Ocean-bottnarnas hemliga liv

Berggrunden under havens bottensediment är en vidsträckt men svårtillgänglig och outforskad del av vår planet, särskilt när det gäller liv. Paradoxalt nog är det, förutom haven, världens volymmässigt största livsmiljö för mikroorganismer. Med nya metoder har forskare från Naturhistoriska riksmuseet vänt upp och ner på den gängse vetenskapliga uppfattningen. I den spruckna berggrunden under havssedimenten bor inte bara de förväntade extremt tåliga bakterierna och arkéerna – de har även gott sällskap av svampar.

FOTO: NOAA PHOTO LIBRARY

Bild av öppet hålrum med fossiliserat svampmycel.

FOTO (BÅDA): MAGNUS IVARSSON OCH STEFAN BENGTSON

Uppförstoring av en del av svampmycelet som visar lämningar av symbiotiska prokaryoter som växt på mycelet.

När havsbottnar förs på tal är det nästan uteslutande de marina sedimenten som menas. Det är kanske inte så konstigt. De utgör större delen av de åtkomliga havsbottnarna, och därför är de också den del av havsbottnarna som är bäst utforskade.

Världens oceanbottnar

Under bottnarnas sediment finns den inte alls lika utforskade berggrunden: oceanskorpan. Oceanskorpan täcker mellan 60 och 70 procent av jordens yta och är uppemot 10 kilometer tjock. Oceanskorpan består i huvudsak av vulkaniska bergarter från stelnad magma, så kallad basalt. Under vulkanutbrotten på havets botten uppstår gasbubblor i den elastiska magman, och när lavan stelnar till berg blir bubblorna kvar som runda hålrum. Den extremaste formen är pimpsten, full av hålrum likt en ost.

När berget så småningom svalnar och spricker bildas ett nätverk av hålrum och sprickor i vilka havsvatten kan cirkulera. Man räknar med att motsvarande två procent av oceanernas totala vattenvolym cirkulerar genom dessa spricksystem, vilket gör oceanskorpan till planetens största underjordiska vattenmagasin.

Men det är inte bara vatten som tar sig ner i hålrummen – det gör även mikroorganismerna.

Svåra förhållanden

Mikroorganismer letar sig ned i sprickorna och koloniserar hålrummen. Det rör sig främst om organismer som inte är i behov av solljus som energikälla, utan hittar sin energi i mineral i berget eller från lösta gaser i vattnet. De lever alltså i totalt mörker och av vad berget kan ge dem.

De extrema livsmiljöerna på stora djup, vilka kallas djupbiosfären, är relativt väl studerade i de ovanliggande och mer lättillgängliga sedimenten, samt i kontinentskorporna. Däremot är oceanskorpornas berggrund än så länge dåligt utforskad. Det beror på de svåra provtagningsförhållandena, samt att det är svårt att utesluta att mikroorganismer från havsvattnet förorenar proverna när man borrar. Som ett alternativ till att studera levande mikroorganismer har forskarna istället börjat undersöka fossila mikroorganismer.

Oväntad upptäckt

När man studerat djupbiosfären – både på torra land och under haven – så har man nästan uteslutande sökt efter prokaryoter, det vill säga bakterier och arkéer. Anledningen är att man ansett att dessa organismer är de enda som har möjlighet att överleva de hårda levnadsförhållanden som härskar nere i djupet. Men när man började studera fossila mikroorganismer visade det sig, förvånande nog, att en majoritet av organismerna

JORDSKORPAN

Jordskorpan är jordklotets yttre fasta skal. Den kan uppdelas i oceanskorpa och kontinentskorpa.

Oceanskorpan är endast 5–10 km tjock och består av tunga basaltiska bergarter. Oceanskorpan nybildas ständigt vid oceanryggarna, och förbrukas i zoner nära kontinentkanterna.

Kontinentskorpan är mer beständig, mellan 30 och 70 km tjock och domineras av lättare granitiska bergarter.

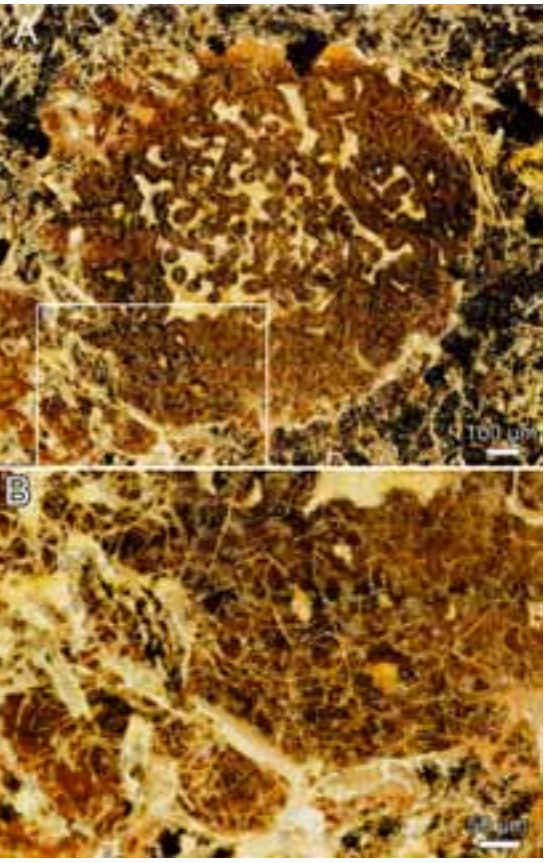

FOTO (BÅDA): MAGNUS IVARSSON OCH STEFAN BENGTSON

« Fossil av svampliknande mycelium från sfäriskt hålrum, ursprungligen en gasbubbla, i 2,4 miljarder år gammal basalt från Sydafrika.

» Oceanskorpan innebär förhållandevis svåra provtagningsförhållanden.

FOTO: MARUM – ZENTRUM FÜR MARINE UMWELTWISSENSCHAFTEN, UNIVERSITÄT BREMEN; V. DIEKAMP.

istället var fossila svampar, alltså eukaryoter.

Man hade inte väntat sig att svampar, som varit nonchalerade i tidigare genetiska studier av den djupa biosfären, skulle vara så vanligt förekommande och utbredda i dessa miljöer.

Samarbete på djupet

Men inte nog med att man med hjälp av fossilt material kunde visa att svampar lever och frodas under oceanernas bottnar. Med hjälp av 3D-röntgen lyckades man dessutom se in i de mikroskopiska samhällena av svamp. Där upptäckte man fossil av bakterier och arkéer som levde tillsammans med svampen.

PROKARYOTER & EUKARYOTER

Allt liv på jorden är antingen prokaryoter eller eukaryoter.

Prokaryoter utgörs av bakterier och arkéer. Prokaryoter definieras som mikroorganismer som saknar cellkärna och cellmembran och har sin arvsmassa fritt i cellen. Vanligtvis encelliga.

Eukaryoter har sin arvsmassa i en cellkärna avgränsad av cellmembran. Inbegriper djur, växter, svampar och protister.

Exakt vad bakterierna och arkéerna gjorde där vet man inte riktigt, men mycket tyder på att de var inblandade i oxidation av järn, ett vanligt ämne i basalt.

Man vet att svampar behöver organiskt material för att utvinna energi och bygga sina celler. Organiskt material är inte så vanligt djupt nere i berggrunden, vilket varit en av invändningarna mot att svamp ens skulle kunna leva där. Bakteriers och arkéers biomassa är dock en outsinlig källa till organiskt material, och svamparna gynnas därför av att leva tillsammans med dem: fri tillgång till föda.

Bakteriernas roll?

Vad bakterierna får ut av att samarbeta med svampen kan man än så länge bara spekulera i. Prokaryoter behöver koldioxid för att bygga biomassa och det kan de få genom svampars respiration. Men stora delar av berget under havsbotten är syrefritt, vilket skulle betyda att det rör sig om anaeroba svampar, en föga studerad typ av svamp som mest är känd från magarna på idisslande kor. Istället för koldioxid producerar anaeroba svampar vätgas, vilket är en fundamental energikälla för kemoautotrofer, till exempel metanbildande arkéer eller svavelreducerande bakterier. Hur allt detta hänger ihop vet vi ännu inte. Vi kan bara konstatera att vi har mycket kvar att lära oss om dessa djupa samarbetspartners.

Tidigt liv

Ytterligare en fördel med att studera fossila mikroorganismer är att man kan förstå djupbiosfärens evolutionära historia. Det äldsta fyndet av svampliknande kolonier har hittats i oceanbotten som är så gammal som 2,4 miljarder år. Eftersom svamparna tidigare ansetts ha uppstått för drygt 1,3 miljarder år sedan skulle dessa fynd dubblera svamprikets ålder.

Utan ytterligare studier går det inte att säga med säkerhet att det verkligen rör sig om svamp som vi känner den idag, eller om det är en utdöd svampliknande organismgrupp. Men leker man med tanken på att dessa fynd representerar svamp, så betyder det att svamparna inte ursprungligen uppstod i sötvatten och utvecklades i samband med att växterna invaderade land för drygt 400 miljoner år sedan. Snarare att de redan för 2,4 miljarder år sedan levde och frodades djupt nere i de dåvarande havens bottnar.

TEXT & KONTAKT:

Magnus Ivarsson och Stefan Bengtson, Enheten för paleobiologi, Naturhistoriska riksmuseet

magnus.ivarsson@nrm.se