

Samenvatting

Context

De schaarse ijsvrije gebieden in Antarctica behoren tot de meest extreme omgevingen op aarde. Het leven in deze gebieden wordt gedomineerd door micro-organismen. Bijgevolg zijn voedselwebben er sterk verkort met slechts weinig metazoa die organisch materiaal en microbiële biomassa consumeren. Opheldering van de factoren die de biodiversiteit van deze microbiomen vormgeven en hun bijdrage tot biogeochemische processen vormt de wetenschappelijke basis voor habitatkartering en -classificatie, voor het ontwikkelen van strategieën voor het behoud van deze habitats, voor het ontwikkelen van lange-termijn monitoring en voor het voorspellen van hun mogelijke respons op een veranderende omgeving in de toekomst. In vergelijking met kustregio's en de McMurdo Dry Valleys, zijn nunataks gelegen in het binnenland, zoals de Sør Rondane Mountains in Oost-Antarctica, veel minder bestudeerd. Naast het feit dat omgevingscondities er sterk verschillen van kustregio's, is dit ook verwonderlijk gezien het feit dat zij zeer lang ijsvrij zijn gebleven en als refugia hebben kunnen fungeren tijdens Neogene and Pleistocene glaciële maxima. De Sør Rondane Mountains (SRM) vormen een ongeveer 900 km² grote nunatak, en omvatten een grote verscheidenheid aan terrestrische habitats die verschillen in geologische en bodemkenmerken, expositie en microklimatologische condities.

Doelstellingen

De doelstellingen van het MICROBIAN project zijn (i) toepassing van een combinatie van remote sensing en terreinobservaties om fysische habitatkenmerken en de aanwezigheid en mate van ontwikkeling van microbiële matten en biologische bodemkorstgemeenschappen in kaart te brengen in een gebied in een straal van 200 km rond het Princess Elisabeth Station Antarctica (PEA), (ii) een overzicht te maken van de taxonomische en functionele diversiteit van microbiële gemeenschappen in deze habitats, en het isoleren en karakteriseren van kenmerkende (cyano-)bacteriën en deze als referentiemateriaal te deponeren in de BCCM collecties, (iii) het meten van belangrijke ecosysteemfuncties, waaronder fotosynthese, in gemeenschappen representatief voor de belangrijke habitats in de regio, (iv) het uitvoeren van mesocosmos veldexperimenten om de mogelijke effecten van toekomstige klimaatveranderingen op de functionele en taxonomische diversiteit van deze microbiële ecosystemen te onderzoeken, en (v) het uitvoeren van veldexperimenten om beleidsmakers te informeren met het oog op de bescherming van deze ecosystemen en preventie maatregelen te formuleren om de introductie en verspreiding van niet-inheemse soorten te beperken en kruisbesmetting tussen locaties te vermijden. Het project beoogt tevens een proof of concept leveren van het gebruik van hoge resolutie satellietbeelden om gebieden te identificeren met een bijzondere biologische waarde en, in ruimere context, een belangrijke bijdrage te leveren tot het begrip van de ecologie van terrestrische microbiomen in Antarctica.

Conclusies

De integratie van verschillende types van hoge resolutie satellietbeelden liet toe om een accurate inschatting te maken van hoogteligging, helling en aspect van Antarctische nunataks. Deze factoren zijn op hun beurt gekoppeld aan waterretentie en de beschikbaarheid van licht, die beiden belangrijke factoren zijn die de aanwezigheid, samenstelling en functie van microbiële gemeenschappen in deze habitats bepalen. Bijkomende drone-opnamen bleken zeer performant te zijn en lieten toe om hellingsgraad en diverse aspecten van de ondergrond op een centimeter-schaal in kaart te brengen. De drone data brachten ook onnauwkeurigheden aan het licht in de exacte GPS locaties van individuele staalname locaties, maar laten toe om deze te corrigeren aan de hand van in situ beeldmateriaal. Toekomstige validatie met metingen op te terrein vereist een uitgebreider netwerk van temperatuurloggers om het effect van temperatuur beter te kunnen analyseren en de nauwkeurigheid van inferentie ervan via remote sensing te vergroten. Het digitaal elevatie model en temperatuurdatabank afkomstig van in situ metingen en satellieten verzameld tijdens MICROBIAN werden gebruikt om een model te ontwikkelen en te evalueren dat de insolatie en opwarming van de bodem simuleert over een dag-nacht cyclus. Deze modellen kunnen gebruikt worden om licht- en waterbeschikbaarheid te bepalen in de bestudeerde sites. Dit is belangrijk gezien de grote invloed van deze parameters op microbiële gemeenschappen en aangezien grote verschillen in temperatuur en relatieve vochtigheid werden gemeten langsheen gradiënten in humiditeit van de bodem in de onderzochte gebieden. De sneeuwhekkens geplaatst in het kader van dit project hadden een bufferend effect op temperatuurfluctuaties in vergelijking met blootgestelde bodems. Staalnamelocaties met een vergelijkbare lithologie hadden ook vergelijkbare chemische bodemkenmerken. Vermeldenswaardig is dat de 'Dry Valleys' regio unieke bodemkenmerken vertoonde die sterk verschilden van die van andere morainegebieden (Austkampane and Yûboku Valley).

Analyse van amplicon data toonde aan dat de zuurtegraad en het type gesteente de belangrijkste abiotische factoren waren die microbiële gemeenschappen structureren in ijsvrije gebieden. Bacteriële gemeenschappen bestonden voornamelijk uit Actinobacteria, Acidobacteria en Cyanobacteria. Bacteroidetes en Chloroflexi waren lokaal zeer belangrijk terwijl de overige abundante fyta Proteobacteria, Abditibacteriota, Deinococcus-Thermus en Patescibacteria omvatten. Actinobacteria en Cyanobacteria bleken vaak omgekeerd gecorreleerd te zijn, waarbij Cyanobacteria minder abundant waren in morenestalen terwijl Actinobacteria er het talrijkst voorkwamen. Cyanobacteria vertegenwoordigden een belangrijk gedeelte van de diversiteit in de Yûboku Valley, waar tevens de enige gekende meren in de westelijke SRM gelegen zijn. Acidobacteria waren goed vertegenwoordigd in alle bodemtypes. Bij de eukaryoten waren Chlorophyta het belangrijkste fyllum, gevolgd door Metazoa, Cercozoa en Ciliophora. Metazoa bleken voor te komen in alle bodemtypes maar minder abundant in morenebodems, waar Cercozoa belangrijker waren alsook in bodems gevormd op marmergesteente.

Aan de hand van shotgun metagenomics was het mogelijk om 373 draft genomen te genereren van 14 fyta met een gemiddelde volledigheid van 86,29%. Genen betrokken in aerobe organotrofe respiratie waren het meest abundant, terwijl genen betrokken in anaerobe respiratie en fermentatie weinig vertegenwoordigd waren in de onderzochte

MICROBIAN Diversiteit en functie van microbiomen in het Sør Rondane Gebergte, Oost-Antarctica

stalen. Onder de genen die niet betrokken zijn in aerobe respiratie waren de twee meest abundante genen RuBisCO (*RbcL*; 47.6%) en type I koolstofmonoxide dehydrogenases (*CoxL*; 23.3%). Genen betrokken bij fototrofie waren relatief zeldzaam (*PsaA*; 8.21%, *PsbA*; 12.4%, *RHO*; 6.7%). Onze resultaten suggereren dat oxidatie van atmosferische spoorgassen en chemosynthese een belangrijk proces kan zijn in de Sør Rondane Mountains en onafhankelijk van fotoautotrofie bijdraagt tot de primaire productie in de bodems. De verspreiding van genen was positief gecorreleerd met hoogteligging en negatief met bodemvochtigheid en TOC. De grootste abundantie van genen betrokken in dit proces werd waargenomen in stalen van extreem oligotrofe bodems van Austkampane en de 'Dry Valley' region.

Samenvattend tonen onze resultaten aan dat de geografische kenmerken van nunataks de aanwezigheid en samenstelling van microbiële gemeenschappen bepalen, naast het effect van gesteente en geochemische kenmerken zoals zuurtegraad. In deze uitermate oligotrofe omgevingen blijken alternatieve primaire productie processen van cruciaal belang te zijn voor het functioneren van microbiële gemeenschappen.

De gegevens van dit project werden gebruikt in beleidsondersteunende acties in het kader van SCAR CEP meetings en specifiek voor het aanduiden van een ASPA in de Sør Rondane Mountains alsook tijdens verschillende outreach activiteiten.