

## Magnetiet in bodem mogelijk van een bacterie

Bij de prokaryoten (primitieve organismen zonder echte celkern) zijn slechts weinig soorten in staat (in tegenstelling tot bij de eukaryoten: organismen met een echte kern) om op gecontroleerde wijze mineralen te vervaardigen. Nog uitzonderlijker is het als ze ijzeroxiden produceren. De onder anaerobe (zuurstofloze of zeer zuurstofarme) condities levende bacterie *Shewanella putrefaciens* CN32 is daartoe echter wel in staat bij de ademhaling, waarbij driewaardig ijzer wordt gereduceerd. Bij dat proces vormt de bacterie korrels van ijzeroxiden (30-50 nanometer; alleen waar te nemen met een zogeheten 'transmission electron microscop'), tussen de cellen in. Dat blijkt uit onderzoek van microbiologen aan de universiteit van Guelph (Canada), die daartoe de bacterie kweekten op een ondergrond van waterhoudend ijzeroxide (ook wel aangeduid als ijzer[hydr]oxide) en in een waterstof/argon-atmosfeer.

Aanvankelijk bestond de kweek uit 20 miljoen kolonie-vormende eenheden per milliliter. Die dichtheid nam snel af tot 6 miljoen, kennelijk omdat de oorspronkelijke dichtheid onvoldoende levenskansen bood. De dichtheid van 6 miljoen eenheden per milliliter bleef - met kleine schommelingen - twee weken intact, maar nam daarna opnieuw af om tenslotte te stabiliseren op een niveau waarop afstervende bacteriën in gelijke mate werden vervangen door nieuwe. Kennelijk was de ondergrond niet zeer gunstig, maar kon toch een beperkte hoeveelheid exemplaren zich voldoende voortplanten.

Toevoegingen van driewaardig ijzer (in de vorm van ijzer[hydr]oxide) aan de kweek werden direct opgenomen door de cellen. Na 1-4 dagen konden significante hoeveelheden tweewaardig ijzer (in de vorm van ijzeroxide) worden aangetoond. De concentratie daarvan bleef ongeveer twee weken stijgen, om daarna weer iets af te nemen. De gevormde korrels van ijzeroxide werden na 3-5 dagen waargenomen. Na 14 dagen bleek meer dan 90% van de cellen dergelijke korrels te bevatten, met een sterke concentratie in het cytoplasma.

Geologisch is deze nieuwvorming van ijzeroxiden door een bacterie van belang omdat dit proces beperkt lijkt tot bodems waarin de concentratie van driewaardig ijzer zodanig is dat de bacterie zich er in thuis voelt. Hoewel deze bacteriesoort niet fossiel bekend is (de kans op fossilisatie is gering en de kans op identificeerbare fossielen nog veel geringer), is het waarschijnlijk dat hij (of soorten met vergelijkbare vaardigheden) al geologisch lang op aarde voorkomt. Dat zou betekenen dat het aantreffen van ijzeroxidekorrels zoals die door deze bacterie worden geproduceerd, een indicatie zou kunnen zijn voor het vroegere gehalte aan driewaardig ijzer in de grond (dat kan later door in- of uitspoeling aanmerkelijk zijn veranderd). Daarmee wordt de interpretatie van de toen heersende omstandigheden weer wat beter mogelijk.

### Referentie:

Glasauer, S., Langley, S. & Beveridge, T.J., 2002. Intracellular iron minerals in a dissimilatory iron-reducing bacterium. *Science* 295, p. 117-119.

A.J. van Loon

## Mineralisatie van organismen in de vorm van sulfiden

Organismen worden soms gefossiliseerd als sulfiden, in de vorm van bijvoorbeeld pyriet of marcasiet. Hoe dat gebeurt is, op z'n minst voor bepaalde situaties, weer iets duidelijker geworden door onderzoek van Ellis Maginn en Rachael Mills (beiden van de Universiteit van Southampton) en Crispin Little en Richard Herrington (beiden van het Museum voor Natuurlijke Historie in Londen). Zij onderzochten daartoe de kokertjes van een polychaete worm (*Alvinella pompejana*) die leeft op mid-oceaanse ruggen als onderdeel van die merkwaardige leefgemeenschappen rondom onderzeese vulkanen en hete bronnen. De als sulfiden gemineraliseerde kokertjes van vergelijkbare polychaete wormen zijn, zij het schaars, uit het geologische verleden bekend.

In de kokertjes die de onderzochte worm maakt om in te wonen, blijken al ijzersulfiden te worden gevormd; dit gebeurt door daar aanwezige micro-organismen, die ook de binnenkant van de buisjes van een soort coating voorzien, waarbij ze gebruik maken van kleine (10-100 micron) deeltjes van ijzer- en zinksulfiden die afkomstig zijn uit het hete water dat opwelt uit het binnenste der aarde. Deze deeltjes worden ingekapseld in het kokertje doordat de worm soms nieuwe organische laagjes afzet. Hierdoor ontstaat op den duur een kokertje met afwisselend laagjes van organisch materiaal die door de worm zelf zijn gevormd, en sulfiden-rijke 'tussenlaagjes' die door de microben zijn gevormd.

Deze 'tussenlaagjes' vormen, wanneer de worm is afgestorven en het kokertje in het sediment begraven raakt, als het ware kristallisatiekernen van waaruit pyritisatie plaatsvindt, terwijl de organische materialen geleidelijk worden afgebroken. Bij de pyritisatie worden overigens een aantal tussenfasen doorlopen, waarbij eerst mackinawiet en greigiet worden gevormd. Pas daarna ontstaat hieruit pyriet. Vervolgens kunnen sommige van de inmiddels gepyritiseerde organische laagjes worden omgezet in marcasiet.

Bij deze processen blijft de oorspronkelijke structuur van de organische laagjes bestaan, doordat de in de tussenstappen gevormde monosulfiden de celwanden geheel omsluiten. Hierdoor blijven oorspronkelijke details microscopisch goed waar te nemen, wat het inzicht vergroot in hoe gefossiliseerde wormen uit het geologisch verleden hun kokers opbouwden.

Maginn, E.J., Little, C.T.S., Herrington, R.J. & Mills, R.A., 2002. Sulphide mineralisation in the deep sea hydrothermal vent polychaete, *Alvinella pompejana*: implications for fossil preservation. *Marine Geology* 181, p. 337-356.

A.J. van Loon