

The Lichen-Mineral Connection

*Joseph A. Mandarino, Curator of Mineralogy, Department of Mineralogy,
Royal Ontario Museum, 100 Queen's Park, Toronto, Ontario, M5S 2C6
CANADA*

and

*Professor of Mineralogy, Department of Geology, University of Toronto,
Toronto, Ontario, M5S 3B1 CANADA*

In 1968, I spent the month of July in Denmark and the month of August in Norway with my wife and our four children who were very young at that time. Part of this was holiday time prior to a sabbatical at the Bureau de Recherches Geologiques et Minieres in Orleans, France, but as a museum curator I could not ignore the minerals of Scandinavia. Unfortunately, I could devote only two weeks of this period to collecting and this was restricted to Norway. After spending a few days in Oslo, where I spent many hours with Prof. Dr. Henrich Neumann at the Mineralogisk-Geologisk Museum, we proceeded on to Kristiansand where we had rented a cottage. The next two weeks were to involve me with some of the finest people I have ever met: Arthur and Orest Landsverk and other members of their family in Iveland and Mr. T. Johnne of Arendal. From them, I was able to obtain many good specimens for the Royal Ontario Museum. I also was able to visit several collecting sites in the Setesdal area.

For those of you who have never visited the province of Ontario in Canada, I can say that it is like being in Norway! The trees, birds, rocks and weather are almost identical. And, of course, this extends to the minerals as well. In this paper, I will not even try to draw further mineralogical comparisons. Instead, I would like to acquaint you with what I think is a fascinating trick of Nature: the lichen-mineral connection. This connection exists in Ontario and I have every reason to believe that it probably exists in Norway also.

Usually, mineral collectors find lichens and mosses a nuisance because they can hide minerals from their view. In some instances, however, they work not to hide minerals but to produce them and this is the subject of this paper. I first got involved with lichens almost 25 years ago, although

I didn't realize at the time that I should be interested in them.

Weddellite in General

In 1970, several mineral specimens from the Norland area of Ontario were submitted for identification to the Department of Mineralogy by a student. A small amount of white material on some of the specimens gave an X-ray powder diffraction pattern identical to that of weddellite. This was an amazing discovery because up to that time, this rare hydrated calcium oxalate, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, had been reported only in two other places: by Bannister & Hey (1936) in sediments from the bottom of the Weddell Sea off Antarctica and by Hutton & Taft (1965) in sediments dredged up from the sea bottom off the coast of Florida. At this point I should mention that weddellite is better known to members of

the medical and veterinary professions than it is to those of us in mineralogy because it is frequently found as a constituent of calculi (kidney or bladder "stones") in the urinary tract of humans and other animals. Not all weddellite found in animals results from disorders, however. Lowenstam (1968) found that the gizzard plates of the deepwater gastropod, *Scaphander cylindrellus*, was made up of weddellite. Traill (1970) identified weddellite in sponge spicules from Fisher Strait, Hudson Bay area, North West Territories, Canada. Oxalates are found also in plants. Weddellite was reported in the common onion, *Alium cepa*, by Honneger (1952) and in the plant, *Spyrogyra*, by Knobloch & Kalina (1968).

Weddellite from Ontario

Now that we had an occurrence of weddellite on land in Ontario, obviously we would have to visit the locality and carry out a complete study of this rare mineral. Some of my friends wondered if the weddellite was something produced by a cow or other animal which happened to be in the area!

During the next nine years we tried to find the locality without success. Because we were unable to observe the mineral in situ, no report was made of the occurrence, although the mineral was included in a compilation of Ontario minerals by Satterly (1977). Adding to our frustration of not being able to find the occurrence was the fact that weddellite was being reported from other places: by Marlowe (1970) in bottom sediments from the St. Lawrence and Saguenay rivers; in rocks near Modena, Italy by Tirelli (1977); in forest litter in five widely separated locations in the U.S.A. by Graustein et al. (1977); and in Upper Cretaceous rocks in Yugoslavia by Slovenec & Sinkovec (1973, 1974). As we will see later, other occurrences of weddellite and other oxalates have been reported also.

My interest in weddellite was revived in late 1979 when I identified some large

crystals from Biggs, Oregon, U.S.A, as the mineral. Prior to this discovery, weddellite was known only as very small, usually microscopic, crystals; the largest known natural crystals were about 1/4 mm. The crystals from Oregon ranged up to 5 x 5 x 40 mm; veritable giants for weddellite! Together with the man who submitted the material for identification, Mr. Noble V. Witt, I began a complete study of the Oregon material. This included a complete library search in order to understand the mode of formation of all the other reported occurrences of weddellite. An interesting commonality emerged from the terrestrial occurrences in Italy reported by Tirelli (1977) and in the U.S.A. by Graustein et al. (1977), mentioned above, and of weddellite and other oxalates from Scotland reported by Wilson et al. (1980, 1981). In all of these occurrences, weddellite was found associated with lichens. Some of the investigations showed without doubt that the lichens had been responsible for the formation of the mineral by producing oxalic acid which reacted with the rocks on which the lichen was growing. A reexamination of the Ontario specimens showed the presence of lichens. It was a good bet that our Ontario weddellite resulted from the interaction of lichens with a limestone or marble, either of which could provide the calcium to combine with the oxalate ions produced by the lichens.

In 1982, two summer students and a visiting scholar from China joined me on a quick trip to the Norland area. There, we drove along back roads looking for marble outcrops. The first one we found was thickly overgrown with moss and lichens. On a vertical surface of the marble, just below the moss- and lichen-covered area, was an abundance of white, powdery material. The next morning, back in Toronto, an X-ray powder diffraction pattern of this material confirmed that we had found weddellite. The lichen and moss involved in the production of the Ontario weddellite were identified, respectively, as *Lepraria finkii*

(B. de Lesd.) R. Harris and Thuidium abietinum (Hedw.) B.S.G. by Prof. J. Krug of the Department of Botany, University of Toronto. In 1983, at last, I was able to publish a paper on the Ontario occurrence of weddellite as well as a paper on the Oregon material.

So much for the Ontario weddellite occurrence. Let us now spend some time summarizing what we know about other geological occurrences of oxalates especially with regard to lichens.

Lichens and Oxalates

Oxalic acid is secreted by the mycobionts of many lichens as part of the process used to disintegrate rocks in order to obtain the chemical elements they need to sustain themselves. The oxalic acid may react with certain chemical elements freed from the minerals in the rocks and, eventually, oxalates of those chemical elements may form in close proximity to the lichen-rock interface. As we have noted, this is certainly the case with the Ontario weddellite from Haliburton County, Ontario. Tirelli (1977) considered that the weddellite and whewellite which he found in Italy formed through the decay of vegetal matter. Wilson et al. (1980) noted that the action of oxalic acid produced by the mycobiont of the lichen *Lecanora atra* on serpentinite resulted in the formation of a magnesium oxalate. They referred to this material as glushinskite ($MgC_2O_4 \cdot 2H_2O$), but strictly speaking it was not compared directly with the glushinskite reported by Nefodov in the paper by Zhemchuzhnikov & Ginzburg (1960) abstracted by Bonshtedt-Kupletskaia (1962). In fact, Nefodov stated that glushinskite is orthorhombic whereas Wilson et al. (1980) equate their material to a synthetic monoclinic $MgC_2O_4 \cdot 2H_2O$. Wilson et al. (1981) published a detailed study of the weathering of the serpentinite by the lichen noting that the two calcium oxalates, weddellite and whewellite also were found. Jones et al. (1980) reported that the lichen *Pertusaria corallina*, which covered a

basalt, caused the production of weddellite and whewellite through the decomposition of calcic plagioclase crystals due to oxalic acid secreted by the mycobiont of the lichen.

Two much earlier reports on natural oxalates are very interesting. Braconnot (1825) reported the occurrence of a lichen growing on limestone. Almost half the weight of the lichen material was calcium oxalate. Liebig (1853) described a material coating the marble of the Parthenon in Athens and called it "thierschite". Frondel (1962) studied a specimen of "thierschite" and determined that it consisted of "desiccated vegetal material, perhaps a lichen, that contained embedded microscopic grains of whewellite". Bannister & Hey (1936) identified crystals of whewellite in a lichen spore.

Conclusions

The foregoing evidence shows rather strongly that some natural oxalate minerals are the result of the interaction of lichens with rocks. Some people may think that materials produced in this way are not true minerals, because living organisms were involved in the processes of formation. I think there is general agreement that materials produced within living organisms should not be considered minerals. In the case of the oxalates, then, we would not consider a kidney or bladder stone consisting of $CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$ and/or $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ to be made up of weddellite and/or whewellite. Similarly, oxalates produced within plants should not be considered minerals. On the other hand, the natural secretion of oxalic acid from a lichen reacting on rocks may produce oxalates which are perfectly legitimate minerals. After all, if we totally rule out the role of biological processes in the production of minerals, then we must say that the calcite of most limestone formations is not a mineral because it was produced by living organisms. Probably many additional oxalate minerals produced by the action of oxalic acid on

rocks exist in Nature, but have been overlooked by all of us. Hundreds of different oxalates have been synthesized in the laboratory. The ten oxalates known to occur naturally are listed in Table 1. Perhaps some sharp-eyed collectors will be able to add to this list.

Dedication

It is a pleasure to dedicate this paper to my friend and colleague, Curator Gunnar Raade, on the occasion of his fiftieth birthday.

References

Bannister, F. A. & Hey, M. H. (1936): Report on some crystalline components of the Weddell Sea deposits. *Discovery Reports* 13 60-69.

Braconnot, H. (1825): De la presence de l'oxalate de chaux dans le regne mineral; existence du meme sel en quantite enorme dans les plantes de la famille des lichens, et moyen avantageux d'en extraire l'acide oxalique. *Annales Chim. Physique* 28, 318-322.

Frondel, C. (1962): Thierschite (= whewellite). *Amer. Mineral.* 47, 786.

Graustein, W. C., Cromack, K. & Sollins, P. (1977): Calcium oxalate: occurrence in soils and effect on nutrient and geochemical cycles. *Science* 198, 1252-1254.

Honneger, R. (1952): The polyhydrates of calcium oxalate. *Vierteljahrsschr. naturforsch. Ges. Zurich Beih.* 97, 1-44.

Hutton, C. O. & Taft, W. H. (1965): Weddellite in modern sediments, Florida. *Mineral. Mag.* 34, 256-265.

Jones, D., Wilson, M. J. & Tait, J. M. (1980): Weathering of a basalt by *Pertusaria corallina*. *Lichenol.* 12, 277-289.

Knobloch, K. & Kalina, T. (1968): Kreuzformige Oxalat-kristalle in *Spyrogyra*. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 81, 286-288.

Liebig, J. (1853): Ueber den Thierschit. *Ann. Chem. Pharm. (Liebig)* 86, 113-115.

Lowenstam, H. A. (1968): Weddellite in a marine gastropod and in Antarctic sediments. *Science* 162, 1129-1130.

Mandarino, J. A. (1983): Weddellite from

Lutterworth Township, Haliburton County, Ontario. *Can. Mineral.* 21, 509-511.

Mandarino, J. A. & Witt, N. V. (1983): Weddellite from Biggs, Oregon, U.S.A. *Can. Mineral.* 21, 503-508.

Marlowe, J. I. (1970): Weddellite in bottom sediment from the St. Lawrence and Saguenay rivers. *J. Sed. Petrology* 40, 499-506.

Satterly, J. (1977): A Catalogue of the Ontario Localities Represented by the Mineral Collection of the Royal Ontario Museum. *Ont. Geol. Surv. Misc. Pap.* MP70, 464 pp.

Slovenec, D. & Sinkovec, B. (1973): Whewellite and weddellite from the Upper Cretaceous limestone near Zminj in Istra. *Bull. Sci., Cons. Acad. Sci. Arts RSF Yougoslavie* 18A, 228-229.

Slovenec, D. & Sinkovec, B. (1974): Whewellite ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) and weddellite ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) from the Upper Cretaceous limestone near Zminj in Istra. *Geol. Vjesn.* 27, 209-216.

Tirelli, G. (1977): Weddellite e whewellite dell' Apennino modense. *Mineral. Petrog. Acta* 21, 93-100.

Traill, R. J. (1970): A Catalogue of Canadian Minerals. *Geol. Surv. Can. Pap.* 69-45, 649 pp.

Wilson, M. J., Jones, D. & McHardy, W. J. (1981): The weathering of serpentine by *Lecanora atra*. *Lichenol.* 13, 167-176.

Wilson, M. J., Jones, D. & Russel, J. D. (1980): Glushinskite, a naturally occurring magnesium oxalate. *Mineral. Mag.* 43, 837-840.

Zhemchuzhnikov, Yu. A. & Ginzburg, A. I. (1960): Petrology of Coal. *Izdatel. Akad. Nauk SSSR*, 93. Abstracted by E. M. Bonshtedt-Kupletskaya in *Zapiski Vses. Mineral. Obshch.* 92, 204 (1962). See abstracts in *Amer. Mineral.* 47, 1482 (1962) and *Mineral. Absts.* 16, 555 (1964).

Table 1. Summary of the known oxalate minerals.

NAME	CHEMICAL FORMULA	CRYSTAL SYSTEM
GLUSHINSKITE See Note (1)	$\text{MgC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	monoclinic
HUMBOLDTINE	$\text{Fe}^{2+}\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	monoclinic
MINGUZZITE	$\text{K}_3\text{Fe}^{3+}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	monoclinic
MOOLOOITE	$\text{Cu}^{2+}\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{O} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	orthorhombic
OXAMMITE	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	orthorhombic
STEPANOVITE	$\text{NaMgFe}^{3+}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 8\text{-}9\text{H}_2\text{O}$	hexagonal
WEDDELLITE See Note (2)	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	tetragonal
WHEATLEYITE	$\text{Na}_2\text{Cu}^{2+}(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	triclinic
WHEWELLITE	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	monoclinic
ZHEMCHUZHNIKOVITE	$\text{NaMg}(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	hexagonal

Notes: (1) The chemical formula and crystal system for glushinskite may be incorrect. The original description was very incomplete and the work by Wilson et al. (1980) assumed the identity of their material with glushinskite.

(2) The chemical formula of weddellite may require revision. The study by Mandarino & Witt (1983) indicated a formula with slightly more water: $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\frac{1}{4}\text{H}_2\text{O}$.

Bemerkninger: (1) Den kjemiske formelen og krystallsystemet for glushinskitt kan være feil. Originalbeskrivelsen var ufullstendig og arbeider av Wilson et al. (1980) antok at deres materiale var identisk med glushinskitt .

(2) Den kjemiske formel for weddellitt må kanskje revideres. Studier av Mandarino & Witt (1983) indikerte på en formel med noe mer vann: $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2,25\text{H}_2\text{O}$.

FORBINDELSEN MELLOM LAV OG MINERALER

Joseph A. Mandarino, Konservator i mineralogi, Institutt for mineralogi, Royal Ontario Museum, 100 Queen's Park, Toronto, Ontario, M5S 2C6 Canada

og Professor i mineralogi, Institutt for geologi, Universitetet i Toronto, Toronto, Ontario, M5S 3B1 Canada

1968 tilbrakte jeg juli måned i Danmark og august i Norge sammen med min kone og fire barn, som var svært unge den gang. Deler av denne perioden var ferie før jeg begynte på et sabbatsår ved Bureau de Recherches Géologiques et Minières i Orleans, Frankrike, men som museumskonservator kunne jeg ikke ignorere Skandinavias mineraler. Beklageligvis kunne jeg kun bruke to uker til mineralsamling og da bare i Norge. Etter å ha tilbrakt et par dager i Oslo, hvor jeg tilbrakte flere timer sammen med professor Henrich Neumann ved Mineralogisk-Geologisk Museum, dro vi til Kristiansand. Her hadde vi leid en hytte. De neste to ukene ga meg anledning til å møte noen av de mest sympatiske menneskene jeg noensinne har truffet: Arthur og Orest Landsverk og andre medlemmer av familien deres i Iveland, og T. Johnne i Arendal. Takket være disse personene var jeg i stand til å samle inn mange gode mineralprøver til Royal Ontario Museum. Jeg fikk også anledning til å besøke flere mineralforekomster i Setesdal.

For de som aldri har besøkt provinsen Ontario i Canada, kan jeg opplyse om at det er som å være i Norge. Trærne, fuglene, bergartene og været er så og si identisk. Og dette gjelder selvfølgelig også mineralene. Jeg vil ikke gå nærmere inn på dette temaet i denne artikkelen. Isteden vil jeg presentere dere for en fascinerende egenhet fra naturens side: forbindelsen mellom lav og mineraler. Denne forbindelsen finnes i Ontario og jeg har all grunn til å tro at den eksisterer i Norge også.

Vanligvis betrakter mineralsamlere lav og mose som en plage fordi de dekker til mineraler. I noen tilfeller derimot skjuler ikke lav og mose mineraliseringene, men lager faktisk mineraler, og dette er temaet i denne artikkelen. Jeg ble først involvert i lav for 25 år siden, selv om jeg da ikke var klar over at de skulle bli så interessante for meg.

Weddellitt generelt

I 1970 ble flere mineralprøver fra Norland området i Ontario levert inn til bestemmelse ved Institutt for Mineralogi av en student. En liten del av et hvitt materiale på noen av prøvene ga et pulver røntgendiffraksjonsmønster identisk med weddellitt. Dette var et fantastisk funn, fordi inntil da var dette sjeldne oksalatet, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \Sigma 2\text{H}_2\text{O}$, kun rapportert fra to andre lokaliteter: i sedimenter fra Weddellhavet ved Antarktis (Bannister & Hey, 1936) og i sedimenter skrapet opp fra havbunnen utenfor kysten av Florida (Hutton & Taft, 1965). Her vil jeg også nevne at weddellitt er bedre kjent av leger og veterinærer enn mineralogener fordi mineralet er ofte funnet i nyrestein fra mennesker og dyr. Ikke all weddellitt funnet i dyr er forårsaket av sykdom. Lowenstam (1968) oppdaget at kråsplatene til dyphavsgastropoden, *Scaphander cylindrellus*, besto av weddellitt. Traill (1970) identifiserte weddellitt i det indre skjelettet i svamper fra Fishers Strait, Hudson Bay, Nordvest territoriet, Canada. Oksalater er også funnet i planter. Weddellitt er rapportert funnet i vanlig løk, *Allium cepa*, av Honneger (1952) og i plan-

ten *Spyrogyra* av Knobloch & Kalina (1968).

Weddellitt fra Ontario

Når vi nå hadde funnet weddellitt over havnivå i Ontario, måtte vi selvfølgelig besøke lokaliteten og utføre en komplett undersøkelse av dette sjeldne mineralet. Noen av mine venner spekulerte om ikke weddellitten var et produkt fra en ku eller et annet dyr som tilfeldigvis hadde vært i området. I løpet av de ni neste årene forsøkte vi å finne lokaliteten uten hell. Siden vi ikke var i stand til å observere mineralet på stedet, ble det ikke skrevet en rapport om funnet, selv om mineralet ble beskrevet i en oversikt over Ontarios mineraler (Satterly, 1977). Frustrasjonen vår over ikke å ha funnet lokaliteten økte når mineralet ble rapportert fra andre lokaliteter; i bunnsedimenter fra St. Marlowe og Saguenay elvene (Marlowe, 1970), i bergarter nær Modena, Italia (Tirelli, 1977), i nedfallsmateriale i skogbunnen fra fem svært forskjellige lokaliteter i USA (Graustein et al., 1977), og i bergarter fra øvre Kritt i Jugoslavia (Slovenec & Sinkovec, 1973, 1974). Vi vil senere også se at weddellitt og andre oksalater er rapportert fra andre lokaliteter.

Min interesse i weddellitt ble fornyet i slutten av 1979 når jeg identifiserte noen store krystaller av mineralet fra Biggs, Oregon, USA. Før dette funnet var weddellitt kun funnet som meget små, vanligvis mikroskopiske krystaller. Den største kjente krystallen var ca. 0,25 mm. Krystallene fra Oregon var opp til 5 x 5 x 40 mm, hvilket var giganter til weddellitt å være! Sammen med Noble V. Witt, som leverte mineralet inn til bestemmelse, begynte jeg en full undersøkelse av Oregon materialet. Dette inkluderte et detaljert litteraturstudie for å kunne forstå opptreden og dannelse av alle forekomster med weddellitt. Et interessant fellestrekk ble funnet mellom det italienske funnet (Tirelli, 1970), de amerikanske funnene rapportert av Graustein et al. (1977) og av weddellitt og andre oksalater fra Skottland rapportert av Wilson et al. (1980,

1981). Weddellitt ble fra alle disse lokalitetene funnet sammen med lav. Noen av undersøkelsene viste uten tvil at lav var ansvarlig for dannelsen av mineralet ved å produsere oksalsyre som reagerte med bergarten lavet vokste på. En fornyet undersøkelse av materialet fra Ontario viste tilstedeværelse av lav. Det var et veddemål med gode odds at vår weddellitt fra Ontario var et resultat av lav sammen med kalkstein eller marmor. Sistnevnte kan bidra med kalsium som kan reagere med oksalationene produsert av lavet.

I 1982 var jeg og to sommerstudenter fra Kina på en rask tur til Norland området. Der kjørte vi rundt på småveier og så etter kalksteinsblotninger. Den første vi fant var kraftig overvokst av mose og lav. På en vertikal overflate av marmoren, rett under det mose- og lavdekte området, var det mye av et hvitt, pulveraktig materiale. Neste morgen, i Toronto, bekreftet en pulver røntgendiffraksjons-undersøkelse at vi hadde funnet weddellitt. Mosen og lavet ble identifisert som henholdsvis *Lepraria finkii* av R. Harris, og *Thuidium abietinum* av professor J. Krug ved institutt for botanikk, universitetet i Toronto. I 1983 var så jeg endelig i stand til å publisere en artikkel om Ontario funnet av weddellitt og samtidig en artikkel om materialet i Oregon.

Så mye om weddellittforekomsten i Ontario. La oss nå bruke noe tid på et sammendrag om hva vi vet om andre geologiske forekomster av oksalater, spesielt i forbindelse med lav.

Lav og oksalater

Oksalsyre blir utskilt av mycobionten i mange lavararter som en del av deres nedbrytningsprosess av bergarter. De kjemiske elementene som blir løst opp utgjør noe av den næringen lavet trenger for å overleve. Oksalasyra kan reagere med bestemte kjemiske elementer som er oppløst fra bergartens mineraler og, eventuelt, danne oksalater av disse elementene i den umiddelbare nærhet av kontakten mellom lav og berg-

art. Som vi tidligere har nevnt, dette er definitivt tilfelle med weddellitten fra Haliburton County, Ontario. Tirelli (1977) betraktet weddellitt og whewellitt som han fant i Italia ble dannet i forbindelse med nedbrytning av organisk materiale. Wilson et al. (1980) opplyste om at reaksjonen mellom oksalsyre, produsert av mycobionten i lavarten *Lecanora atra*, og serpentinitt medførte dannelsen av magnesium oksalat. De henviste til dette materiale som glushinskitt ($MgC_2O_4 \cdot 2H_2O$), men strengt talt ble det ikke direkte sammenlignet med glushinskitt rapportert av Nefodov i en artikkel av Zhemchuzhnikov & Ginsburg (1960) og gjengitt som et sammendrag av Bonshtedt-Kupletskaia (1962). Nefodov beskrev glushinskitt som ortorombisk mens Wilson et al. (1980) beskrev at deres materiale var identisk med syntetisk monoklint ($MgC_2O_4 \cdot 2H_2O$). Wilson et al. (1981), som publiserte en detaljert studie av forvitringen av serpentinitt forårsaket av lav, bemerket at de to kalsium oksalater, weddellitt og whewellitt, også ble funnet. Jones et al. (1980) rapporterte at lavarten *Pertusaria corallina*, som vokste på en basalt, forårsaket dannelsen av weddellitt og whewellitt gjennom nedbrytningen av kalsium plagioklas krystaller. Nedbrytningen ble forårsaket av oksalsyre produsert av mycobionten i lavet.

To mye tidligere rapporter om naturlige oksalater er meget interessante. Braconnot (1825) rapporterte om forekomsten av et lav som vokste på kalkstein. Nesten halvparten av materialet var kalsium oksalat. Liebig (1853) beskrev et materiale som dekket marmoren i Parthenon i Athen og kalte det "thierschitt". Frondel (1962) studerte et eksemplar av "thierschitt" og bestemte at det besto av "uttørket vegetabilsk materiale, muligens et lav, som inneholdt innesluttete korn av whewellitt". Bannister & Hey (1936) identifiserte krystaller av whewellitt i sporer fra lav.

Konklusjon

De ovenstående bevis viser tydelig at noen

naturlig forekommende oksalat mineraler er et resultat lavs påvirkning av bergarter. Noen kan tro at slikt materiale produsert på denne måten ikke er virkelige mineraler, fordi levende organismer er involvert i dannelsen av mineralet. Jeg tror at det er en generell enighet om at materiale dannet inne i levende organismer ikke skal bli betraktet som et mineral. I dette tilfelle med oksalater, vil vi ikke betrakte nyresteinene bestående av $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ og/eller $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ som bestående av weddellitt og/eller whewellit. Tilsvarende, oksalater dannet inne i planter bør heller ikke bli betraktet som mineraler. På den annen side, den naturlige utskillelsen av oksalsyre fra et lav, som ved en reaksjon med bergarten danner oksalater, er legitime mineraler. Hvis vi skulle totalt utelukke rollen til bio-

logiske prosesser som produsenter av mineraler, måtte vi også utelukke kalkspat fra de fleste kalksteinene som et mineral fordi de er produsert av levende organismer. Sannsynligvis eksisterer mange flere oksalat mineraler dannet ved reaksjon mellom oksalsyre og bergarter i naturen, men som er oversett. Hundrevis av oksalater er dannet kunstig i laboratorium. De ti kjente, naturlige forekommende oksalater er vist i Tabell 1. Kanskje noen skarpøyde samlere vil ha noe å tilføye til denne listen.

Dedikasjon

Det er en fornøyelse å dedikere denne artikkelen til min venn og kollega, konservator Gunnar Raade, i forbindelse med hans femtiårsdag.

Oversatt h-j.b.

STÖTT VÅRE ANONSÖRER

Inför mässorna 1994 ...

... ring oss gärna i förväg



013 - 14 07 50

så packar vi med speciellt till Dig

just det Du har tänkt att köpa av oss!

Stockholm

11 - 12 Juni

Strömsbruk

1 - 3 Juli

Långban

6 - 7 Augusti

Kopparberg

18 - 19 Juni

Västerås

1 - 2 Oktober



RUBÉCO

STEN OCH MINERAL HB

TEL. 013-14 07 50

Box 6052

S-580 06 LINKÖPING, SVERIGE

Vi ses!

Runa och Berth