

Carmelo R i g a n o

**Presenza dell'alga unicellulare *Cyanidium caldarium*
(Tilden) Geitler nei terreni fumarolici
dei Campi Flegrei e di Ischia (Napoli) ***

Il genere *Cyanidium* è stato istituito da GEITLER (1936) e comprende la sola specie *C. caldarium*.

Il *C. caldarium* è un'alga unicellulare che vive in ambienti caldi ed acidi, caratterizzati da fenomeni di vulcanismo secondario, e presenta perciò caratteristiche ecologiche e fisiologiche particolari. Questa alga finora è stata segnalata, secondo quanto riporta HIROSE (1950), in Giappone, a Giava, a Sumatra, alla Dominica e negli Stati Uniti.

Lo scopo di questo lavoro è di riferire sulla presenza del *C. caldarium* presso alcune fumarole che si trovano nei Campi Flegrei e nell'isola di Ischia, cioè nei terreni vulcanici dei dintorni di Napoli, e di segnalare così per la prima volta l'esistenza di questa specie anche nel continente europeo.

POSIZIONE SISTEMATICA DEL *C. caldarium*.

La posizione sistematica del *C. caldarium* è stata lungamente discussa ma non ancora risolta. TILDEN (1896), che per

* Lavoro eseguito con un contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche, nell'ambito del Comitato Biologia e Medicina, Gruppo « Ecologia », presso l'Istituto Botanico di Napoli (Facoltà di Scienze).

prima descrisse questa alga, la classificò come una *Cyanophyta* e le assegnò il nome di *Chroococcus varius*, mentre successivamente (1898) la trasferì alle *Chlorophyta* con il nome di *Proto-coccus botryoides* f. *caldaria*. Anche WEST (1904) la descrisse come una *Chlorophyceae* sotto il nome di *Palmellococcus thermalis*, mentre GEITLER (1936) la riassegnò alle *Cyanophyta* ed istituì per essa il genere *Cyanidium*; nello stesso anno COPELAND (1936), sempre riferendola alle *Cyanophyta*, le dette il nome di *Pluto caldarius*. Più recentemente HIROSE (1950) e ALLEN (1959), malgrado la presenza in essa di ficocianina, la hanno assegnata alle *Chlorophyta* attribuendola al genere *Chlorella*. HIROSE (1958) però, in un secondo tempo, in una revisione sistematica, l'ha trasferita alle *Rhodophyta* con il nome di *Rhodococcus caldarius*. LEWIN (1961), infine, ha assegnato il *C. caldarium* alle *Cryptococcales*. Gli eusinonimi dell'alga quindi sono molti; il nome universalmente accettato oggi però è: *Cyanidium caldarium* (TILDEN) GEITLER.

Il motivo per il quale i vari Autori che se ne sono occupati non hanno potuto assegnare il *C. caldarium* a nessun gruppo sistematico in maniera definitiva, dipende dal fatto che i pigmenti, le sostanze di riserva, la struttura ed il modo di riproduzione di quest'alga costituiscono caratteri che si ritrovano in gruppi sistematici molto lontani tra di loro (*Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Rhodophyta*), ed il fatto di trovarli riuniti nello stesso organismo è davvero eccezionale. Il *C. caldarium* possiede infatti *c* ficocianina e solo clorofilla *a* (ALLEN, 1959; NICHOLS & BOGORAD, 1962); si riproduce per endospore; possiede un nucleo ed un solo cloroplasto, i quali però sono meno evoluti di quelli delle alghe superiori, come hanno messo in evidenza ROSEN & SIEGISMUND (1961) in osservazioni fatte al microscopio elettronico; come prodotto di riserva non contiene amido, ma un prodotto simile all'amido delle *Florideae* (HIROSE, 1958). Molto particolare è inoltre la sua ecologia: in natura infatti il *C. caldarium* sarebbe stato trovato fino alla temperatura di 89°C (HIROSE, 1950) e sempre in ambienti molto acidi con un pH qualche volta uguale ad 1. Questa sua acido-resistenza anzi è molto più marcata, in quanto lo si è coltivato in laboratorio in terreni di

coltura la cui concentrazione di acido solforico era 1 N (ALLEN, 1959).

Come si vede, quindi, le caratteristiche ecologiche, fisiologiche, e morfologiche del *C. Caldarium* sono così peculiari, che ognuna di esse può essere portata come prova diagnostica inconfondibile di questa specie.

IL *C. caldarium* NEI CAMPI FLEGREI ED A ISCHIA.

Come abbiamo accennato in precedenza, lo scopo di questa nota è di segnalare la presenza del *C. caldarium* nei pressi di Napoli.

In effetti, già nel secolo scorso, la presenza di un'alga unicellulare presso le fumarole della solfatara di Pozzuoli (Napoli) ha attirato l'attenzione di vari Autori. Di essa si sono occupati: PEDICINO (1873), che la classificava come una *Chlorophyceae* e l'assegnava al genere *Protococcus*; GALDIERI (1889), il quale istituiva per essa una nuova specie che chiamava *Pleurococcus sulphurarius*; CESATI, come riporta BALSAMO, il quale le assegnava il nome di *Protococcus vulcanicus*. Recentemente MAINI & PROFILI (1950; 1957) hanno ripreso lo studio di quest'alga, interessandosi della sua distribuzione alla solfatara di Pozzuoli, della sua ecologia, e della sua posizione sistematica. Per quanto riguarda quest'ultima tali Autori, ritenendo che si trattasse di una *Cyanophyta* (l'alga è fornita di ficocianina), la identificavano con la *Entophysalis rivularis* di DROUET. Noi, in base ad alcune caratteristiche che presenta quest'alga, riteniamo di poterla identificare con il *Cyanidium caldarium* trovato in altri continenti.

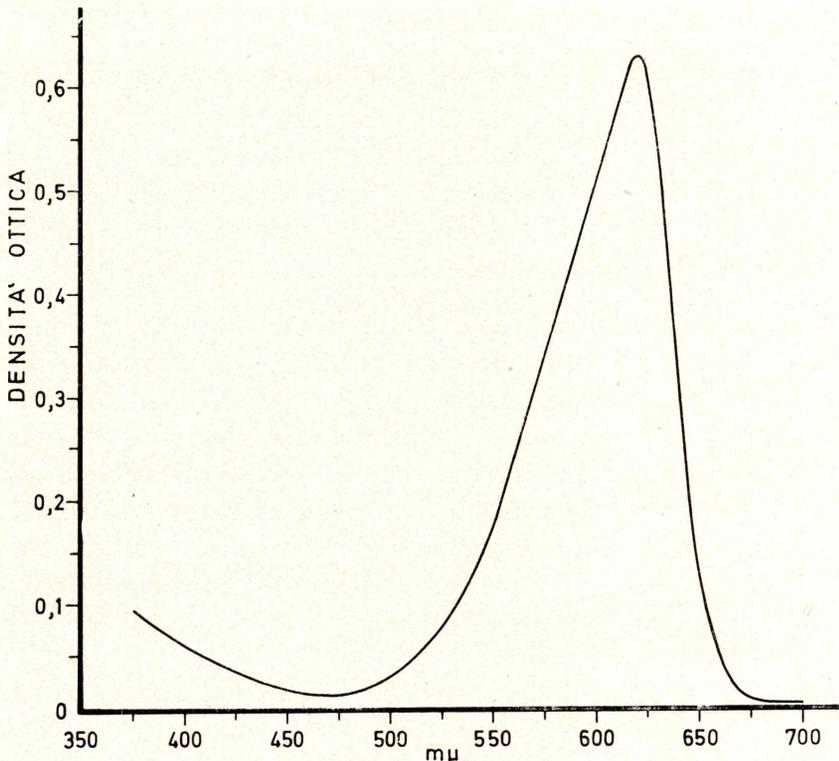
Al fine di essere più sicuri di tale identificazione, oltre all'esame delle caratteristiche morfologiche ed ecologiche, sull'alga che vive presso le fumarole del napoletano da noi studiate abbiamo anche eseguito analisi per stabilire il tipo di clorofilla

e di ficocianina da essa possedute. Come prima cosa, pertanto, sono state allestite colture di arricchimento su mezzo di ALLEN (1959) a partire da campioni dell'alga prelevati sterilmente da una fumarola, e ciò per poter disporre di materiale sufficiente per le analisi. Da tali colture le cellule erano raccolte per centrifugazione, lavate ed utilizzate per l'estrazione della clorofilla e della ficocianina. La clorofilla era estratta in acetone all'80 %, tritutando le cellule in mortaio con sabbia di quarzo, e determinata mediante i coefficienti di assorbimento di MCKINNEY (SMITH & BENITEZ, 1955); la ficocianina era estratta in acqua mediante rottura delle cellule alla French-press e, dopo centrifugazione dell'estratto a grande velocità ($27.000 \times g$), veniva purificata mediante passaggio su colonna di idrossilapatite, secondo il metodo di TISELIUS (1955): l'eluizione era fatta con tampone fosfato pH 6,5 a concentrazione crescente nell'intervallo 0,04 - 0,08 M. Gli spettri di assorbimento sono stati eseguiti con uno spettrofotometro Zeiss.

Le analisi eseguite in laboratorio e le osservazioni fatte in campagna presso le fumarole di Pozzuoli, dei Pisciarelli e di Ischia, hanno mostrato che l'alga in esame, come il *C. caldarium* del Giappone e degli Stati Uniti, presenta i seguenti caratteri: possiede soltanto clorofilla *a* e *c* ficocianina (graf. 1); si riproduce per endospore; ha una elevata acido-resistenza e si coltiva in mezzi nei quali si ha una concentrazione 1 N di acido solforico; al microscopio le cellule delle nostre colture presentano le stesse caratteristiche morfologiche delle cellule in coltura di *C. caldarium* dello Yellowstone Park. In base a questi primi risultati possiamo senz'altro affermare che l'alga da noi studiata va identificata con il *C. caldarium*.

Anche l'ecologia del *C. caldarium* del napoletano è uguale a quella del *C. caldarium* trovato altrove per quanto riguarda due fattori molto importanti: la temperatura ed il pH. Dalle nostre prime indagini è risultato infatti che le fumarole presso le quali noi abbiamo trovato l'alga presentano temperature ele-

vate ed il pH del suolo estremamente acido per la presenza di acido solforico. Pare che l'alga in esame esiga tale tipo di substrato: infatti, mentre essa è *sempre presente* presso le fumarole sopra accennate, essa è *sempre assente* presso le fumarole a solo vapore acqueo, e che presentano il pH del suolo vicino alla neutralità.



Spettro di assorbimento della *c*-ficocianina estratta dall'alga unicellulare *Cyanidium caldarium* prelevata da una fumarola della solfatara di Pozzuoli (Napoli).

Oltre che alla solfatara di Pozzuoli, noi abbiamo trovato *C. caldarium* presso le fumarole di un'altra località detta Pisciarelli e presso alcune fumarole dell'isola di Ischia.

CONCLUSIONI

Da questa nostra prima indagine sulle fumarole dei dintorni di Napoli risulta che, se esse sono di tipo acido, sono sempre colonizzate dalla stessa alga unicellulare la quale, per le sue caratteristiche morfologiche, ecologiche e fisiologiche è identificabile con il *Cyanidium caldarium*.

Il *C. caldarium* finora era stato segnalato in alcune parti della terra, e precisamente nel continente asiatico (Giappone, Giava, Sumatra) ed americano (Yellowstone Park, USA), ma mai nel continente europeo; la presente segnalazione del *C. caldarium* negli ambienti vulcanici del napoletano *estende dunque l'areale di questa specie anche all'Europa*.

Il *C. caldarium* è quindi cosmopolita: esso rappresenta il solo organismo fotosintetico che colonizza gli ambienti vulcanici caldi ed acidi, in qualsiasi parte della terra tali ambienti si trovino; esso vive sia in acque termali acide sia, come nel caso qui segnalato, sul terreno che circonda le fumarole di tipo acido. Poichè questi ambienti con così peculiari caratteristiche ecologiche sono molto distanti fra di loro sulla superficie della terra, resta aperto il problema di come il *C. caldarium*, che è legato ecologicamente ad essi, abbia potuto raggiungere e colonizzare località così lontane.

RIASSUNTO

L'Autore segnala la presenza dell'alga unicellulare *Cyanidium caldarium* (TILDEN) GEITLER nel continente europeo e, più precisamente, presso alcune fumarole dei campi Flegrei e di Ischia (Napoli). Le fumarole, che abbondano in queste località con attività vulcanica secondaria, sono di due tipi: A) a pH del suolo decisamente acido; B) a solo vapore acqueo, e con pH vicino alla neutralità.

Viene stabilito che questa alga si trova soltanto presso le fumarole del primo tipo (A), mentre manca presso le fumarole a solo vapore d'acqua. Essa quindi colonizza esclusivamente ambienti vulcanici caldi ed acidi.

C. caldarium in precedenza è stato segnalato in ambienti vulcanici del continente asiatico e del continente americano. Il *C. caldarium* dei dintorni di Napoli presenta le stesse caratteristiche morfologiche e fisiologiche del *C. caldarium* trovato in Asia e in America.

SUMMARY

The present work reports the presence of a unicellular alga, *Cyanidium caldarium* (TILDEN) GEITLER at some fumaroles in the « Campi Flegrei » and Ischia (Napoli). The fumaroles, which abound in these spots, are of two kinds: 1) mixed vapour type, with a very acid soil; 2) water vapour type, with an almost neutral pH. The *C. caldarium* lives only in the former type of fumaroles, and has never been found at fumaroles having only water vapour.

This is the first time that *C. caldarium* is reported for the European continent.

The *C. caldarium* which was found in the « Campi Flegrei » near Naples, is similar for its characteristics to *C. caldarium* found in Japan and in USA: is reproduced by means of endospore formation; contains chlorophyll *a* and *c*-phycocyanin and no chlorophyll *b*; in laboratory exhibits growth in very acid media; lives in nature in very acid and hot environments.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN M. B., 1959. *Studies with Cyanidium caldarium, an anomalously pigmented chlorophyte*. Arch. Mikrobiol., **32**: 270-277.
- BALSAMO F., 1892. *Manipolo di Alghe napoletane*. Napoli: p. 77.
- COPELAND J. E., 1936. *Yellowstone Thermal Myxophyceae*. Ann. New York Acad. Sci., **36**: p. 72.
- GALDIERI A., 1899. *Su di un'alga che cresce intorno alle fumarole della Solfatarà*. Rend. R. Accad. Sci. fis. mat. di Napoli, **6**: 1-5.

- GEITLER L., 1936. *Die Cyanophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda Expedition*. Arch. Hydrobiol. supplement, **14**: 388-91.
- HIROSE H., 1950 a. *Studies on a thermal alga, Cyanidium caldarium*. Bot. Mag., **63**: 107-111.
- HIROSE H., 1950 b. *Studies on Cyanidium caldarium (TILDEN) GEITLER, with special reference to its ecology and distribution in Japan*. Journ Jap Bot., **25**: 179-184.
- HIROSE H., 1958. *Rearrangement of the sistematic position of a thermal alga Cyanidium caldarium*. Bot. Mag., **71**: 347-352.
- LEWIN R. A., 1961. *Cyanidium caldarium a Criptococcalean?* Phycological News Bull., **14**:
- MAINI P. S., 1957. *Nuove osservazioni sull'ecologia di Entophysalis rivularis nella solfatara di Pozzuoli*. Annali Ist. Sup. Sc. lett. « S. Chiara », **7**: 363-369.
- NICHOLS K. E. & BOGORAD, 1962. *Action spectra studies of phycocyanin formation in a mutant of Cyanidium caldarium*. Bot. Gaz., **124**: 85-93.
- PROFILI P. L. & P. S. MAINI, 1950. *Ricerche intorno ad una cianoficea della solfatara di Pozzuoli*. Ann. Ist. Sup. Sc. e Lett. « S. Chiara », **2**: 317-327.
- ROSEN W. G. & K. A. SIEGESMUND, 1961. *Some observations on the fine structure of a thermofilic, acidophilic alga*. Journ. Biophys. Biochem. Cytol., **9**: 910-914.
- SMIT J. H. C. & A. BENITEZ, 1955. *Modern methods of plant analysis*. Springer-Verlag, Berlino, **4**: 142.
- TILDEN J. E., 1896. *American Algae*. Century II N. 198.
- TILDEN J. E., 1898. *Observations on some west american thermal algae*. Bot. Gaz., **26**: 89-105.
- TISELIUS A., 1955. *Chromatography of proteins on calcium phosphate*. Ark für Kemi. **7**: 443-449.
- WEST G. S., 1904. *West Indian freshwater algae*. Jour. Bot., **42**: 281-294.