

Lavar kan vara pionjärer på Mars

Martin Uppsten

Populärvetenskaplig sammanfattning av Självständigt arbete i biologi 2008
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Laven är inte bara en organism, den består av två stycken organismer. Laven är en symbios mellan en svamp och en alg, i vissa fall också en cyanobakterie. Symbiosen har gjort laven till en av de mest spridda organismerna på jorden. Förmågan att snabbt uttorkas och stänga av fotosyntesen samt UV-skydd form av sekundärmetaboliter gör laven till en expert att leva på ogästvänliga platser. De kan överleva i både ökenområden och i arktiska klimat. Kanske kan den också överleva på planeten Mars.

Science fiction eller verklighet?

Dagen debatt angående hur vi människor påverkar vår omgivning har väl de flesta hört talas om. Användning av fossila bränslen har bidragit till uppvärmning av atmosfären samtidigt som klimatet förändras. Vissa så kallade domedagsprofeter menar att jordens klimat och resurser tillslut kommer att begränsa mänsklighetens möjlighet att leva på jorden. Vart skall vi då ta vägen? Tanken att kolonisera andra planeter kanske inte är något som bara hör hemma i fantasins värld. Framsteg inom teknologin för oss sakta men säkert framåt och snart kanske rymdresor för gemene man kommer anses som trivialt.

Om vi i framtiden kommer att bosätta oss på en annan planet behöver vi skapa en omgivning som vi kan fördrå, om den inte redan existerar. En atmosfär att leva i är förmodligen den största utmaningen. Här på jorden är det träden och de andra växterna som ser till att vi människor får det syre vi behöver, alltså är de nödvändiga i sammanhanget. Om vi vill etablera växtlighet på obebodna och ogästvänliga platser måste vi veta hur det skall gå till. Svaret på den frågan är oss närmare än man kanske tror. Svaret finns i vår omgivning, vi behöver bara undersöka hur naturen själv koloniserar nya områden.

Laven är pionjär på ogästvänliga platser

När nya områden uppstår i naturen, genom till exempel vulkaniska öar, är det inte buskar eller träd som först är på plats och börjar växa där. Växter behöver en jordmån att växa i och har svårt att tillskansa sig den näring den behöver på enbart sten eller sand. Det är här som laven kommer in i bilden. Den är expert på att överleva på ogästvänliga platser.

Lavar växer gärna i områden med extremt solljus, torka, eller temperatur som är opassande eller instabila för högre växter. De återfinns i karga ökenområden och i arktiska, växande på jord, trädstammar, solexponerade stenar, staket och vindpinade bergstoppar över hela jorden. När laven har etablerat sig i ett ökenområde gör den dessutom platsen tillgänglig för de högre växterna. Laven binder det substrat den växer på och gör att sanden inte rör på sig. Laven frigör också näringsämnen, ifrån sand och sten, som varit för hårt bundna för att växterna skall kunna utnyttja dem. På så vis gör, efter en tid, marken en övergång från att vara bevuxen med lavar till att vara bevuxen av de högre växterna. Detta fenomen kallas för succession och laven spelar en viktig roll i den.

Lavens förmåga att överleva stark UV-strålning har varit känd länge men ny forskning visar att den till och med klara av de förhållanden som råder ute i rymden. I simulerade

rymdförhållanden med stark UV-strålning och vakuum lyckades hälften av lavens, i detta fall vägglav, sporer överleva. Sporerorna lyckades även gro på ett substrat framtaget för att likna markytan på Mars. Hur klarar laven av detta? För att få svar på det måste vi först ta reda på hur en lav är uppbyggd och framför allt: Vad är en lav för något.

Laven består av två organismer

En lav är inte bara *en* organism. Den består av två stycken och ibland till och med tre. Blås laven, som är bland de vanligaste i Sverige, består som de flesta andra lavarna av en svamp och en alg. Laven kallas då för en tvåkomponentslav. Svampen och algen lever i symbios med varandra vilket betyder att de samarbetar för att bättre klara sig i naturen. Algen lever inne i strukturer som svampen bygger upp. Algen fotosyntetiserar och producerar kolhydrater som den i utbyte mot mineraler och vatten ger till svampen. Svampen erbjuder också algen mekaniskt och kemiskt skydd.

Symbiosen i laven

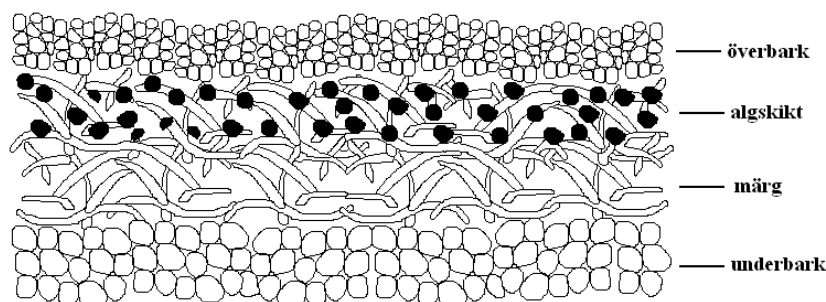
Svampen tar upp näringsämnen från dess omgivning samtidigt som algen fotosyntetiserar och producerar kolhydrater. Svampen får kolhydrater av algen i utbyte mot vatten, viktiga mineraler och näringsämnen (Figur 1).



Figur 1. Utbytet mellan alg och svamp i en lav.

En genomskärning av laven avslöjar att algen befinner sig i algskiktet inne i märgen (Figur 2). Laven har en tätare struktur både på ovan- och undersidan som kallas för över- och underbark. På underbarken sitter ibland rhiziner som fäster i underlaget.

I andra tvåkomponentslavar kan svampen ha en cyanobakterie som partner istället för en alg. I detta fall fungerar symbiosen liknande. Skillnaden är att cyanobakterien har förmågan att fixera kväve. Detta har en stor ekologisk roll då alla växter är beroende av kväve i fotosyntesen. När en lav består av tre organismer kallas den för en trekomponentslav och samarbetet sker då mellan en svamp, en alg och en cyanobakterie.



Figur 2. Genomskärning av en lav.

Det som är avgörande för lavens överlevnadsförmåga är framförallt två saker. Det ena har att göra med lavens relation till vatten och algens förmåga att stänga av fotosyntesen. Det andra har att göra med de ämnen som svampen producerar, de så kallade sekundära metaboliterna.

Uttorkningsförmåga och sekundära metaboliter – en bra överlevnadsstrategi

Man trodde länge att lavens förmåga att växa på solexponerade platser berodde på att de på något vis skyddade sig mot uttorkning. Man trodde att svampen bildade ett skyddande skal, vilket inuti fukten bevarades. Detta har emellertid motbevisats. Det är lavens förmåga att snabbt uttorkas som gör den framgångsrik.

Poikilohydrismens betydelse

Laven har en öppen struktur och klarar inte av att reglera sin fuktighet. Den antar den fuktighet som omgivningen har. Detta kallas för att laven är poikilohydrisk. Detta är, som redan nämnts, ingen nackdel för laven utan en fördel. När en fuktig lav utsätts för starkt solljus torkar den snabbt ut. En torr lav klarar av mer UV-strålning än en fuktig vilket till viss del kan förklaras med att vatten leder värme bättre än luft. Samtidigt krullar vissa lavar ihop sig i sitt torra tillstånd. Detta gör att lavens yttre delar ger skugga åt de inre, mer känsliga partierna där algen befinner sig. Algen i sin tur har förmågan att stänga av fotosyntesen vid torrt tillstånd. När fotosyntesen är avstängd har även algen en förhöjd förmåga att avge överskottsenergi i form av värme vilket ytterligare skyddar laven. När laven sedan blir fuktig igen återupptas de mekanismer som varit inaktiva och fotosyntesen sätter igång på nytt.

Vissa lavar kan på grund av dess poikilohydriska natur, leva under extremt torra förhållanden som till exempel föreligger i ökenområden. Dessa lavar använder endast fukten i luften, i form av morgondagg eller dimma, som enda vattentillgång. Under torra perioder kan de under en längre tid ligga i en kontrollerad dvala, redo att påbörja sin aktivitet så fort luftfuktigheten ökar.

De sekundära metaboliterna

De sekundära metaboliterna, som produceras av svampen, har en betydande roll för lavens överlevnad. Även svampar som inte lever tillsammans med en alg producerar metaboliter men de skiljer sig vanligtvis ämnes- och mängdmässigt från de som produceras av svampar som lever som lav. Man har genom tiden identifierat över 800 olika sekundära metaboliter hos lavarna. Dessa kallas ibland för lavsyror och många av dem har inte angivits någon definitiv roll i lavens biologi men en del har visat sig ha betydande egenskaper. Parietinet och usninsyran är två metaboliter som bidrar till lavens framgång.



Figur 3. Vägglav (*Xanthoria parietina*)

Parietinet är ett pigment som är placerade som små kristaller i överbarken hos laven. Forskare har upptäckt att under perioder med mycket solljus producerar svampen mer parietin än under perioder med mindre solljus. Man har också upptäckt att parietinet har en avskärmande effekt på UV-strålning. Närmare bestämt skyddar parietinet laven från UV-strålning mellan våglängderna 400-500 nm. Detta gör att lavar, som till exempel praktlav, som redan klarar av arktiska förhållanden även kan komma att klara av en framtid med ett förtunnat ozonlager. Parietinet är orangefärgat och ger vägglaven dess karakteristiska färg (Figur 3). Usninsyran är en annan metabolit som också återfinns i överbarken hos laven. Usninsyran absorberar UV-strålning med kortare våglängd än parietinet. Usninsyrans absorptionstoppar ligger på 220 och 290 nm.

Intressant med laven är att dess komponenter även kan överleva separerade från varandra. Svampen kan leva för sig och algen också. Men med hjälp av symbiosen i laven har de större överlevnadsförmåga än om de lever ensamma. Resultatet blir så att säga bättre än summan av dess delar. Många av lavens sekundära metaboliter återfinns dessutom inte i ensamt levande svampar vilket tyder på detta. Metaboliterna i laven har även andra funktioner utöver de som redan nämnts. Vissa av metaboliterna ogillas av växtätare och fungerar således som försvar mot dem. Andra har antibiotiska egenskaper och skyddar laven mot angrepp av virus och bakterier. Det har också visat sig att en del metaboliter påverkar tillväxten hos växter negativt. Detta gör att laven till viss utsträckning kan konkurrera med växterna. Alla dessa egenskaper gör att laven är en av de mest spridda organismerna på jorden.

På grund av förmågan att snabbt torka ut och ligga i dvala under längre perioder, klarar sig laven på extremt lite vatten. Dessutom gör det sekundära metaboliterna att laven klarar av stark UV-strålning utan att tillskansa sig skador i större omfattning. Förmågan att frigöra näringsämnen från sten och sand och samtidigt binda substrat så att en succession möjliggörs är även detta goda egenskaper för en kolonistör. Kanske kommer vi i framtiden kunna blicka ut över ett landskap som formats av mänskligheten på en annan planet. Huruvida laven har haft med ett finger i spelet då får vi se. Onekligen ser det idag ut som om laven är lämplig aspirant till detta.

Mera information

- de la Torre Noetzel, R., Sancho, L.G., Pintado, A., Rettberg, P., Rabbow, E., Panitz, C., Deuschmann, U., Reina, M., Horneck, G. 2008. Biopan experiment lichens on the photon M2 mission pre-flight verification test of the Rhizocarpon geographicum-granite ecosystem. *Advances in Space Research* 40:1665-1671.
- de Vera, J.-P., Horneck, G., Rettberg, P., Ott, S. 2003. The potential of lichen symbiosis to cope with the extreme conditions of outer space II: germination capacity of lichen ascospores in response to simulated space conditions. *Advances in Space Research* 33:1236-1243.
- de Vera, J.-P., Rettberg, P., Ott, S. 2008. Life at the limits: Capacities of isolated and cultured lichen symbionts to resist extreme environmental stresses. *Origins of Life and Evolution of Biospheres* 38:457-468.
- Uppsten, M. 2008. UV-skydd och uttorkningsförmågan hos lavar. Självständigt arbete i biologi VT 2008. Uppsala universitet.