



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Giant barrel sponges in diverse habitats: a story about the metabolome

Bayona Maldonado, L.M.

Citation

Bayona Maldonado, L. M. (2021, April 22). *Giant barrel sponges in diverse habitats: a story about the metabolome*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3160757>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3160757>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle #<https://hdl.handle.net/1887/3160757> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Bayona Maldonado, L.M.

Title: Giant barrel sponges in diverse habitats: a story about the metabolome

Issue Date: 2021-04-22

Samenvatting

Zeesponzen zijn belangrijke leden van rifecosystemen, omdat ze ecologische rollen vervullen die essentieel zijn voor de gezondheid van het rif. Vanuit chemisch perspectief zijn sponzen uitgebreid bestudeerd en vertonen ze een grote chemische diversiteit met veel biologische activiteit, hoewel deze chemische diversiteit vaak niet in verband kan worden gebracht met bijvoorbeeld variatie in omgevingscondities die sponzen ervaren. Metabolomics, met zijn holistische overzicht van de metabolieten die in monsters aanwezig zijn, heeft nieuwe tools opgeleverd om inzicht te krijgen in de functie van metabolieten in de ingewikkelde relatie tussen sponzen en hun omgeving. Onder sponzen bleek de reuzenbekerspons (*Xestospongia bergquistia*, *X. muta* en *X. testudinaria*), zich te onderscheiden door hun grote aantallen in veel riffen, hun lange levensduur en het feit dat ze wijdverspreid zijn over de oceanen. In sommige riffen kan de reuzenbekerspons tot 13% van het beschikbare bentische substraat bedekken, wat meer is dan koralen. Ze kunnen meer dan 2000 jaar leven en zijn te vinden van Nieuw-Caledonië tot het Caribisch gebied met een aanwezigheid in de hele Rode Zee, de Oost-Afrikaanse kust en de Indo-Pacifische-regio. Er is ook aangetoond dat wat oorspronkelijk als drie verschillende soorten werd geclassificeerd (*X. bergquistia* beperkt tot het noordelijke Groot Barrièrerif; *X. muta* in het Caribische gebied en *X. testudinaria* is wijdverspreid in het Indo-Pacifisch gebied) eigenlijk een soortencomplex is dat ten minste negen cryptische soorten bevat. De aanwezigheid van cryptische soorten komt veel voor in sponstaxa en is een van de grootste problemen bij de classificatie van deze dieren. Al deze kenmerken maken de reuzenbekerspons een goed modelorganisme om de invloed te begrijpen die omgevings-, biologische en genetische factoren kunnen hebben op de metabolische productie van zeesponzen.

Als onderdeel van de onderschrijving van metabolomics als een methodiek die de studie van het metabolisme van zeesponzen en mariene organismen in het algemeen mogelijk maakt, is een literatuuroverzicht van de methoden en toepassingen van metabolomics op dit gebied opgenomen in dit proefschrift in Hoofdstuk 2. De eerste stap in een metabolomics-onderzoek is de extractiemethode, die cruciaal is voor het verkrijgen van een extract dat nauwkeurig de metabolieten in het monster weergeeft. De invloed van extractieomstandigheden (druk, temperatuur, polariteit van het oplosmiddel en aantal cycli) op de chemische diversiteit van extracten van *Xestospongia* spp. werd bestudeerd met behulp van een extractiesysteem onder druk. Het bleek dat temperatuur, oplosmiddelpolariteit en aantal extractiecycli de chemische diversiteit van de extracten beïnvloedden en dat onder de vastgestelde experimentele

omstandigheden de extractie met 100% ethanol bij lagere temperaturen een extract opleverde dat het beste de chemische diversiteit van de spons presenteerde (Hoofdstuk 3).

Voortbouwend op de verkenning van het metabool van *Xestospongia* spp. werden verschillen in het metabool van de spons gerelateerd aan variaties in omgevingscondities, onderzocht met behulp van LC-MS en NMR-gebaseerde metabolomics (hoofdstukken 4, 5 en 6). Ten eerste werd, gezien de wereldwijde distributie van deze sponzen, de metabolische samenstelling van sponzen die verzameld zijn op vier locaties over de wereld (Martinique, Curaçao, Taiwan en Tanzania) vergeleken. De resultaten toonden aan dat monsters duidelijk konden worden onderscheiden op basis van hun locatie. Er werd echter geen correlatie gevonden tussen enerzijds de antibacteriële activiteit tegen *Staphylococcus aureus* en *Escherichia coli* die door sommige monsters werd vertoond en anderzijds de geografische locatie. Deze bevinding geeft aan dat de productie van actieve verbindingen kan worden beïnvloed door omgevingsomstandigheden die op kleinere schaal voorkomen of dat andere aspecten, zoals genetische factoren, een belangrijke rol spelen op dit gebied. Hiernaast werd met behulp van de op Curaçao verzamelde set monsters het effect van zeediepte (7-43 m) op het metabool geëvalueerd, wat aantoonde dat omgevingsveranderingen langs een dieptegradiënt alleen een significant effect hadden op één van de genetische groepen (vermoedelijke soorten) van *Xestospongia* spp. die in dit onderzoek zijn bestudeerd. Ten slotte werd het effect van de temperatuur van het zeeoppervlak (SST) en de pH geëvalueerd op een monster set verzameld in de Spermonde-archipel, SW Sulawesi (Indonesië). In dit geval vertoonde nogmaals slechts één van de genetische groepen die in deze regio werden bestudeerd een verandering in het metabool gerelateerd aan SST. Bovendien had de pH van het zeewater geen invloed op de genetische groepen, wat suggereert dat deze sponzen enige veerkracht vertonen wanneer ze worden geconfronteerd met scenario's zoals oceanverzuring. In alle gevallen, wanneer omgevingsveranderingen het metabool van een van de sponzen veranderden, was de wijziging meestal gerelateerd aan lipide-achtige verbindingen, waaronder gebromeerde, gehydroxyleerde en/ of polyacetylenevetzuren die in hun vrije vorm of als een acylketen in glycerofosfolipiden voorkomen.

Een andere conditie waarvan werd aangenomen dat deze mogelijk tot uiting kwam in het metabool van de sponzen, zijn de verschillende ontwikkelingsstadia gedurende de gehele levensduur. Sponzen missen leeftijdsgebonden markers en *X. muta* was de eerste spons waarvoor het mogelijk was om de leeftijd van het specimen vast te stellen. Door de leeftijd van reuzenbekersponzen als factor te gebruiken en van LC-MS gebaseerde metabolomics met moleculaire netwerken gebruik te maken, was het mogelijk om vast te stellen dat leeftijd inderdaad een effect heeft op het metabool van de sponzen (Hoofdstuk 5). Bovendien

vielen de onderscheidende signalen met betrekking tot oudere sponzen samen met fosfatidylcholine glycerofosfolipiden die twee acylgroepen bevatten. Van dit soort lipiden is bekend dat het membraanlipiden zijn, wat duidt op een hogere celdeling bij oudere sponzen. Bijkomende ecologische rollen van deze verbindingen kunnen echter niet worden genegeerd.

De aanwezigheid van cryptische soorten binnen de reuzenbekersponzen roept de vraag op of deze vermeende soorten ook kunnen worden onderscheiden op basis van hun metaboolom. In dit geval werden monsters verzameld in Indonesië ingedeeld in één van de drie genetische groepen die naar verluidt in deze regio aanwezig zijn. Met behulp van LC-MS en NMR-gebaseerde metabolomics samen met moleculaire netwerken was het mogelijk om verschillen in de chemische productie tussen de genetische groepen waar te nemen (Hoofdstuk 6). Interessant is dat de verbindingen waarvan werd vastgesteld dat ze verantwoordelijk waren voor deze distinctie lyso-fosfolipiden waren waarvan ook is gerapporteerd dat ze variëren in sponzen als een reactie op veranderingen in omgevingsomstandigheden. Dit geeft aan dat deze genetisch nauw verwante sponzen mogelijk anders reageren op vergelijkbare omgevingsomstandigheden.

Concluderend laat dit proefschrift zien hoe omgevingsfactoren, genetische en biologische factoren, individueel of als gevolg van hun interactie, het metaboolom van van de reuzenbekersponzen kunnen beïnvloeden. Dit is slechts de eerste stap naar een beter begrip van de rol die chemische verbindingen spelen in interacties tussen sponzen en de omgeving. Vooruitgang op dit gebied zal onder meer afhangen van de ontwikkeling van technologieën die het mogelijk maken om het metaboolom in real time te meten en de studie van de interactie tussen het metaboolom en andere omics, zoals het microbiom.