenbioloog bij het Zoölogisch Museum Amsterdam (ZMA) en een van de auteurs van de recent uitgekomen 'sponzenbijbel' *Systema Porifera*. In het uit twee delen bestaande boekwerk zijn meer dan zeventien duizend sponzen beschreven. 'Geschat wordt dat er wereldwijd vijftienduizend soorten voorkomen. De grootste nog niet beschreven populaties zijn waarschijnlijk te vinden in de Indonesische archipel, omdat de biodiversiteit van mariene organismen daar zo enorm groot is en sponzen zich in ondiepe tropische zeeën heel goed thuis voelen.' Tot op heden zijn de sponzenpopulaties van het Caribisch gebied, de Middellandse Zee en de Britse eilanden het best in kaart gebracht. Van meer recente datum is het onderzoekswerk in de gebieden rond Madagascari, Nieuw-Zeeland, Sri Lanka, Japan en de Indonesische archipel.

'Fossiele sponsriffen vinden we onder andere in China, Australië, Zweden en Duitsland,' zegt Van Soest. 'De belangrijkste sponsrifbouwers waren de Stromatoporen en Lithistiden. Er zijn nu nog levende sponzen die van deze groepen afstammen, maar ze hebben hun rifbouwende eigenschappen verloren en we vinden ze nu vooral in onderzeese

grotten. Nadat 248 miljoen jaar geleden, aan het eind van het Perm, de omstandigheden op aarde radicaal veranderden en meer dan zesennegentig procent van alle plant- en diersoorten uitstierf, heeft koraal de plaats van sponzen als belangrijkste rifbouwers ingenomen.'

Het phylum Porifera (sponzenrijk) is een grote stam binnen het dierenrijk, dat in totaal vijfendertig stammen bevat (de mens wordt gerekend tot de stam van de Chordata). De spons was de eerste evolutionaire aftakking binnen het dierenrijk. Van Soest: 'Dankzij het moderne DNA-onderzoek zijn we erachter gekomen dat een groep kalksponzen die zich pas later heeft afgesplitst, evolutionair meer verwant blijkt te zijn met de rest van de dieren dan met de oudere, eerder afgesplitste sponzen.'

Het rijk (of stam) van de sponzen is ingedeeld in drie (levende) subgroepen: de Demospongiae (hoornsponzen), de Calcarea (kalksponzen) en de vooral in de diepzee voorkomende Hexactinellidae (glassponzen). Tot een vierde subgroep behoren de uitgestorven Archaeocyatha, die tussen de zes- en vijfhonderd miljoen jaar geleden leefden.

De Demospongiae zijn verreweg de grootste groep. Van de zeventien duizend beschreven sponzen zijn er vijfduizend die tot deze groep worden gerekend, waaronder de ons bekende badspons (*Spongia officinalis*), die geen kiezel bevat en daardoor zacht is. De meeste Demospongiae bevatten zowel kiezel als spongine, een soort collageen (een lijmachtige vezel). Afhankelijk van de verhouding tussen kiezel en collageen zijn de sponzen harder of zachter.

Kalksponzen hebben een skelet van kalknaalden (calciumcarbonaat). Veel kalksponzen hebben één centrale uitstroomopening. Bij glassponzen, die vooral in de diepzee leven, is het skelet opgebouwd uit kiezelnaalden (siliciumdioxide). Er zijn circa honderd twintig zoetwatersponzen. Die worden allemaal tot de groep Demospongiae gerekend. Maar al deze soorten hebben volgens Van Soest maar één gemeenschappelijke voorouder. Ooit heeft dus maar één spons de overstap gemaakt van zout naar zoet water.

De sponzenverzameling van het Zoölogisch Museum Amsterdam omvat vijfhonderd zogeheten 'type-exemplaren' (holotypen) die voor taxonomen dienen als ijkpunt bij de beschrijving en naamgeving van nieuw gevonden soorten. In totaal heeft het museum twintigduizend monsters die samen ongeveer tweeduizend soorten vertegenwoordigen. Deze worden bewaard op alcohol, waardoor ze lang geconserveerd blijven maar wel hun kleur verliezen.

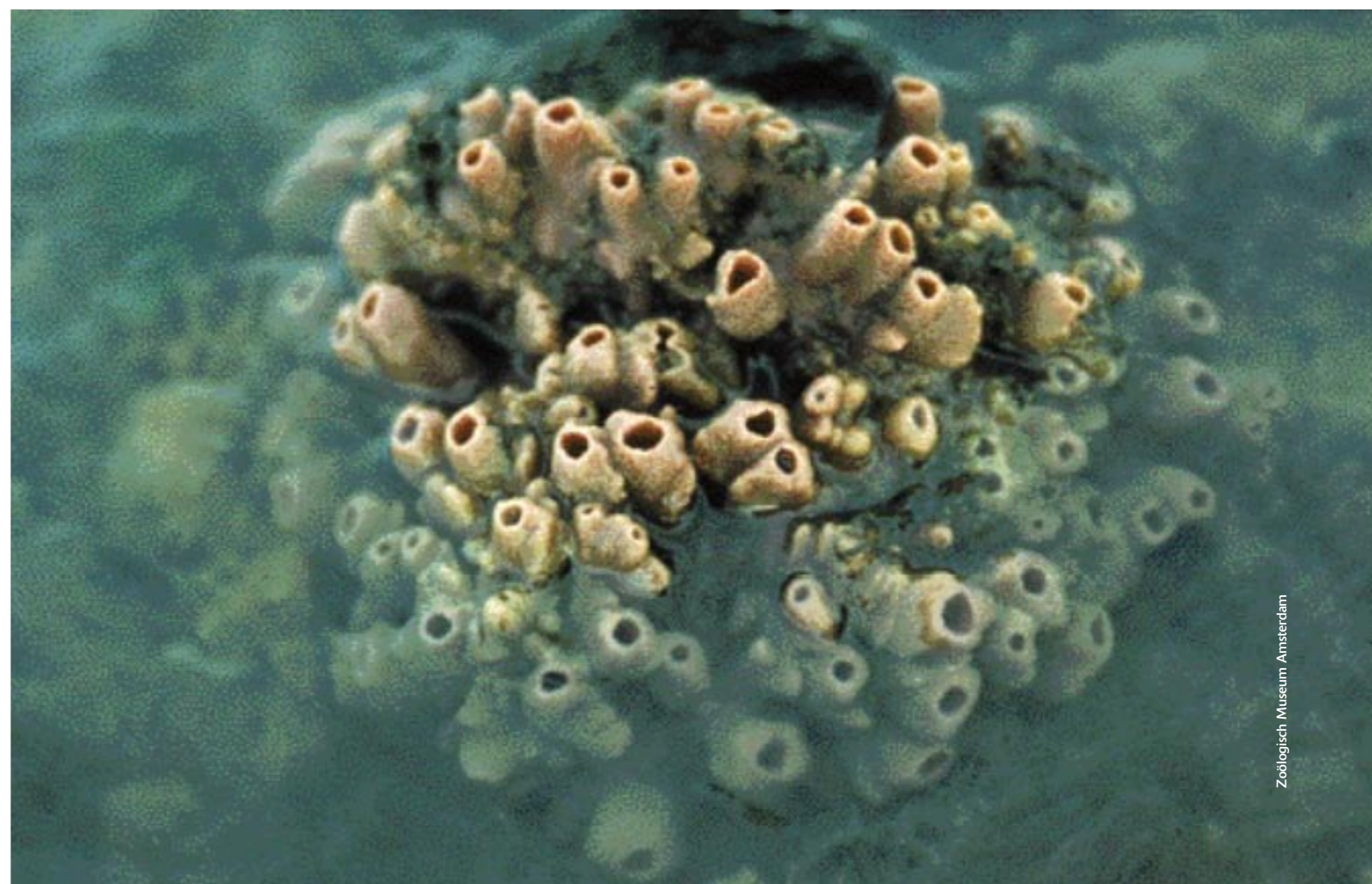
De collectie, waarmee al in 1838 een start werd gemaakt, dient als basis voor wetenschappelijk en toegepast (farmaceutisch) onderzoek. De focus van de Amsterdamse collectie ligt op Nederland en, vanwege de historische banden, op het Caribische gebied (Nederlandse Antillen) en Indonesië. Van Soest: 'Het wordt er niet makkelijker op nieuwe monsters uit het buitenland te halen. Landen zijn zich in toenemende mate bewust van hun bezit aan natuurlijke rijkdommen.' Het ZMA is onderdeel van de Universiteit van Amsterdam en werkt intensief samen met het Naturalis in Leiden en de Université Libre in Brussel.

(of algen) kunnen een prima alternatief zijn voor de giftige maar nog altijd veel gebruikte chemische middelen zoals organotinverbindingen. In een aantal landen is het gebruik van tributyltin wegens de schade aan andere schelpdieren aan banden gelegd.

Het is niet zo verwonderlijk dat een spons tegen de aangroei van allerlei zeebeestjes gif produceert. Om te overleven moet de spons er immers voor zorgen dat de poriën onbedekt blijven. Sponzen kiezen overigens niet altijd voor een chemische oplossing. Sommige soorten leven in symbiose met een worm die de filterverstoppingen wegvreet. Symbiose is overigens een samenlevingsvorm die bij sponzen veel voorkomt. Soms staan in de spons wonende bacteriën in voor de biosynthese van medisch interessante stoffen. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de Australische spons *Dysidea herbacea*. De in deze spons wonende bacterie (symbiont) zorgt voor de biosynthese van een antibioticum.

## NATUURLIJK OOGSTEN IS GEEN OPTIE

*De Haliclona xena is een inheemse soort en komt voor in de Zeeuwse wateren. Als bron voor medicijnen zijn inheemse sponsensoorten meestal niet interessant.*



Ondanks de veelbelovende onderzoeksresultaten, zijn er nog maar weinig medicijnen op basis van sponsmetabolieten op de markt. De belangrijkste verklaring hiervoor is de beperkte beschikbaarheid van 'sponsbiomassa'. Doordat de dieren zeer verspreid en slechts in kleine populaties op de zeebodem voorkomen, is oogsten van in het wild levende exemplaren geen optie. Natuurlijk oogsten zou bovendien geen duurzame oplossing zijn en de farmaceutische industrie geen constante aanvoer garanderen. Bovendien zijn voor de ontwikkeling van een medicijn relatief grote hoeveelheden werkzame stoffen nodig, terwijl in een spons de secundaire metabolieten slechts in zeer kleine hoeveelheden aanwezig zijn.

Daarom zoeken wetenschappers wereldwijd naar technieken om sponscellen kunstmatig te kweken door middel van in-vitrotechnieken (cel- en weefselkweek). In het Europese SPONGE-project (Technology for the Production of Health Related Substances by Marine Sponge) is de voorbije drie jaar voor vier sponssoorten (*Suberitus domun-*

*cula*, *Dysidea avara*, *Geodia cydonium* en *Cacospongia scalaris*) gewerkt aan het ontwikkelen van methodes om onder laboratoriumcondities sponsbiomassa te maken. Bij in-vitrotechnieken wordt de spons eerst door een filter geperst, waarna de gedissocierde celmassa, om micro-organismen te doden, met antibiotica wordt behandeld. Vervolgens kunnen de verschillende celtypes uit de celmassa met behulp van centrifugetechnieken worden gescheiden. Zo kan bijvoorbeeld een celsuspensie worden verkregen die uitsluitend uit de onipotente archaeocyten bestaat.

Een oplossing met verschillende types sponscellen erin kan zich weer helemaal reorganiseren en tot een nieuwe spons uitgroeien. Dat is niet het geval wanneer losse sponscellen in suspensie worden gehouden, bijvoorbeeld in een oplossing van calcium-magnesiumvrij zeewater. Zo wordt voorkomen dat de cellen zich aan elkaar kunnen hechten. Sponscellen in suspensie blijven wel in leven, maar ze vervullen zich niet en zijn dus niet bruikbaar voor de productie van sponsbiomassa.



Zoologisch Museum Amsterdam

*De Oceanapia ramsayi vinden we in de Indische en de Grote Oceaan. Het grootste deel van het dier groeit in de bodem. Dit is typisch voor het geslacht Oceanapia.*

Sponscellen die niet in suspensie worden gehouden en dus wel de mogelijkheid hebben samen te klonten, blijken uit te groeien tot een celklompje, een zogeheten primmorph. Primmorphen worden meestal opgekweekt uit celsuspensies met daarin verschillende celtypen. De kweek van primmorphen – die, omdat het niet om losse cellen gaat, overigens niet als celkweek maar als een soort weefselkweek wordt beschouwd – stuit echter op twee problemen. Ondanks sterilisatie en behandeling met antibiotica ontstaan in vrijwel alle experimenten hernieuwde verontreinigingen met bacteriën en andere micro-organismen, met name schimmels. Ook

de voeding verloopt niet probleemloos. Biotechnologen weten nog altijd niet wat het dieet is waarmee primmorphen het beste gedijen. Ondanks deze problemen worden voor de productie van avarol momenteel toch nog primmorphen van *Dysidea avara* gekweekt.

### KWEKEN IN ZEE

‘In de loop van het SPONGE-project zijn we voorzichtig teruggekomen op de mogelijkheden van kweek van sponsbiomassa door middel van primmorphen,’ zegt Ronald Osinga, onderzoeker bij de vakgroep Mariene Biotechnologie van de Wageningen UR. ‘Een aantal partijen die aan het project deelnamen richten zich nu weer meer op de klassieker methodes van maricultuur en aquacultuur.’ Maricultuur is kweek van hele sponsdieren in zee, dus onder natuurlijke condities; aquacultuur houdt in dat hele sponzen onder gecontroleerde condities in een gesloten systeem worden gekweekt. (De twee termen worden overigens vaak door elkaar gebruikt: denk aan aquacultuur van kweekzalm in zeeën en meren.)

Al in de negentiende eeuw werden in Middellandse Zeelanden als Griekenland en Italië badsponzen gekweekt door middel van maricultuur. Maricultuur van badsponzen gebeurt onder meer op de Fiji-eilanden en in de Verenigde Staten. In Florida is er in de omgeving van Tampa badsponzenvisserij voor toeristische doeleinden. De kweek van

medicinale sponzen vindt nu vooral plaats in het kader van wetenschappelijk onderzoek. Australië en Nieuw-Zeeland lopen in deze ontwikkelingen voorop. Ook in Indonesië loopt een onderzoeksproject en in Europa zijn Italië, Frankrijk en Kroatië ermee bezig.

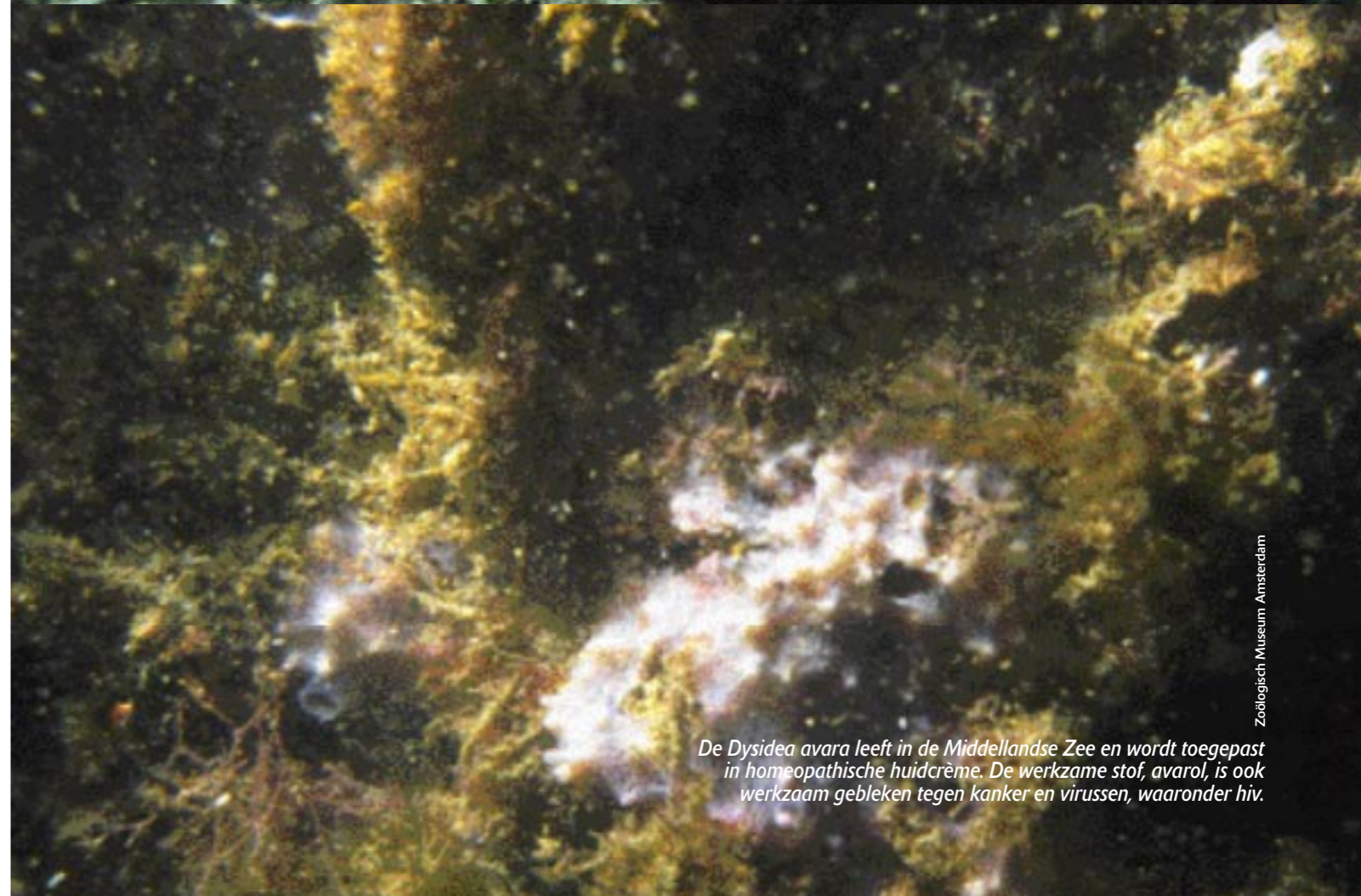
Osinga: ‘Door de hoge eisen die sponzen stellen, voldoet maricultuur relatief goed. Belangrijke nadelen van maricultuur zijn echter de kwetsbaarheid voor ziekten, natuurrampen (zoals olierampen) en de afhankelijkheid van de seizoenen. Bovendien kun je maricultuur alleen toepassen voor sponssoorten die van nature in het gebied voorkomen. Dat betekent dat wij in de Noordzee en de Zeeuwse wateren alleen de inheemse sponzen zouden kunnen kweken, maar die zijn voor medische doeleinden niet interessant. Als ideale kweekmethode voor medicinale sponzen denken we daarom aan zogeheten ‘land based aquacultuur’.

Die kweekmethode houdt in dat we hele sponzen in grote bakken met kunstmatig zeewater (water waaraan een zoutoplossing is toegevoegd) plaatsen. Factoren zoals temperatuur en zuurgraad worden gecontroleerd. Aquacultuur biedt het voordeel dat je het hele jaar door het natuurlijke groeiseizoen kan nabootsen. Je kunt je voorstellen dat de aanmaak van secundaire metabolieten, zoals bepaalde antibiotica, sterk door stressfactoren en het seizoen wordt beïnvloed. Door de gecontroleerde



Zoologisch Museum Amsterdam

*De Carteriospongia foliascens bevat scalaranen, bio-actieve stoffen met een ontstekingsremmend en cytotoxisch effect. Gezien de giftigheid voor vissen wordt aangenomen dat de spons deze stoffen produceert om zichzelf tegen vraat door vissen te beschermen.*



Zoologisch Museum Amsterdam

*De Dysidea avara leeft in de Middellandse Zee en wordt toegepast in homeopathische huidcrème. De werkzame stof, avarol, is ook werkzaam gebleken tegen kanker en virussen, waaronder hiv.*

## MEDICINALE SPONZEN

NAAM SPONS	VINDPLAATS	WERKZAME STOF	WERKT TEGEN/ALS
<i>Dysidea avara</i>	Middellandse Zee	avarol	huidziekten
<i>Lissodendoryx</i> sp.	Australië/Nieuw-Zeeland	halichondrine	kanker
<i>Discodermia dissoluta</i>	Florida	discodermolide	kanker
<i>Discoderma calyx</i>	Indische en Grote Oceaan	calyculine	kanker
<i>Agelas mauritiana</i>	Atlantische oceaan	agelasphine	kanker
<i>Petrosia contignata</i>	Papoea-Nieuw-Guinea	contignasterol	ontstekingsremmer
<i>Tectitethya crypta</i>	Caribische Zee	spongothymidine	antiviraal (herpes) (Ara-A)
<i>Luffariella variabilis</i>	Palau	manoalide	diagnostica
<i>Halichondria okadai</i>	Indische en Grote Oceaan	okadaic zuur	diagnostica
<i>Dysidea herbacea</i>	Australië	polybroombifenylether	antibiotica
<i>Geodia cydonium</i>	Middellandse Zee	2-5A synthase	antiviraal
<i>Cacospongia scalaris</i>	Middellandse Zee	scalarine	ontstekingsremmer



Ronald Osinga

Op de foto is een uitstroomopening (osculum) van een spons te zien. Per minuut kan een spons tienmaal zijn volume aan zeewater rondpompen. Via één centrale of enkele uitstroomopeningen stroomt het gefilterde water weer naar buiten.

mers en antibioticum, zouden ze effectief zijn bij de behandeling van de ziekte van Alzheimer, hart- en vaatziekten en malaria en kunnen ze worden ingezet in de medische diagnostiek. Het is overigens meestal niet zo dat de sponsmetabolieten rechtstreeks hun weg vinden naar medicinale toepassingen. In het farmacologisch onderzoek gaat het vooral om het zoeken naar nieuwe chemisch interessante (families van) stoffen.

### INGENIEUS FILTERSISTEEM

Sponzen komen overal ter wereld voor. De variatie in vorm en afmetingen is enorm. Er zijn sponzen die een volume hebben van enkele kubieke meters, maar veel soorten worden in het volwassen stadium niet groter dan enkele kubieke millimeters. Sponzen leven zowel in koud als warm water. In koude gebieden kunnen extreem grote, honderden jaren oude exemplaren voorkomen, maar het aantal soorten in koude

streken is veel beperkter dan in warmere gebieden. In ondiepe tropische zeeën, zoals in het Caribisch gebied, de Seychellen, Australië (het Groot Barrière Rif), Nieuw-Guinea en Madagascar komen veruit de meeste soorten voor.

Sponzen zijn de meest primitieve meercellige dieren en houden het midden tussen een kolonie (zoals koraal, dat uit afzonderlijke maar samenwerkende diertjes bestaat) en een individu. Een spons heeft geen gespecialiseerd spijsverteringsstelsel of zenuwstelsel, maar bestaat uit verschillende types cellen die verschillende functies kunnen uitoefenen. Vroeger werd wel verondersteld dat alle sponscellen zichzelf tot andere types cellen konden ombouwen. Voor één type sponscel is dat inderdaad het geval: de archaeocyte is een 'omnipotente' sponscel die veel taken op zich kan nemen. Andere types sponscellen hebben die eigenschap

in mindere mate: afhankelijk van de behoefte van het sponsorganisme kunnen ze andere functies gaan vervullen.

De sponscellen en het skelet vormen samen een ingenieus bouwwerk van kamertjes en kanalen. De Latijnse naam van het sponzenrijk (phylum Porifera) dankt de spons aan de duizenden poriën waarmee het dier met de buitenwereld in verbinding staat en het voedselrijke zeewater naar binnen zuigt. De zuigkracht wordt tot stand gebracht door de 'kraagcellen', die met hun zweephaartjes het water in beweging brengen. De kraagcellen filteren al het organisch materiaal uit het zeewater, zoals eencellige algen (onder meer diatomeeën), bacteriën en dood organisch materiaal en verteren dit. Ook nemen de cellen zuurstof op. Per minuut kan een spons tien keer zijn eigen volume aan zeewater rondpompen. Via één centrale of enkele uitstroomopeningen stroomt het gefilterde water weer naar buiten. Sommige sponzen hebben hun vorm te danken aan de gigantische uitstroomopeningen, zoals de vaasponzen die wijd verbreid zijn in het Caribische gebied.

Behalve de eerder genoemde medische toepassingen blijken sponsstoffen ook werkzaam te zijn als antifouling in coatings op wanden van zeeschepen waarmee de aangroei van algen en zeepokken wordt tegengegaan. Ook de netten van viskwekerijen in zee worden wel met antifoulingmiddelen behandeld. Antifoulingstoffen uit sponzen

groeiomstandigheden zijn we beter in staat te voldoen aan de producties die de farmaceutische industrie stelt.'

Met financiële ondersteuning van het Ministerie van Economische Zaken zoekt Osinga momenteel uit of een bedrijfsmatige aanpak van 'land based aquacultuur' voor de kweek van sponzen financieel haalbaar is. In het Biotechnion, waar de vakgroep Mariene Biotechnologie van Wageningen UR is gevestigd, staat een experimentele opstelling. In april reisde Osinga naar Istrië in Kroatië waar hij in de Adriatische Zee met collega-mariene biologen nieuwe exemplaren van onder meer *Dysidea avara* ging opduiken. Dit is een beschermd soort, maar door een samenwerkingsverband met de Kroatische verantwoordelijken kreeg hij een vergunning. Transport van sponzen naar Nederland was geen eenvoudige zaak omdat de dieren, die in zee zo'n vijftien tot tachtig

meter diep leven bij een constante temperatuur van veertien graden Celsius, onder deze condities moeten worden vervoerd. Osinga: 'Er zijn slechts enkele soorten die, door zichzelf met een slijmlaag te bedekken, enige tijd zonder water kunnen overleven. Maar de meeste soorten zijn niet tegen lucht bestand. Dan raken de trilhaartjes beschadigd en raakt het pompsysteem defect.'

### NABOOTSEN VAN ZEEWATER

Nog grotendeels onbekend is het ideale menu voor een spons. Osinga: 'We weten steeds beter wat sponzen eten en in welke hoeveelheden ze dat doen. Voor sommige sponzen hebben we gevonden welke algen ze het liefst eten. Maar in echt zeewater komen duizenden soorten bacteriën en kleine algies voor. Een dergelijke variatie kunnen wij in een kunstmatige situatie niet bieden.'

Behalve mineralen, die vrij eenvoudig meetbaar zijn en waarvan bijvoor-

beeld silicaten voor sponzen van levensbelang zijn, bevat zeewater veel organische stoffen.

Osinga: 'Organisch gebonden koolstof meten we met een bulkparameter, die het totaal aan suikers, aminozuren, eiwitten en vetten aantoont. De betekenis van deze afzonderlijke stoffen voor het menu van sponzen is naar mijn idee onderschat. Een alternatief voor het nabootsen van zeewater zou erin kunnen bestaan natuurlijk zeewater door de tank te leiden. Maar ook dat is al geprobeerd en wat blijkt? Ook dan zie je dat sponzen het niet zo naar hun zin hebben als in zee zelf. Ook de stroming en de lichtinval zijn voor het welzijn van de spons blijkbaar erg belangrijk!'

Annemieke van Roekel

### NÓG MEER WETEN?

Op onze site vindt u extra links naar meer informatie over dit onderwerp.

[www.eosweb.com](http://www.eosweb.com)

De *Polymastia mammilaris* komt voor langs de kusten van Groot-Brittannië. De Noord-Atlantische sponsensoorten zijn, evenals de Caribische en Middellandse Zeepopulaties, het beste in kaart gebracht.



Zoologisch Museum Amsterdam

## MEDICIJNEN UIT ZEE

Ongeveer de helft van de medicijnen die de voorbije decennia op de markt zijn gekomen, zijn 'afgekeken' van natuurlijke stoffen. Organismen uit zee worden als bron voor nieuwe medicijnen steeds belangrijker. Dat komt uiteraard door de grote soortenrijkdom die de oceanen herbergen. De kans dat de farmaceutische industrie

bruikbare stoffen vindt is bij mariene organismen veel groter dan bij op het land levende dieren, planten en micro-organismen. Behalve sponzen hebben ook andere vastzittende (sessiele) organismen zoals zachte koralen, zakpijpen (meercellige, ongewervelde diertjes met een taai bindweefsel) en als rugskelet en een primitief

maagdarmkanaal) en mosdier-tjes (kolonievormende ongewervelde beestjes) een voor ons interessante chemische samenstelling.

In de oosterse geneeskunde wordt al veel gebruik gemaakt van mariene organismen. Zo zijn extracten van het zee-paardje erg gewild en heeft de populatie van de diertjes hier

zwaar onder te lijden. De spons heeft niet veel te vrezen, denkt Rob van Soest, sponzenbioloog bij het Zoologisch Museum Amsterdam. De populaties zijn zo extensief dat het voor een farmaceutisch bedrijf niet de moeite loont duikers de zee in te sturen. Bovendien eist het vinden van de juiste soorten veel specialistische kennis.