

LE ALGHE D'ACQUA DOLCE: RACCOLTA, CONSERVAZIONE, IDENTIFICAZIONE

1. Identità delle alghe d'acqua dolce.

I più importanti gruppi sistematici di alghe che popolano le acque dolci, correnti e stagnanti, sono i seguenti:

- Divisione *Cyanophyta*, classe *Cyanophyceae* (*Cyanobacteria*), alghe azzurre o cianobatteri; sono queste le sole alghe procariotiche, mentre tutte le altre che seguono sono alghe eucariotiche;
- Divisione *Euglenophyta*, classe *Euglenophyceae*, o alghe euglenoidi;
- Divisione *Dinophyta*, classe *Dinophyceae*, o dinoflagellate;
- Divisione *Cryptophyta*, classe *Cryptophyceae*, o criptomonadi;
- Divisione *Chrysophyta*, classi *Chrysophyceae* (alghe giallo-dorate) e *Xanthophyceae* (alghe gialle);
- Divisione *Bacillariophyta*, classe *Bacillariophyceae*, o Diatomee;
- Divisione *Rhodophyta*, classe *Rhodophyceae*, o alghe rosse; tipicamente marine, queste alghe sono rappresentate nelle acque correnti da alcuni generi e specie di rilevante interesse;
- Divisione *Chlorophyta* (alghe verdi), classi *Chlorophyceae*, *Ulvophyceae* e *Charophyceae*.

La classificazione delle alghe si fonda sui caratteri morfologici di ogni ordine e grado, sui caratteri biochimici e citotassonomici e, attualmente, soprattutto sulle tecniche molecolari, in particolare la determinazione delle sequenze nucleotidiche degli acidi nucleici ottenute mediante PCR, la reazione a catena della polimerasi ("polymerase chain reaction").

2. Raccolta dei campioni.

Le alghe d'acqua dolce popolano due ecosistemi molto differenti tra loro: quello delle acque correnti (ambienti lotici) e quello delle acque stagnanti (ambienti lentic). I primi sono rappresentati soprattutto da fiumi, torrenti e ruscelli; i secondi da laghi, stagni, paludi, torbiere. Variano di conseguenza le tecniche di raccolta.

2.1. Fitobenthos delle acque correnti.

Nei corsi d'acqua si incontrano forme quasi esclusivamente bentoniche, per lo più reofile o reobionti, con tallo unicellulare o pluricellulare e provviste di vari accorgimenti (rizoidi, peduncoli mucosi, secrezioni mucose ed altro) per opporsi alla corrente. Vengono di seguito elencate alcune delle alghe più comuni presenti nei fiumi italiani.

Cyanophyceae. Le alghe azzurre (cianobatteri) sono molto frequenti con i generi *Nostoc* (Figg. 1, 2), *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Lyngbya* e *Scytonema*; il primo forma grosse colonie gelatinose, globose o irregolarmente lobate, sulle pietre e sui ciottoli in piena corrente; gli altri danno luogo a feltri, talora molto sottili altre volte più o meno spessi, su substrati sommersi prevalentemente di natura litica.

Chrysophyceae. Questa classe è rappresentata soprattutto da *Hydrurus foetidus* (Ville) Trév., una specie coloniale con tallo gelatinoso di grandi dimensioni ed estremamente polimorfo.

Xanthophyceae. Frequenti sono i filamenti semplici uniseriati di *Tribonema*, ma è il genere *Vaucheria*, a tallo sifonato e ramificato, che domina nettamente tra le alghe gialle; esso comprende varie specie, tra cui: *V. geminata* (Vaucher) De Candolle, *V. sessilis* (Vaucher) De Candolle, *V. dillwynii* (Weber et Mohr) C.A. Agardh (Fig. 3), *V. racemosa* (Vaucher) De Candolle e *V. woroniniana* Heering.

Bacillariophyceae. Le Diatomee sono molto numerose e diffuse lungo tutto il bacino idrografico dei fiumi, dalla sorgente alla foce, ma con generi e specie differenti a seconda delle condizioni ambientali, ciò che ne fa degli ottimi bioindicatori della qualità delle acque correnti; altre considerazioni a questo proposito saranno fatte più avanti.

Rhodophyceae. Le alghe rosse sono presenti con i generi *Bangia* (Fig. 4), *Batrachospermum* (Fig. 5), *Lemanea* (Fig. 6), *Audouinella* e, più raramente, *Thorea*; ognuno di essi figura con poche specie, ma tutte localizzate nei tratti superiore e medio dei corsi d'acqua (*crenon* e *rhithron*), dove stanno ad indicare un'eccellente o buona qualità degli ambienti reofili.

Chlorophyta. Le alghe verdi comprendono tre classi dalla morfologia molto varia: dalle forme unicellulari, isolate o coloniali, si passa a quelle ad organizzazione pseudoparenchimatica, attraverso forme filamentose semplici o ramificate. Nei nostri corsi d'acqua possiamo trovare:

- colonie gelatinose di *Tetraspora gelatinosa* (Vaucher) Desvaux e *T. lubrica* (Roth) Agardh;
- filamenti semplici di *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Kützing;
- masserelle filamentose di colore verde brillante dovute a *Zygnema*, *Spirogyra* e *Mougeotia*, particolarmente sviluppate nelle polle di risorgiva dove sono note anche con il nome di "capelli delle naiadi";
- filamenti ramificati, immersi in un materiale gelatinoso più o meno denso, di *Chaetophora elegans* Agardh e *C. incrassata* (Hudson) Hazen;
- filamenti ramificati ad organizzazione sifonocladale di *Cladophora glomerata* (L.) Kützing (Fig. 6), che formano densi e lunghi cespi attaccati alle pietre sommerse e pettinati dalla corrente;
- le "piantine" di *Chara* e *Nitella*, di cui si dirà meglio più oltre, a proposito delle acque stagnanti.

La raccolta dei campioni di alghe bentoniche va effettuata con modalità differenti a seconda che si tratti di forme epilittiche, epifitiche o epipeliche.

Le alghe epilittiche sono presenti sui massi, sulle pietre, sui ciottoli, sulle pareti delle cascate e su altri substrati solidi, naturali o artificiali, sotto forma di rivestimenti sottili, filamenti semplici o ramificati, piccoli ammassi gelatinosi, feltri o cuscinetti; i colori variano dal blu al verde, dal giallo al bruno, al rosso. Tutti questi talli, quando sono sufficientemente grandi, vengono prelevati direttamente, senza particolari accorgimenti. Le forme microscopiche in film sottili, come le Diatomee, possono essere raschiate con una lama o

asportate con uno spazzolino a setole rigide; il substrato litico, quando possibile, sarà sollevato al di fuori dell'acqua per facilitare le operazioni.

Le forme epifitiche, per lo più unicellulari o coloniali, sono quelle che si sviluppano sulle idrofite fanerogamiche, sui muschi e sulle stesse alghe macroscopiche. La raccolta viene effettuata mediante spremitura energica di queste macrofite, oppure grattando con una lama i cauli e le foglie delle piante superiori, allo scopo di staccarne le alghe che vi aderiscono formando una sorta di pellicola gelatinosa. Con la spremitura finiranno nel campione anche le forme libere, talora filamentose, che si trovano tra le macrofite acquatiche e che vanno sotto il nome di *metaphyton*.

Le forme epipeliche, per lo più unicellulari o filamentose semplici, sono adagiate sul limo di fondo in acque a lento scorrimento. Il campionamento può essere fatto con un tubo di vetro lungo e sottile che si immerge con l'imboccatura rivolta verso il sedimento e chiusa con il pollice. Rilasciando gradualmente il pollice, si fa scorrere il tubo sulla superficie del deposito melmoso. Il tubo si riempirà di un miscuglio di acqua e sedimento, ma conterrà anche le alghe, che saranno poi osservate e identificate al microscopio. Si possono qui trovare numerose specie saprofile o saprobionti, tra cui molte Diatomee, varie Clorofite della famiglia delle *Chlamydomonadaceae* e Cianofitee filamentose del genere *Oscillatoria*.

2.2. Fitobenthos delle acque stagnanti.

Lungo la fascia litorale dei laghi si incontrano in grande quantità alghe epifitiche, unicellulari e coloniali, la cui raccolta va fatta mediante spremitura delle idrofite fanerogamiche cui sono adese. Qui sono molto abbondanti anche le alghe del *metaphyton* che comprendono, tra l'altro, numerose specie appartenenti ai generi *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Spirogyra*, *Zygnema*, *Mougeotia*, le cui masserelle filamentose, avviluppate ai cauli e alle foglie delle piante superiori sommerse, possono essere prelevate direttamente senza particolari accorgimenti. A maggiore profondità, infisse con i loro rizoidi alla sabbia o al limo di fondo (*rhizobenthos*), si incontrano spesso le "piantine" di *Chara* e *Nitella* (classe *Charophyceae*, ordine *Charales*) alte alcuni decimetri. *Chara* si sviluppa in acque a reazione alcalina, *Nitella* in acque a reazione acida. Esse si possono raccogliere direttamente con le mani, se la profondità dell'invaso lo consente, altrimenti occorre una draga.

Un ambiente lenticolo del tutto particolare è quello rappresentato dalle torbiere a sfagni, dove si sviluppano in gran numero alghe microscopiche unicellulari, le Desmidiacee (classe *Charophyceae*, ordine *Zygnematales*), dalle forme elegantissime (Fig. 7). Il pH acido e talora fortemente acido di questi biotopi, dovuto alla particolare fisiologia degli sfagni, è di ostacolo alla vita della maggior parte degli organismi viventi, ma decisamente favorevole alle Desmidiacee, che si ottengono strizzando gli sfagni o prelevando il limo di fondo delle piccole depressioni inondate che solitamente si trovano tra i cumuli di sfagni.

2.3. Fitoplancton lacustre.

Il plancton è il complesso degli organismi che vivono in sospensione nell'acqua, trasportati passivamente dalle correnti e dal moto ondoso. Nel plancton, si suole distinguere la frazione costituita dagli organismi autotrofi, il fitoplancton, da quella rappresentata dagli organismi eterotrofi, lo zooplancton.

Il fitoplancton, composto esclusivamente da alghe, per lo più unicellulari, galleggia negli strati superficiali dell'acqua fin dove arriva la luce in quantità sufficiente a permettere la fotosintesi (zona fotica).

Le classi di alghe meglio rappresentate nel plancton lacustre sono le seguenti:

- le Cianofitee, presenti con numerose specie, alcune delle quali possono però dar luogo alla temuta produzione di biotossine, come nel caso di *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing o di *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis et Komarek; quest'ultima, già nota con il nome di *Oscillatoria rubescens* De Candolle, determina spesso, nei mesi invernali, "fioriture" superficiali che suscitano l'allarme delle popolazioni rivierasche;
- le Euglenofitee con i generi *Euglena*, *Phacus* e *Trachelomonas*, più frequenti nelle piccole raccolte d'acqua;
- le Dinofitee, comuni in tutti i laghi con le specie *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin (Fig. 8) e *Peridinium cinctum* Ehrenberg; una menzione speciale va fatta per il glenodinio del Lago di Tovel o *Glenodinium sanguineum* Marchesoni, poi divenuto *Woloszynskia coronata* (Woloszynska) Thompson, ed ora *Tovellia coronata* (Woloszynska) Lindberg, Moestrup & Daugbjerg; questo organismo ha causato, fino all'estate del 1964, l'arrossamento delle acque del laghetto alpino rendendolo famoso nel mondo;
- le Criptofitee, con i generi *Chroomonas* e *Cryptomonas*;
- le Crisofitee, che in certi periodi dell'anno dominano quantitativamente su tutte le altre forme con varie specie del genere *Dinobryon*, tra cui *D. divergens* Imhof e *D. sertularia* Ehrenberg;
- le Bacillariofitee, sia con l'ordine delle *Centrales* (*Cyclotella ocellata* Pantocsek, *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, ecc.), che con quello delle *Pennales* (es. *Asterionella formosa* Hassall e *Fragilaria crotonensis* Kitton);
- le Clorofitee, presenti per lo più con l'ordine *Volvocales*, tra cui *Eudorina elegans* Ehrenberg, *Gonium pectorale* O.F. Müller, *Pandorina morum* (O. F. Müller) Bory; ma anche con l'ordine *Chlorococcales*, come ad esempio *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs, *Botryococcus braunii* Kützing, *Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn e *Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini.

Il fitoplancton viene raccolto con il noto retino da plancton: un cerchio metallico di vario diametro (solitamente 30 cm) che sostiene un sacco conico costituito da una rete in nylon avente maglie molto fitte (lato di qualche decina di μm). Le retinate possono essere orizzontali, con il retino trascinato da una barca che si muova a bassa velocità; oppure verticali, con la barca ferma nel punto prestabilito e facendo scendere il retino - provvisto di un peso adeguato - alla profondità desiderata mediante una cordicella graduata. Gli organismi del plancton, trattenuti dalle maglie del retino, confluiscono in un bicchiere campionario di circa 100 cc, munito di rubinetto, che si trova all'estremità inferiore del retino stesso. Per prelievi di plancton a profondità ben determinate si usa la bottiglia di Niskin o simili: essenzialmente un cilindro in PVC, con due coperchi alle estremità la cui apertura-chiusura viene comandata a distanza tramite messaggero; un verricello con puleggia contometri permette di raggiungere la profondità voluta. In questo modo vengono catturati anche organismi di dimensioni molto piccole che sfuggirebbero alle più fitte reti da plancton. I campionamenti, ripetuti nel corso dell'anno, consentono lo studio della variabilità stagionale del popolamento fitoplanctonico.

In piccoli laghetti ed in ambienti paludosi di montagna, profondi non più di qualche decina di cm, si possono verificare durante l'estate, saltuariamente od anche periodicamente, in dipendenza delle condizioni ambientali, fioriture di *Euglena sanguinea* Ehrenberg *s. l.* che determinano vistosi arrossamenti delle acque (Fig. 9); in questi casi, essendo gli individui dell'ordine di milioni per litro e disposti in superficie, il prelievo può essere fatto direttamente con una beuta, o altro contenitore.

3. Periodi di raccolta e rilevazione di alcuni importanti parametri ambientali.

Il periodo idoneo alla raccolta delle alghe va dall'inizio della primavera fino ai primi geli autunnali. In questo intervallo, le stagioni migliori per le Diatomee e le Crisoficee, che prediligono acque fresche, sono la primavera e l'autunno. Gli altri gruppi di alghe trovano le condizioni più favorevoli in estate.

Strumenti utili, se non indispensabili da portare sul campo, soprattutto in assenza di analisi chimiche contestuali, sono:

- un pH-metro portatile, per conoscere subito se l'acqua è a reazione basica, acida o circumneutrale;
- un termometro per misurare la temperatura dell'aria, meglio se a ventola;
- un termometro per rilevare la temperatura dell'acqua, molto pratico quello a pozzetto; una relativa indipendenza della temperatura del corpo idrico da quella dell'aria è un indice della stabilità del sistema;
- un altimetro per rilevare la quota sul livello del mare.

4. Etichettatura e conservazione dei campioni.

I campioni comunque ottenuti, con il retino, o mediante spremitura, raschiatura o altro, possono essere immessi in contenitori di plastica da 50 o 100 cc e riempiti fino a circa tre quarti con l'acqua di raccolta. Si aggiunge formalina da commercio, meglio se neutralizzata, nella proporzione del 4-5%, quindi si chiude con cura e si agita il contenitore. Se si ha la possibilità di un rapido rientro in laboratorio, parte del campione si lascia senza formaldeide per poterlo osservare a fresco al microscopio; la fissazione compromette fortemente, infatti, il riconoscimento delle alghe unicellulari provviste di flagelli. Ad ogni contenitore viene poi apposta un'etichetta che riporta il luogo e la data di raccolta, la modalità del prelievo e il numero d'ordine. Informazioni più complete e più dettagliate saranno annotate su di un taccuino.

Le tecniche di conservazione su fogli d'erbario utilizzate per le alghe marine di grandi e medie dimensioni, simili a quelle adoperate per le piante superiori, mal si adattano alle alghe d'acqua dolce, con alcune eccezioni che riguardano soprattutto i generi *Chara* e *Nitella* (Caroficee), *Lemanea* (Rodoficee) e pochi altri.

Chara possiede un "fusticino" eretto, ramificato, ricoperto da filamenti corticanti, lungo alcune decine di cm, porta verticilli di "rametti" ed è infisso al substrato (limo, sabbia, ghiaia) per mezzo di rizoidi pluricellulari. Il tallo è spesso fortemente incrostato di calcare e pertanto rigido e fragile. *Nitella* differisce da *Chara* perché ha un tallo più gracile, privo filamenti corticanti e non impregnato di carbonato di calcio. *Lemanea* risulta di filamenti semplici o ramificati, di aspetto bambusifforme e di consistenza cartilaginea, di colore violaceo scuro e lunghi fino a 40 cm. Begli esemplari di queste alghe sono conservati nell'erbario – sezione di crittogamia - del Museo Nazionale di Storia Naturale di Parigi.

5. Preparazione del materiale per l'osservazione microscopica. Strumentazione essenziale.

5.1. Alghe d'acqua dolce in generale.

Il materiale raccolto, portato in laboratorio, va osservato al microscopio ottico. Sono necessari, come corredo minimo, una coppia di oculari x 10 e quattro obiettivi: x 4, x 10, x 40 e x 100 ad immersione. Gli oculari andranno adoperati in successione facendo ruotare il revolver, a partire da quello che dà il minimo ingrandimento. L'obiettivo x 4 permetterà di avere una visione d'insieme del campione, gli altri consentiranno di ingrandire via via l'alga oggetto dell'osservazione o il particolare che ci interessa. Le alghe, prelevate dal contenitore con una pipetta, se microscopiche o comunque di piccole dimensioni, altrimenti con una pinzetta, vanno semplicemente poste tra vetrino portaoggetti e vetrino coprioggetti in presenza di un velo d'acqua. Solo per le alghe di grandi dimensioni, come *Chara* e *Nitella*, si ricorrerà ad uno stereomicroscopio.

E' molto utile provvedersi di un microscopio corredato di camera lucida (tubo da disegno) per disegnare le specie critiche, ciò che ne permetterà poi un più agevole riconoscimento. A questo scopo è opportuno effettuare, prima di tutto, la taratura di una scala ai vari ingrandimenti con l'ausilio di un vetrino micrometrico facilmente reperibile in commercio. Sarà poi facile misurare la grandezza degli organismi disegnati; forma e grandezza sono i primi e più elementari caratteri sistematici di cui tenere conto nella determinazione delle alghe. Praticamente indispensabile è anche un apparato per microfotografia, con il quale documentare le forme più rare o più interessanti.

Un reattivo molto utile è il liquido di Lugol (soluzione iodo-iodurato-potassica): serve per mettere in evidenza la presenza di amido nelle cellule delle alghe e quindi per distinguere le alghe verdi da altre (ad es. alcune *Chrysophyceae* e *Xanthophyceae*) con cui talvolta potrebbero confondersi, ma che non possiedono amido come sostanza di riserva..

5.2. Trattamento speciale per le Diatomee.

Per le Diatomee, i cui caratteri sistematici risiedono quasi esclusivamente nelle ornamentazioni della parete silicizzata, detta frustulo, è necessario procedere ad una specifica preparazione. Si omogeneizza ben bene il campione e si preleva una piccola parte di materiale (5 ml circa) dal quale dovrà essere eliminata tutta la sostanza organica allo scopo di mettere in evidenza le caratteristiche del frustulo siliceo. Per questo si adoperano degli ossidanti forti, come l'acido nitrico, l'acido solforico, il permanganato di potassio, ecc. Tuttavia il metodo divenuto ormai d'impiego universale è il trattamento con perossido di idrogeno a caldo o a freddo; nel primo caso l'ossidazione della sostanza organica procede più velocemente. Se è presente carbonato di calcio si aggiunge acido cloridrico diluito. I frustuli ben puliti e sospesi in una opportuna quantità di acqua distillata vengono posti su di un vetrino coprioggetto. Si lascia evaporare l'acqua; quindi il vetrino coprioggetto, con tutti i frustuli accollati, viene capovolto su un vetrino portaoggetti in cui è stata posta una goccia di resina ad elevato indice di rifrazione (generalmente Naphrax). Si scalda ora su piastra fino a completa evaporazione del solvente in cui la resina era disciolta (toluene o xilolo); si ritira quindi il vetrino dalla piastra e si fa una delicata pressione sul coprioggetti al fine di ottenere una preparazione il più possibile sottile.

I vetrini così preparati sono ora pronti per l'osservazione microscopica. Opportunamente etichettati, possono essere conservati indefinitamente nell'algoteca diatomologica. A proposito, sono moltissimi gli Enti e gli Istituti in Italia e nel mondo – un loro elenco sarebbe lunghissimo e comunque pur sempre largamente incompleto – che conservano collezioni di Diatomee in vetrini permanenti. Questi organismi, infatti, hanno da sempre esercitato un fascino particolare sugli studiosi, sia professionisti che amatori; tra questi ultimi merita di essere citato P. Gijaj-Levra che ci ha lasciato una splendida documentazione iconografica delle

Diatomee d'acqua dolce d'Italia raccolte nei primi decenni del secolo scorso (GIAJ-LEVRA & ABATE, 1994).

Per quanto riguarda i possibili impieghi delle Diatomee vedasi SCHEDE: Utilità delle Diatomee.

6. Determinazione dei taxa e bibliografia specializzata.

Per l'identificazione dei taxa fino al genere sono indispensabili i tre volumi espressamente dedicati da BOURRELLY (1972, 1981, 1985) alle alghe d'acqua dolce. Successivamente, per il riconoscimento a livello specifico vengono consigliate, tra le varie disponibili in commercio, le seguenti monografie specializzate che, purtroppo, sono tutte in lingua tedesca, inglese o francese:

- **Cyanophyceae (Cyanobacteria)**: GEITLER (1932), DESIKACHARY (1959), ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (1988), KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1999);
- **Euglenophyceae**: HUBER-PESTALOZZI (1955);
- **Dinophyceae**: POPOVSKY & PFIESTER (1990);
- **Chrysophyceae**: STARMACH (1985);
- **Xanthophyceae**: Ettl (1978) e RIETH (1980);
- **Bacillariophyceae**: GERMAIN (1981), KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991);
- **Rhodophyceae**: STARMACH (1977), COMPÈRE (1991);
- **Chlorophyceae** e **Ulvophyceae** (monografie dedicate ai vari ordini): PRINTZ (1964), RAMANATHAN (1964), PHILIPSE (1967), Ettl (1983), Ettl & GÄRTNER (1988), MROZINSKA (1985);
- **Charophyceae**, ordine *Zygnematales*: KRIEGER (1937, 1939), RUZICKA (1977, 1981), CROASDALE et al. (1983), PRESCOTT et al. (1972, 1975, 1977, 1981, 1982), TRANSEAU (1951), RANDAWA (1959), KADLUBOWSKA (1984); ordine *Charales*: WOOD & IMAHORI (1964-65).

Nella collana "Süßwasserflora von Mitteleuropa", opera in lingua tedesca, Editore Gustav Fischer, Stuttgart, sono previsti in totale 19 volumi dedicati alle alghe d'acqua dolce; di essi, alcuni sono già usciti, sono stati citati e riportati in bibliografia, altri sono in preparazione.

Segnalazione di alcuni centri importanti per la sistematica delle alghe.

Due dei centri europei al momento più importanti per la sistematica delle alghe in generale sono il "Laboratoire de Cryptogamie" del "Muséum National d'Histoire Naturelle", rue de Buffon 12, Parigi ed il "Jardin Botanique National", Domaine de Bouchout, Meise, Belgio. Per quanto riguarda le Diatomee in particolare, si segnalano il "Botanisches Institut", Universität Frankfurt, Siesmayerstr., 70, Germania e la "Unité Qualité des Euax", CEMAGREF Bordeaux, avenue de Verdun 50, Francia.

BIBLIOGRAFIA

- ANAGNOSTIDIS K., KOMÁREK J. – 1988 - *Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3. Oscillatoriales*. Arch. Hydrobiol./Algolog. Studies, 50-53: 327-472.
- BOURRELLY P., 1972 – *Les algues d'eau douce. I. Les algues vertes*. Ed. N. Boubée & Cie, Paris.
- BOURRELLY P., 1981 – *Les algues d'eau douce. II. Les lgues jaunes et brunes*. Soc. Nouvelle Ed. Boubée, Paris.
- BOURRELLY P., 1985 – *Les algues d'eau douce. III. Les algues bleues et rouges*. Soc. Nouvelle Ed. Boubée, Paris.
- COMPERE P., 1991 - *Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique. 3. Rhodophytes*. Jardin Bot. Nat. Belgique, Meise.
- CROASDALE H., BICUDO C.E..M., PRESCOTT G.W., 1983 - *A Synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. 5. The filamentous genera*. University Nebraska Press, Lincoln and London.
- DELL'UOMO A., 2004 – *L'indice diatomico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Linee guida*. APAT – ARPAT – CTN_AIM, Roma, Firenze.
- DESIKACHARY T.V., 1959 - *Cyanophyta*. Indian Counc. Agr. Res., New Delhi.
- ETTL H., 1978 - *Xanthophyceae. 1. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 3*. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- ETTL H., 1983 - *Chlorophyta I. Phytomonadina*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 9. G. Fischer, Jena.
- ETTL H., GÄRTNER G., 1988 - *Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 10. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- GEITLER L., 1932 - *Cyanophyceae*. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, 14.
- GERMAIN H., 1981 - *Flore des Diatomées: eaux douces et saumâtres*. Soc. Nouv. Ed. Boubée, Paris.
- GIAJ-LEVRA P., ABATE O., 1994 – *Le Diatomee d'acqua dolce in Italia*. ENEA, Serie Studi Ambientali, Roma.
- HUBER-PESTALOZZI G., 1955 - *Euglenophyceae*. Das Phytoplankton des Süßwassers, 16 (4).
- KADLUBOVSKA J.Z., 1984 - *Conjugatophyceae I. Chlorophyta VIII. Zygnemales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 16. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- KOMÁREK J., ANAGNOSTIDIS K., 1999 - *Cyanoprokaryota. Chroococcales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 19 (1). G. Fischer, Jena.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1986, 1988, 1991a, 1991b – *Bacillariophyceae* . Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (1-4). G. Fischer, Stuttgart.
- KRIEGER W., 1937, 1939 - *Die Desmidiaceen*. In: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, 13 (1-2).
- MROZINSKA T., 1985 - *Oedogoniophyceae: Oedogoniales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 14. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- PHILIPOSE M.T., 1967 - *Chlorococcales*. Indian Counc. Agr. Res., New Delhi.
- POPOVSKY J., PFIESTER L.A., 1990 - *Dinophyceae (Dinoflagellida)*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 6. G. Fischer, Stuttgart, Jena.
- PRESCOTT G.W., CROASDALE H.T., VINYARD W.C., 1972 – *Desmidiales. Part I. Saccodermae, Mesotaeniaceae*. North American Flora, 2 (6).
- PRESCOTT G.W., CROASDALE H.T., VINYARD W.C., 1975 – *A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae, 1*. University Nebraska Press, Lincoln.

- PRESCOTT G.W., CROASDALE H.T., VINYARD W.C., 1977 – *A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae*, 2. University Nebraska Press, Lincoln and London.
- PRESCOTT G.W., CROASDALE H.T., VINYARD W.C., BICUDO C.E.M., 1981 – *A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae*, 3. University Nebraska Press, Lincoln and London.
- PRESCOTT G.W., BICUDO C.E.M., VINYARD W.C., 1982 – *A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae*, 4. University Nebraska Press, Lincoln and London.
- PRINTZ H., 1964 - *Die Chaetophorales der Binnengewässer*. Hydrobiol., 24: 1-376.
- RAMANATHAN K.R., 1964 - *Ulotrichales*. Indian Counc. Agr. Res., New Delhi.
- RANDHAWA M.S., 1959 - *Zygnemataceae*. Indian Counc. Agr. Res., New Delhi.
- RIETH A., 1980 - *Xanthophyceae*. 2. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 4. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- RUZICKA J., 1977, 1981 - *Die Desmidiaceen Mitteleuropas. I (1-2)*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- STARMACH K., 1977 - *Rhodophyta*. Flora Slodkwodna Polski, 14.
- STARMACH K., 1985 - *Chrysophyceae und Haptophyceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 1. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- TRANSEAU E.N., 1951 – *The Zygnemataceae*. Ohio State Univ. Press, Columbus.
- WOOD R.D., IMAHORI K., 1964-65 - *A revision of the Characeae. 1-2*. J. Cramer, Weinheim.

SCHEDA: Utilità delle Diatomee.

Le Diatomee sono organismi unicellulari autotrofi con una parete cellulare fortemente impregnata di silice, dura e fragile, chiamata “frustulo”. Sulle caratteristiche del frustulo, che si presenta di varia forma (tondeggiate, oblungo, triangolare, quadrato, poligonale, ecc.) e con ornamentazioni diverse da specie a specie (Figg. 10, 11), si fonda la sistematica del gruppo. Le Diatomee sono molto sensibili ai parametri chimici e fisici del corpo idrico, per cui ogni ambiente ne ospita comunità differenti. Da queste loro peculiarità derivano le numerose applicazioni pratiche che riguardano le Diatomee.

1. Esse sono eccellenti indicatori biologici della qualità delle acque correnti (DELL'UOMO, 2004, Fig. 12), molto utili, tra l'altro, per dare attuazione alla Direttiva Europea WFD/60/2000/EC che esorta tutti gli stati membri ad avvalersi, nella valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici, anche della componente vegetale.
2. Sono preziose in paleoecologia: l'esame di un campione di Diatomee fossili consente di definire con precisione l'antico ambiente di vita di questi organismi: se bacino lacustre o foce di un fiume, litorale marino o mare aperto. Le Diatomee sono infatti molto sensibili al grado salino e le acque dolci, salmastre o salate ne ospitano comunità nettamente differenti.
3. I frustuli delle Diatomee si conservano inalterati dopo la morte delle cellule e formano depositi talora imponenti: le forme che si rinvencono nelle rocce sedimentarie possiedono spesso i requisiti di buoni fossili guida e si rivelano pertanto molto utili in stratigrafia.

4. Certi generi e certe specie sono in particolare relazione con i giacimenti petroliferi, cui le Diatomee, con la loro straordinaria proliferazione nelle acque salate, hanno contribuito in maniera notevole.

Una curiosità, infine, che dimostra la grandissima variabilità delle forme e delle ornamentazioni della parete silicea delle Diatomee: mediante l'utilizzo esclusivo dei frustuli di queste alghe è stata ricostruita su vetrino da microscopia, nei minimi dettagli, la facciata della cattedrale di Notre Dame di Parigi.

DIDASCALIE DELLE FIGURE

- Fig. 1. *Nostoc verrucosum* Vaucher, tallo macroscopico su pietra.
Fig. 2. *Nostoc verrucosum* Vaucher, aspetto microscopico.
Fig. 3. *Vaucheria dillwynii* (Weber et Mohr) Agardh, con oogonio ed anteridio.
Fig. 4. *Bangia atropurpurea* (Roth) Agardh, filamento uniseriato sul quale sono visibili tre cellule epifite di una diatomea (*Cocconeis pediculus* Ehrenberg).
Fig. 5. *Batrachospermum gelatinosum* (L.) D.C.; le macchie scure all'interno dei densi verticilli di "rametti" sono strutture riproduttive (carposporofiti con gonimoblasti).
Fig. 6. Filamento bambusifforme di *Lemanea fluviatilis* (L.) Agardh sovrapposto a filamenti ramificati di *Cladophora glomerata* (L.) Kützing.
Fig. 7. *Micrasterias rotata* (Grev.) Ralfs.
Fig. 8. *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin, specie comune nel plancton lacustre.
Fig. 9. Acque arrossate al margine della palude di Colfiorito (Perugia) per la presenza di un elevatissimo numero di individui di *Euglena sanguinea* Ehrenberg s.l.
Fig. 10. Esempio di ornamentazione di una diatomea pennata: frustulo di *Cymbella tumida* (Bréb.) Van Heurck, osservato al microscopio ottico a forte ingrandimento.
Fig. 11. *Navicula lanceolata* (Ag.) Ehrenberg, diatomea pennata disegnata alla camera lucida a forte ingrandimento.
Fig. 12. Manuale per il monitoraggio biologico dei corsi d'acqua d'Italia tramite Diatomee, edito a cura dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT).