

Lavvækst på Ella Ø-meteoritten

Af Eric Steen Hansen og Poul Graff-Petersen

Ikke sjældent hører man folk, der for første gang besøger Grønland, forundret udbryde: »Jeg forestillede mig, at Grønland var lutter is og gulte klippeflader, men så er her tværtimod så grønt med mængder af blomstrende vækster i den korte, hektiske sommertid«. Nogle bruger ligefrem udtrykket »det grønne Grønland« for at beskrive dette landskab.

I den første periode efter sidste istid var Grønland blot den mægtige, centrale iskappe og en smal bræmme af helt nøgne fjeldlandskaber langs kysten, kun i den allernordligste del af Grønland fandtes der udstrakte, sne- og isfrie fjeldområder. For at forstå, hvordan plantevæksten kunne kolonisere og til sidst dække så store dele af klipperne, som tilfældet er i nutiden, kan vi eksempelvis studere indvandringen af lichener på helt jomfrueligt klippesubstrat. Denne mulighed opstod, da man i 1971 og 1975 fandt den stærkt fragmenterede Ella Ø-meteorit i Østgrønland (Fig. 1).

Ella Island, som er meteorittens internationale navn, er en stenmeteorit



Fig. 1. Fundområdet for Ella Ø-meteoritten, med Kempes Fjord i baggrunden. Foran og lidt til venstre for hammerhovedet ses to af de store meteoritfragmenter med lys brudflade og mørk smelteskorpe. De mange mindre fragmenter er vanskeligt synlige på den stenede kalkoverflade. Foto: J. D. Friederichsen.



Fig. 2. Meteoritfragmenter på den stenede overflade, der bevokses af spredte tuer af Rypelyng (Fjeldsimmer), halvgræsser og Purpur-Stenbræk. Et stort fragment med lys brudflade og mørk smelteskorpe ligger i billedets højre side. Adskillige andre, lyse fragmenter ses langs plantetuens rand. Foto: J. D. Friederichsen.

på lige ved 6 kg. Ved faldet gik den i fire stykker, der senere på grund af temperatursvingninger og frostsprængninger blev yderligere sønderdelt. Da den blev fundet, var den opdelt i mere end 250 fragmenter, der vejede fra 1,7 kg til under et gram (Fig. 2).

Fra passagen gennem atmosfæren har meteoritten en brunsort, meget tynd, glasagtig smelteskorpe. Meteorittens indre består af en grå, finkornet grundmasse af mineralerne olivin (MgFe-silikat), pyroxener (MgFeCa-silikater) og plagioklas (AlNaCa-silikat). Spredt i grundmassen danner silikatmineralerne millimeterstore, kugleformede strukturer, kondrer. Denne

type af stenmeteoritter kaldes derfor for olivin-hypersthen kondritter (Fig. 3). Grundmassen indeholder også små korn af jernnikkel (7% Ni) og af mineralet troilit (jernsulfid). Jernnikkelkornene er omgivet af rust på grund af svag forvitring. Pletvis på overfladen findes der lidt magnesiumholdigt kalkstøv, som af vind og regn er tilført fra den lokale kalksten.

De mange meteoritfragmenter har tilsammen en overflade på ca. 400 cm² smelteskorpe og 3500 cm² brudflade, der var tilgængelig for bevoksning af lichenen fra tidspunktet for faldet indtil meteoritten blev fundet. På grund af de forskellige licheners udviklingstrin kan

længden af denne periode fastslås til omkring 20 år.

Blandt de tilpasninger, som tillader lichenerne at indvandre på den nøgne klippeflade, må evnen til at tåle udtørring og temperaturekstremer, den lange levetid og en væksthastighed, som holder trit med den langsomme frigivelse

af næringsstoffer fra den friske klippe, fremhæves som de mest betydningsfulde. Evnen til at fæstne sig på, gennemtrænge og »fordøje« klippesubstratets bestanddele er andre væsentlige egenskaber, som sådanne pionervækster må besidde. Som dobbeltorganismer, opstået ved samliv (symbiose) mellem

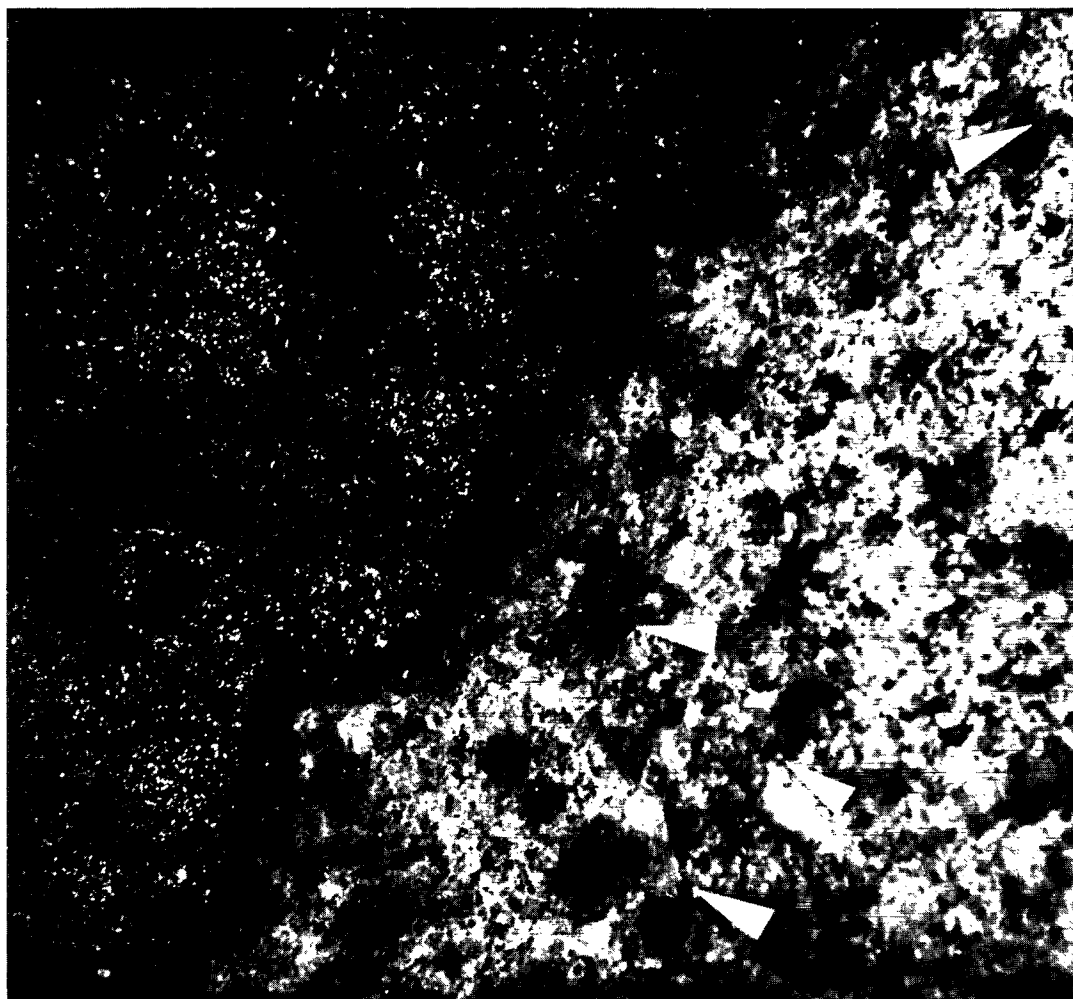


Fig. 3. Nærbillede af Ella Ø-meteoritten med den tynde, mørke smelteskorpe til venstre. På brudfladen er de mange pletter rustdannelse omkring jernnikkelkornene. De lysere prikker på brudfladen (ud for de hvide pile) er Fjeld-Væggelav (*Xanthoria*). Målestokken er inddelt i millimeter. Foto: O. B. Berthelsen.

svampe og alger, opfylder lichenerne eller laverne, som de også kaldes, alle disse krav. Vi ved, at nogle lichener kan tåle udtørring i indtil flere måneder uden at tage skade deraf, og kan udholde temperaturer, som ville dræbe de fleste andre planter. I udtørret tilstand befinder lichenerne sig i en art dvaletilstand, idet livsfunktionerne er nedsat til et minimum.

Hvordan når lichenerne frem til de nydannede klippeflader? For mange arktiske lichener sker det ved forskellige typer af vegetative formeringsorganer, f.eks. de såkaldte »soredier«, der består af én eller flere algeceller omspundet af svampehyfer (Fig. 4). Disse soredier spredes med regn, vind eller dyr fra moderorganismen til den nye vokseplads. Det siger sig selv, at de nemmest fastholdes i små revner og ujævnheder i et iøvrigt glat klippesubstrat.

Indvandringen af lichener på meteoritfragmenterne er fortrinsvis sket ved sporer, dannet ved kønnet formering i lichenernes frugtlegemer (Fig. 4). Sådanne sporer, dannet af lichenens svampepartner, kan kun udvikle sig til en ny lichen, hvis de ved spiringen kommer i kontakt med den rette alge. Dette synes at være sket i rigt mål på meteoritstykkerne at dømme efter det utrolig høje antal nye lichenindivider, især på brudfladerne. Efter kort tids vækst på klippesubstratet begynder lichenerne at sende hyfer ind i dette. I hårde klippetyper som basalt og uforvitrede gnejser og granitter sker dette primært langs fine sprækkedannelser, medens indtrængningen i porøse kalk-

sten er mere jævnt fordelt. Der er flere vidnesbyrd om, at lichener med deres hyfer kan trænge næsten 2 cm ind i klippesubstratet, der efterhånden løses. Der er ikke kun tale om en ren mekanisk effekt, men også om en kemisk, idet lichenerne bogstavelig talt »fordøjer« visse af klippens mineraler. En lille gruppe af skorpeformede lichener er ligefrem i stand til at omsætte og udskille iltede jernforbindelser på de jernrige klipper, på hvilke de vokser. (Dette interessante aspekt er for nylig behandlet nærmere for Grønland).

Det har vist sig, at lichenernes indhold af kuldioxid og oxalsyre, men først og fremmest de såkaldte »lichen-syrer« spiller en rolle ved nedbrydningen af klipper. Mange af lichen-syrerne er svagt vandopløselige og reagerer villigt med kationer fra sten og mineralpartikler. I denne forbindelse er karbonatmineraler mere kemisk aktive end f.eks. silikatmineraler. Det ser ud til, at lichenernes indvandring på klipper ligefrem øger muligheden for fremvækst af andre organismer. Substratet beredes altså for de næste led i successionskæden, blad- og buskformede lichener, som igen ved deres henfald muliggør indvandring af mosser og højere planter, ja, i Sydvestgrønland endda en lav birkeskov. På denne måde deltager lichenerne altså både i klippers forvitring og den jorddannelse, som igen betinger udvikling af et grønt vegetationsdække.

Til trods for, at meteoritstykkerne kun har været eksponeret for licheners spredningsenheder i en periode af ca. 20 år, er mange af dem besat med li-

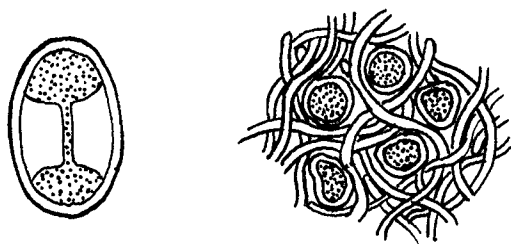


Fig. 4. Til venstre en 2-cellet spore af Fjeld-Væggelav ($14 \times 8 \mu\text{m}$). Til højre et soledium, dvs. lichenens ukønnede formerings- og spredningsenhed i form af nogle algeceller omspundet af svampetråde (diam. ca. $40 \mu\text{m}$). Tegning: B. Pedersen.

chenindivider. Da de fleste af disse befinder sig i den allertidligste vækstfase og derfor kun kan skelnes som orangerøde, gule, grå og sorte punkter, er meteoritoverfladen dog synlig næsten overalt. Kun overgangszonen mellem smelteskorpe og brudflade er på visse fragmenter fuldstændig dækket af lichener, hvilket formodentlig skyldes, at kalkstøvet i særlig grad samler sig her, ligesom det tætte sprækkesystem i overgangszonen holder mere effektivt på fugt end meteorittens normale brudflade. Lichener tilhørende ialt 10 slægter blev fundet på meteoritstykkerne. Lad os i det følgende se lidt nærmere på, hvordan nogle af lichenerne fordeler sig på de forskellige meteoritoverflader:

Æggeblommelav (*Candelariella*) forekommer helt overvejende på smelteskorpearealet. Det tynde, gule, skorpeformede løv, der hos lichenerne kaldes »thallus«, er dog sjældent i direkte kontakt med selve smelteskorpen, der er ugunstig for fæste af lichenerne. Det vokser nemlig især på et tyndt lag

kalkstøv, i revner og sprækker. På brudfladen koloniseres først og fremmest silikatminerallerne, medens jernnikkel- og troilitkornene kun i ringe grad er bevokset med Æggeblommelavens løv. Enkelte løv bærer små knapformede frugtlegemer, såkaldte apothecier.

Rosetlav (*Physcia*) viser i sin fordeling på meteoritfladerne stort set samme mønster som Æggeblommelav. Det lysegrå løv hos Rosetlav er dog bladformet og ikke fastvokset til underlaget som hos Æggeblommelav, men beklædt på undersiden med et lag af bark, hvorfra der udgår hæftetråde, de såkaldte rhiziner. På nogle meteoritstykker er Rosetlav i direkte forbindelse med jernnikkel-korn og troilitkorn via disse hæftetråde, men da de blot tjener til at hæfte laven til underlaget, og ikke har nogen vand- og stofledende funktion, som f.eks. de højere planter rødder, er Rosetlav i nogen grad beskyttet mod nikkellionernes skadelige indflydelse. Billedligt talt står Rosetlav på stylder i det giftige miljø omkring metal- og sulfidkornene.

Skønt Rosetlav vokser hurtigere end f.eks. Æggeblommelav er dens løv dog også bittesmå, oftest mindre end 1 mm, hvilket vanskeliggør artsbestemmelsen.

Væggelav (*Xanthoria*), der ligesom Rosetlav hører til de bladformede lichener, er langt den hyppigste organisme på meteoritstykkerne. Inden for 1 cm^2 af brudfladen optales mere end et halvt hundrede punktformede individer! Væggelaven er let kendelig ved sin orangerøde farve, der skyldes et indhold af de såkaldte anthraquinon-



Fig. 5. Løvene af Fjeld-Væggelav (diam. ca. 0,4 mm; FV) vokser her på meteorittens lyse silikatminerale. De lidt mørkere partier er de rustimprægnerede silikatminerale (R). Troilitmineralet (T) ses som mørke, glitrende korn. Foto: F. Rasmussen.

forbindelser (Fig. 5). I sit »voksne« udseende er Væggelav overordentlig karakteristisk, idet den danner rosetter med smalle, radiært udstrålende flige langs randen. Ofte er den centrale del af løvet tæt besat med skiveformede frugtleger. Enhver grønlandsfarer kender Fjeld-Væggelav (*Xanthoria elegans*) fra røde »ravneklipper« og andre fjeldpartier, der gødes af dyr. På sådanne klipper danner lichenens rosetter mere eller mindre sammenhængende bestande. Det kan ikke med sikkerhed siges, om den røde lichen på meteoritstykkerne tilhører denne art, da løvenes størrelse kun sjældent overstiger 1 mm. Flere forhold peger dog på, at det må

dreje sig om Fjeld-Væggelav: dels ved vi, at denne art er meget hyppig i dette område af Østgrønland, dels er bestanden af Fjeld-Væggelav med dette udseende fundet andre steder i Grønland.

Ligesom Æggeblommelav og Rosetlav er Væggelav hyppigst forekommen på brudfladen. Ingen løv vokser direkte på smelteskorpen. De forekommer udelukkende på det kalkstøv, der er aflejret i dennes spalter og fordybninger. På samme måde er Væggelavens løv knyttet til de aflejringer af kalkstøv, der har samlet sig i meteorittens overgangszone. På brudfladen er Væggelav i stand til at vokse både på de lyse og de rustimprægnerede silikatmi-

neraler, samt på jernnikkel- og troilitkorn. Løvene er i direkte kontakt med alle disse mineraler. En optælling og nærmere kortlægning af individerne gav den interessante oplysning, at Væggelag på meteoritstykkerne fortrinsvis vokser på de jernholdige mineraler. Selv om f.eks. Fjeld-Væggelav tidligere er kendt fra jernrige voksesubstrater, er det ikke sådan, at vi kan henhøre arten til den spændende gruppe af egentlige jernindikator-lichener (som også forekommer på Grønland).

Fjeld-Væggelav optræder jo overordentlig hyppigt på bjergarter helt uden tungmetaller. Der er altså tale om tolerance over for disse, ikke om krav på f.eks. jern og nikkel.

I denne forbindelse er det af interesse, at også Sort Foldekantlav (*Polysporina simplex*) blev fundet på Ella Ø-meteoritten. Denne art anses nemlig for at være pioner på tungmetaltholdige klipper. Den kendes på sit tynde, skorpeformede løv, der er delvis skjult i stenen, samt på sine brunsorte, mere el-

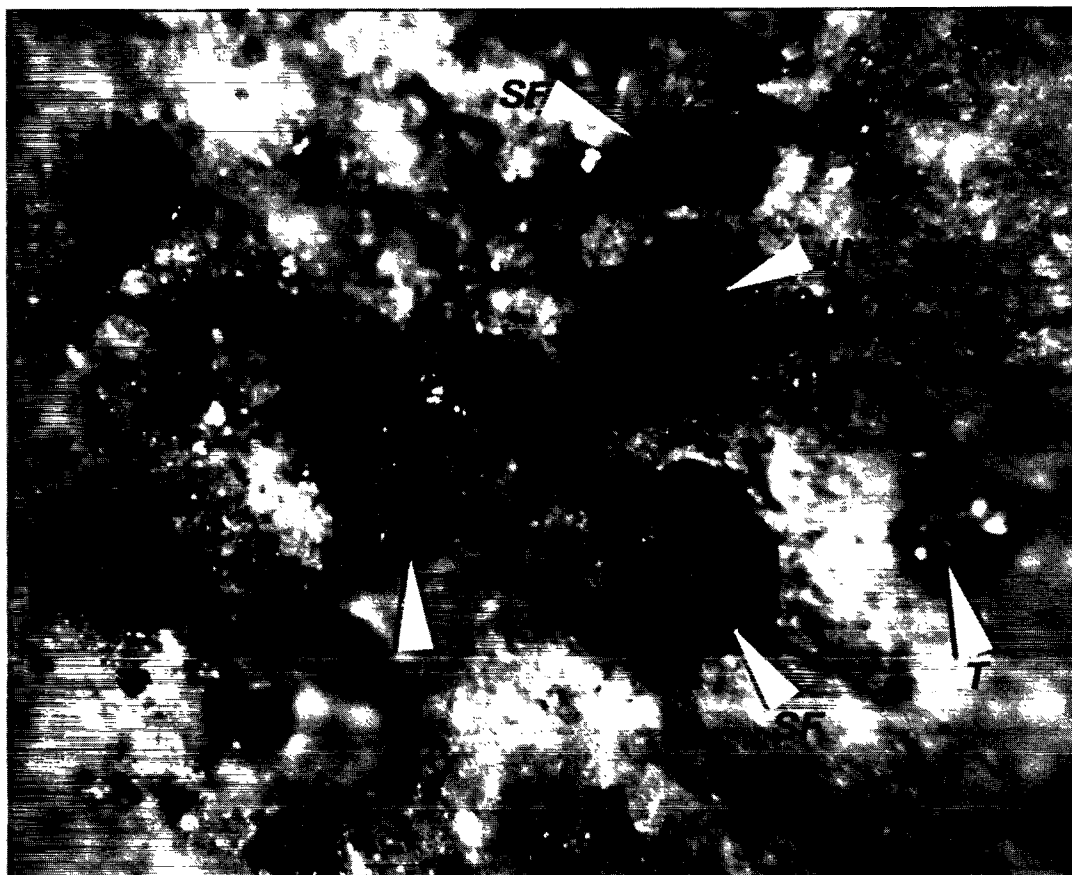


Fig. 6. Sort Foldekantlav har her dannet frugtlegermer i de lyse silikatmineraler. De ses som sorte, noget bugtede knapper (diam. 0,5 mm; SF). Både jernnikkel-korn (JN) og troilitkorn (T) erkendes tydeligt. Foto: F. Rasmussen.

ler mindre uregelmæssigt foldede frugtleger, som er under 1 mm brede (Fig. 6). Desværre er Sort Foldekantlav ikke så hyppig på meteoritstykkerne, at det lader sig gøre at undersøge dens mineralpræferencer nøjere. Den vokser fåtalligt på brudfladens silikatminerale.

Den tynde, pletvise belægning af kalkstøv på meteoritfragmenternes overflade forklarer efter al sandsynlighed forekomsten af to lichener, der andre steder i verden vokser på kalkbjergarter og dolomit. Det drejer sig om Kalk-Knaplav (*Rinodina bischoffii*) og Kalk-Sprækkerandlav (*Gyalidea leci-deopsis*). Som hos adskillige andre kalkboende lichener er løvet hos begge disse arter delvis skjult i stenens overflade. Medens førstnævnte art har siddende, mørkebrune frugtleger med ret tynd rand, er den anden art, som navnet antyder, karakteriseret ved sine i begyndelsen indsenkede frugtleger, der siden bliver iøjnefaldende ved sin tykke, hvide, stærkt opsprukne rand. Frugtlegemets skive er mørkebrun til sort (Fig. 7). Begge arter er temmelig uanselige og derfor sandsynligvis oversete i Grønland. Således kendes Kalk-Sprækkerandlav i Grønland foreløbig kun fra to lokaliteter, nemlig Ella Ø og Qagssiarssuk, hvor arten i 1980 blev fundet (af ESH) på kalksten nær Brattahlid.

Det er karakteristisk, at disse to kalkyndende lichener kun forekommer på meteorittens porøse brudflade og i overgangszonen, hvor kalkstøvet aflejres rigeligt, og hvor fugtighedsbetingelserne er bedst. Ganske vist er lichener i stand til at opløse klippesubstra-

tets egne mineraler, men i det foreliggende tilfælde får lichenerne deres kalcium og magnesium ioner fra det i nedbøren opløste magnesium-kalcitstøv. Der er ingen tvivl om, at lichenernes spredningsenheder er i stand til at hæfte sig til meteorittens smelteskorpe, men dennes forholdsvis høje varmeabsorption og glatte overfladestruktur betinger sammen med mangelen på næringsstoffer en manglende eller yderst minimal vækst hos næsten alle lichener, bortset fra de, der lever i smelteskorpens revner.

Lad os afslutningsvis se lidt nærmere på lichenernes forhold til meteorittens særlige mineraler, jernnikkel-kornene og troilitkornene. I kolonisationsfasen kan nikkel og jern (og muligvis også svovlforbindelser) influere på enten sporer, soredier, løsrevne dele af lichenløv eller alger. Vi ved ikke, i hvilken udstrækning disse spredningsenheder er i stand til at tåle de meget høje koncentrationer af nikkel og jern, som igen og igen hersker i mikromiljøet omkring metalkornene. I senere vækstfaser er man dog klar over, at lichenløv bedre kan tåle tungmetallerne, idet de aflejrer dem uden for de vitale dele af cellerne og binder dem blandt andet via ionombytningsprocesser. Desuden reduceres tungmetallernes giftvirkning i nogen grad af den forholdsvis høje pH forårsaget af de opløste magnesium-kalcit partikler. Alligevel optages de opløste metalioner langs hele lichenløvets overflade. Fra andre undersøgelser ved vi, at tungmetaller som jern og nikkel ophobes ekstracellulært i lichenerne, og indtil en vis

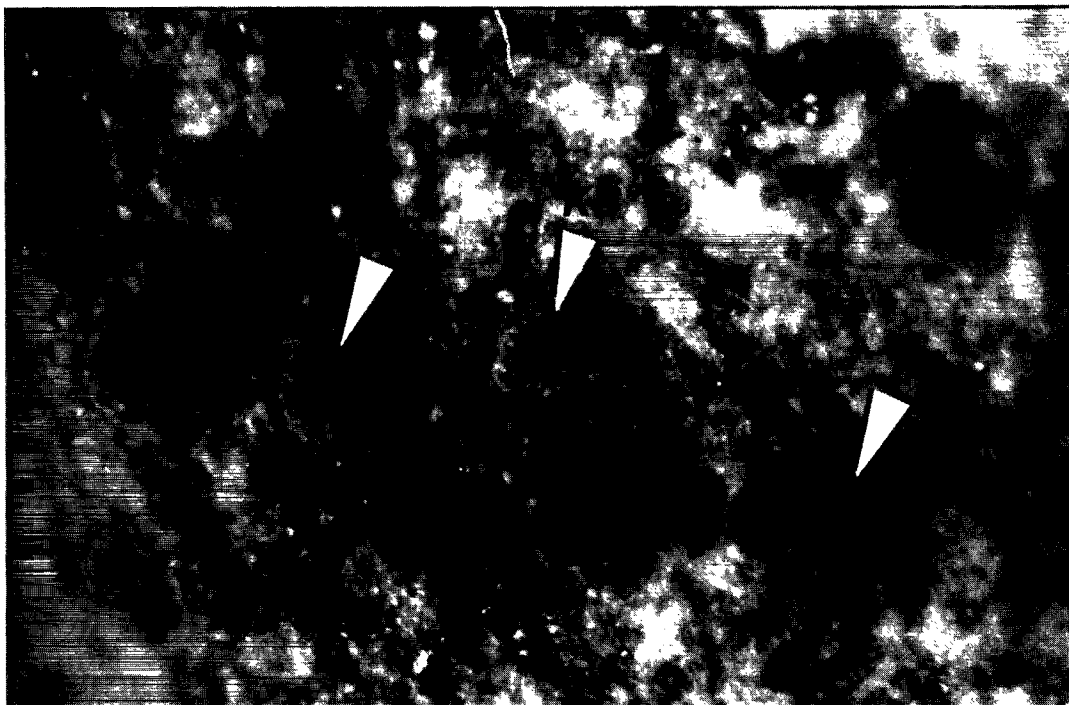


Fig. 7. De mørke frugtlegemer af Kalk-Sprækkerandlav (diam. ca. 0,3 mm) er delvis indsænket i meteoritens brudflade. De er omgivet af en iøjnefaldende hvid, opsprukken rand (KS). Til højre på billedet ses et jernnikkel-korn omgivet af en zone af rustimprægnerede silikatminerale (JN). Foto: F. Rasmussen.

grænse synes de at være uden skadelig indflydelse. Det kan ikke udelukkes, at den fortyndede svovlsyreopløsning, som dannes ved troilitkornenes nedbrydning, forøger koncentrationen af metalioner på og omkring metalkornene.

Det er således et varieret mikromiljø, der påvirker lichenerne i kolonisationsfasen, hvor f.eks. Væggelav viser stor tolerance over for jern og nikkel, der til gengæld hæmmer udviklingen af Æggeblommelav.

Ekstra-terrestriske sten kan vise indvandringen af jordiske planter. Det omvendte forhold ville have været lige så interessant, men det foreligger desværre ikke.

Litteratur

- V. F. Buchwald: Meteoritter i Grønland. *Naturens Verden* 1987, 377-392.
- J. D. Friederichsen & P. Graff-Petersen: Ella Island, vor nye meteorit. *Varv* 1977, nr. 1, 12-17.
- E. S. Hansen & P. Graff-Petersen: Lichens growing on the Ella Island meteorite, Central East Greenland. *Lichenologist* 1986, bd. 18, 71-78.