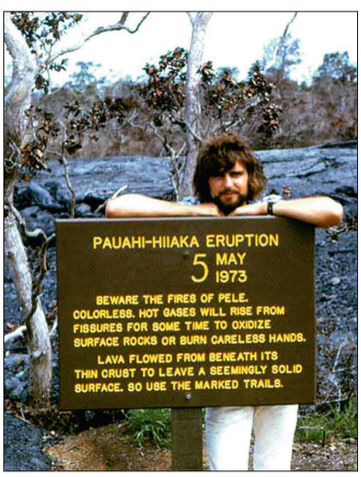
Livets grænser – er en serie artikler, der beskriver liv, som befinder sig og trives under nogle af de mest barske betingelser, der forekommer her på jorden.

Ekstremofiler elsker, hvad alle andre hader

Visse organismer kan overleve og nogle endog trives under de mest barske forhold – hvor meget kan de egentlig tåle? Og hvad kan vi bruge dem til?



Pauahi-Hiiaka-udbruddet stammer fra Kilauea, der støder op til verdens største vulkan, Mauna Loa, på Hawaii. I maj 1973 flød 1,2 millioner m³ lava ud over omgivelserne. Træerne i kanten af lavastrømmen er ikke ekstremofile, men har alligevel overlevet kontakten med den glødende magma. Selv tre måneder efter udbruddet er lavaen stadig ikke sikker at bevæge sig på. Pele, der nævnes på skiltet er den hawaiianske ildgudinde. Foto: August 1973.

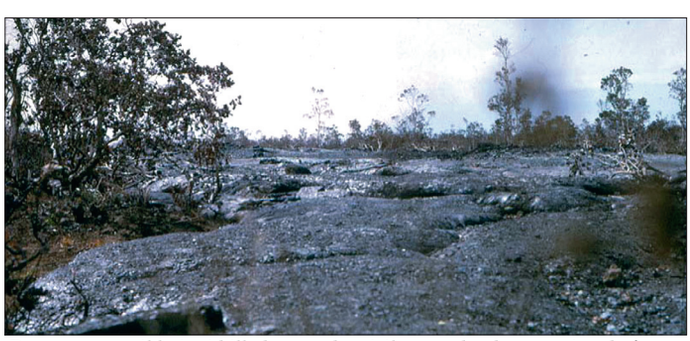
Så gold ser lavastrømmen ud. Men der er ekstremt liv overalt på overfladen. Foto: Carsten Christophersen, 1973.

Af Carsten Christophersen, carsten@kiku.dk

Der findes liv i kogende varme kilder, i dybfrosne områder, under kolossale tryk, udsat for intensiv stråling, under vacuum, sammen med tunge metaller eller giftige forbindelser. Hvordan klarer organismer, der er afhængige af at skaffe energi ved redoxprocesser og opretholde et konstant biokemisk miljø, egentligt det?

Økonomisk fængslende

Antallet af undersøgelser over ekstremofiler er eksploderet. Siden 1997 er der udkommet et tidsskrift, der udelukkende omhandler ekstremofiler – *Extremophiles*. Det er der flere grunde til. Én væsentlig grund er, at industrien har fået øjnene op for chancen for at sikre sig produkter med sjældne egenskaber. F.eks. er vaskeenzymer, der fungerer ved høj temperatur, meget praktiske. Ligeså med hjælpestoffer til bageri-, bryggeri- og detergentindustrien, mens mejerisektoren nyder godt af enzymer, der virker i kulden. Det er også velkomment, at der findes bakterier, der nedbryder olie, samt at de virker ved lave havtemperaturer. PCR-teknikken (Polymerase Chain Reaction), hvor spor af DNA mangfoldiggøres, har vundet enorm udbredelse. Det skyldes, at et enzym fra en termofil bakterie tåler opvarmning til 94°C, hvorved hele processen kan automatiseres.



Den sorte røg til højre i billedet antyder risikoen ved at bevæge sig ud på lavaoverfladen. Foto: Carsten Christophersen, 1973.

Hvad er ekstremofiler?

Definitionen på ekstremofiler er flydende. Ordet betyder »den der elsker ekstremer«. Mange organismer kan tåle ekstreme forhold i kortere tid. De kan overleve dem, men kræver dem på ingen måde. F.eks. kan *Deinococcus radiodurans* overleve ekstreme strålingsniveauer, men de vokser ikke bedre ved bestråling. Andre arter kræver de ekstreme forhold for at vokse optimalt. Her bruger vi betegnelsen, blot de tåler ekstreme forhold

Ekstreme forhold

Men hvad er så ekstreme forhold? Det antropocentriske synspunkt anser ekstreme forhold for sådanne, vi som mennesker ikke er vant til i vor nuværende dagligdag. Da livet opstod, var reducerende betingelser normalen. Hvis livet opstod i undersøiske hydrotermiske kilder, så var mørke, høje og lave temperaturer, store tryk, tungmetaller og giftige gasser hverdagen. Set ud fra den synsvinkel er vore nuværende omgivelser alle ekstreme. Vi bruger det antropocentriske synspunkt.

Den glødende lava løber som her direkte ud i havet. Så dannes miljøer, hvor ekstremofiler befinder sig godt.
Foto: Carsten Christophersen, 1973.

Intellektuelt stimulerende

Liv under ekstreme jordiske forhold udfolder sig under fysisk/kemiske betingelser, som findes på andre planeter og deres måner. Derfor er det et godt gæt, at liv på planeterne vil ligne ekstremofilt liv på jorden. Så er det muligt at designe realistiske modeller for liv andre steder i universet. Indsigt i den ekstremofile verden giver en ramme for, hvilke argumenter der er acceptable i diskussioner om Panspermia-teorien. Den postulerer, at livet har bredt sig til jorden fra verdensrummet.

Hvis livet opstod her på jorden, skete det under, hvad vi i dag vil kalde, ekstreme forhold. Udforskning af ekstremofiler kaster derfor lys over vore egne dybe rødder.

Strategier for overlevelse

Der er to strategier for overlevelse. Den ene er at skærme sig fra ekstremerne, og den anden er at indrette sin biokemi på at fungere med dem. Mange organismer benytter sig af modstandsdygtige sporer eller frø. Men det er kun for at overleve midlertidige barske omstændigheder og afvente bedre tider.

Hvad kan de klare?

Nogle organismer har indstillet sig på at trives i sure omgivelser, det er de acidofile (pH~0), mens andre, de alkalofile (pH>9), foretrækker basiske omstændigheder. Anaeroberne tolererer ikke O_2, mens de mikroaerofile kan trives i lidt O_2 og aeroberne kræver O_2 for at overleve. De barofile (vægt), der nu kaldes piezofile (tryk), befinder sig godt på store havdybder, mens osmofilerne klarer koncentrerede opløsninger (f.eks. sukkerlage), og de halofile lever i stærke saltopløsninger (2-5M NaCl). Lave temperaturer favoriserer psychrofilerne (<15°C) i modsætning til forholdet hos de mesofile (15-60°C), termofile (60-80°C) og hypertermofile (>80°C). Tørre ørkener er hjemsted for xerofile arter, der tåler udtørring

Ud over alle disse særheder findes arter, der tåler energirig stråling, vacuum og kemiske ekstremer i form af giftige organiske og uorganiske forbindelser. Mange af de særligt hårdføre tåler flere ekstremer samtidig – det er de polyekstremofile.

Hvor hører de hen?

Umiddelbart falder valget på de to kongeriger uden cellekerne (prokaryoter) Archaea og Bakteria, fordi de har et renommé som de mest hårdføre levende organismer. Men der er masser af arter med cellekerne fra det tredje kongerige (Eucaria), der klarer sig under hårde betingelser. Tænk blot på dybhavsfisk, der findes selv på de største dybder.

Kilder
L. J. Rothschild og R. L. Mancinelli Life in extreme environments *Nature* 2001, Bind 409, side 1092-1101.
C. Christophersen Bakterien, der blæser på stråling *Dansk Kemi* 2005, Bind 86 nr. 4, side 6
C. Christophersen Bakterien, der bader i pletfjerner *Dansk Kemi* 2005, Bind 86 nr. 5, side 6

MILLIPORE

Ultrarent vand lige ved hånden

Uanset anvendelsesformålet sikrer Q-POD™ (Quality-Point-of-Delivery)-enhederne, at den vandkvalitet, der præcist karakteriserer ultrarent vand, altid er inden for din rækkevidde. Vælg blot det passende slutfilter. Milli-Q® Advantage-systemet fjerner de specifikke forurenende stoffer, som kan påvirke dine resultater.

Et enkelt system

Op til tre Q-POD-enheder

Valg af slutfiltre

Oversigt over styringen

Se det nye Milli-Q Advantage-system
på www.millipore.com/advantage

Copyright © 2007 Millipore Corporation.
Millipore and Milli-Q are registered trademarks of Millipore Corporation.
Q-POD is trademark of Millipore Corporation. Sysaxe - Photos BHL Prod