

Laura Talarico\*

**L'iridescenza nelle Rhodophyta: osservazioni morfologiche ed ultrastrutturali sui corpi iridescenti di *Chylocladia kaliformis* (Good. et Wood.) Hooker (Champiaceae) \*\***

L'iridescenza è un fenomeno abbastanza diffuso nelle Rhodophyta e le specie finora studiate appartengono soprattutto alle famiglie delle Champiaceae, Rhodomelaceae, Ceramiaceae e Gigartinaceae.

Osservazioni effettuate al microscopio ottico attribuiscono il fenomeno alla presenza di corpi intracellulari di morfologia, localizzazione e composizione chimica diverse, individuati generalmente nelle cellule superficiali del tallo (KNY, 1871; MANGENOT, 1933; J. FELDMANN, 1937; DANGEARD, 1940; FRITSCH, 1945). Nelle Rhodomelaceae (*Chondria*, *Laurencia*) questi corpi iridescenti sono numerosi, rotondeggianti, si trovano localizzati nel vacuolo di particolari cellule corticali e sono di natura fenolica (J. FELDMANN, 1937; DANGEARD, 1940; J. FELDMANN, 1960; F. FELDMANN, 1964). In alcune specie come *Laurencia obtusa* (Huds.) Lamour sono stati osservati voluminosi corpi vacuolari muniti di peduncolo, i « corps en cerise » di natura parzialmente lipidica (J. FELDMANN & G. FELDMANN, 1950). Nell'ambito delle Ceramiaceae (*Callithamnion*, *Aglaothamnion*, *Seirospora*) tali inclusioni, ritenute di natura proteica, risultano sferiche e variabili nel numero, da una a due grosse inclusioni in *Aglaothamnion* a più

---

\* Istituto ed Orto Botanico dell'Università degli Studi di Trieste.

\*\* Lavoro svolto con il contributo del C.N.R. all'unità di ricerca « Citologia e Biosistemica delle Alghe » del Gruppo « Citomorfologia » — Comitato Biologia e Medicina — del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

corpi fusi in un'unica massa estesa a tutto il vacuolo in *Seirospora* (J. FELDMANN, 1937; DANGEARD, 1940). Sia in *Callithamnion* che in *Aglaothamnion* esistono sottili prolungamenti protoplasmatici che dividono il vacuolo in più spazi riempiti da corpi sferoidali (G. FELDMANN MAZOYER, 1940). Diversi e di natura chimica sconosciuta sono i corpi iridescenti delle Champiaceae (*Chylocladia*, *Gastroclonium*) che appaiono al microscopio ottico come corpi piuttosto grandi, lamellati e situati nella parte distale della cellula (MANGENOT, 1933; J. FELDMANN, 1937; FRITSCH, 1945).

Più recentemente osservazioni al microscopio elettronico hanno permesso di precisare la struttura di questi corpi in alcune delle specie citate. Si è visto che in *Laurencia scoparia* J. Ag. e in *Laurencia* sp. aff. *obtusa* Lmx. (Rhodomelaceae) essi occupano una invaginazione citoplasmatica al centro del vacuolo e sono sostenuti da un peduncolo di natura polisaccaridica, collegandosi al citoplasma parietale per mezzo di una serie di trabecole dove si accumulano amido e goccioline lipidiche (BODARD, 1968; GODIN, 1970). In *Chondria coerulescens* (Crn.) Falk e *Chondria scintillans* G. Feldmann (Rhodomelaceae) si tratta di ammassi regolari di corpuscoli rotondeggianti ciascuno dei quali presenta una parte centrale trasparente agli elettroni (G. FELDMANN, 1970 a) laddove in *Gastroclonium clavatum* (Roth.) Ardissonne (Champiaceae) si presentano come elementi allungati citoplasmatici, disposti in catene regolari parallele tra loro a formare vaste aree iridescenti appressate alla parete cellulare (G. FELDMANN, 1970 b). In *Antithamnion defectum* Kylin (Ceramiaceae) sono stati identificati e descritti dei corpi sferici proteici di origine reticolare che, secondo YOUNG (1979), pur non essendo questa specie iridescente, presentano qualche analogia con i « corps en cerise » osservati in *Laurencia* da BODARD (1968). Per alcune Gigartinaeae infine sono state identificate come responsabili dell'iridescenza, delle cuticole pluristratificate formate dall'alternanza di strati opachi agli elettroni di natura proteica e di strati trasparenti polisaccaridici in alcune specie del genere *Iridea* (GERWICK & LANG, 1977) ed in *Chondrus crispus* Stackh (PEDERSÉN et al., 1980).

Nel presente lavoro sono riportate le osservazioni sulle

strutture che determinano l'iridescenza di *Chylocladia kaliformis* (Good. et Wood.) Hooker per verificare eventuali corrispondenze di morfologia ultrastrutturale con le altre Champiaceae già segnalate, nel quadro di un approfondimento del problema dell'iridescenza che interessa anche molte altre Rhodophyta.

Di questa specie gli unici dati riguardanti i corpi iridescenti si riferiscono ad osservazioni al microscopio ottico di BERTHOLD (1882) brevemente richiamate da G. FELDMANN (1970 b).

#### MATERIALE E METODI

*Chylocladia kaliformis* (Good. et Wood.) Hooker di cui si hanno precedenti segnalazioni nel Golfo di Trieste (GIACCONE, 1978) è stata raccolta in località S. Bartolomeo (Muggia) a circa 2m di profondità su substrato roccioso nel maggio del 1979 e campionata mensilmente nei periodi primaverile-estivo e autunnale degli anni successivi. Alcuni esemplari, durante i campionamenti mensili sono stati posti e mantenuti in coltura nell'ambiente naturale in nasse ancorate a riva mediante un cavo a circa 2m di profondità. I campioni subito dopo la raccolta sono stati osservati « in vivo » al microscopio ottico in luce trasmessa e in luce riflessa. Sono stati colorati vitalmente con il blue di cresile ed alcuni frammenti dell'alga fresca o fissata in formalina al 4% sono stati colorati con la benzidina diazotata secondo G. FELDMANN (1964).

Per il microscopio elettronico sono state usate soluzioni di aldeide glutarica al 2,5% in tampone fosfato 0,1M a pH 7,4 e acqua di mare e di aldeide glutarica al 2,5% nello stesso tampone con l'aggiunta di saccarosio 0,13M per 4 ore. I campioni sono stati lavati in tampone più acqua di mare e tampone più saccarosio, rispettivamente, a concentrazioni decrescenti, post-fissati in acido osmico all'1% in acqua distillata per un'ora, disidratati in acetone ed inclusi in resina SPURR (1969). Per l'osser-

vazione le fette sono state colorate con acetato di uranile seguito dal citrato di piombo o solo con acetato di uranile. Per le osservazioni all'ottico ci si è valse di fette semifini (300-400nm) contrastate con Blue di toluidina.

#### OSSERVAZIONI AL MICROSCOPIO OTTICO

Il tallo di questa specie annuale misura circa 10 cm di lunghezza e si presenta fragile, quasi trasparente e di consistenza molle. Esso è caratterizzato dalla presenza di costrizioni ad intervalli regolari che delimitano segmenti ovoidali allungati. A livello di tali costrizioni le regioni terminali dei segmenti presentano rametti corti e verticillati. La fronda, ricca e abbondantemente ramificata, poggia su un disco basale di dimensioni ridotte mediante il quale si fissa al substrato. Il tallo che nel suo ambiente naturale appare azzurro-violaceo, è di color rosso vivo in luce trasmessa e presenta una bella iridescenza dal blue al rosa violetto in luce riflessa. L'iridescenza, che è estesa a tutta la superficie, è più brillante nelle parti più giovani che risultano più chiare e trasparenti. Le cellule dello strato corticale, di forma molto irregolare, appaiono piene di punteggiature particolarmente brillanti.

In una sezione trasversale del tallo, nella regione mediana dell'articolo, o nella porzione sub-apicale, si osservano uno strato corticale costituito da cellule di varie dimensioni disposte in maniera piuttosto disordinata e una porzione centrale cava (Fig. 1 a). La maggior parte delle cellule corticali, di forma vagamente poligonale, è costituita da cellule piuttosto grandi che separano sul lato esterno un certo numero di cellule molto più piccole (da un terzo alla metà) che vanno a costituire uno strato peritallico discontinuo (Fig. 1 b). Addossate alla porzione interna dello strato corticale si notano, ad intervalli regolari, cellule di dimensioni intermedie che sporgono verso la regione midollare cava.

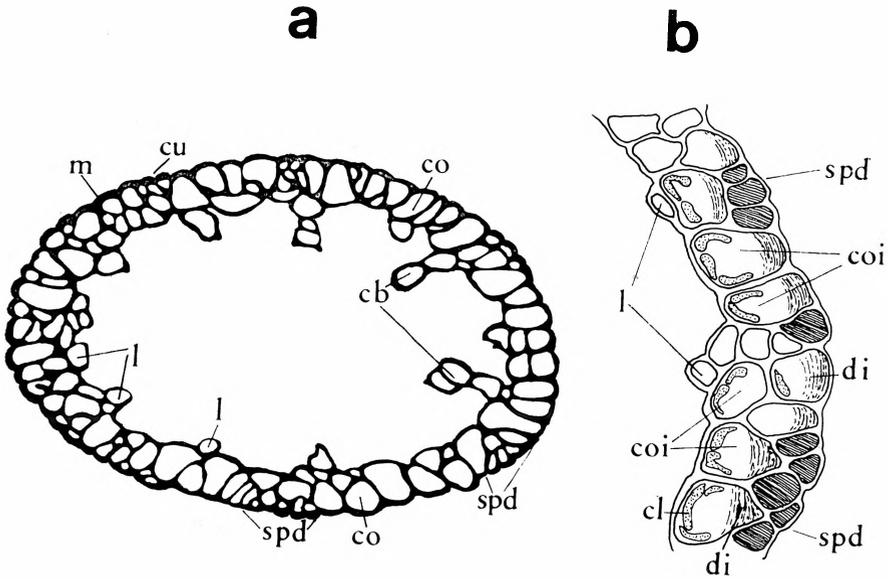


Fig. 1 - Sezione trasversale di un articolo del tallo di *Chylocladia kalifornis* (Good. et Wood.) Hooker in posizione mediana. In a) si notano le cellule dello strato corticale (co) disposte in maniera disordinata, che separano sul lato esterno le cellule dello strato peritallico discontinuo (spd). Nella zona midollare cava sporgono le cellule dei filamenti longitudinali (l) con qualche cellula bulbare (cb). (m) guaina mucilaginosa, (cu) « cuticola ». Ingr. 30 X. In (b) particolare dello strato corticale in cui sono evidenziate le cellule corticali iridescenti (coi) nella cui porzione distale si individuano le aree iridescenti stratiformi (di) e le cellule pleuridiali dello strato peritallico discontinuo (spd) che non presentano iridescenza. (cl) cloroplasti. Ingr. 75 X.

Fig. 1 - Cross section of the thallus of *Chylocladia kalifornis* (Good. et Wood.) Hooker at a median region of a segment. On (a) cells of different sizes which form the cortical layer (co) are untidely disposed and cut off on their outer side the smaller cells forming the disconnected perithallic layer (spd). In the central cavity longitudinal threads (l) with some bulb-cells (cb) can be observed. The entire thallus is encased in a mucilage envelope (m) with a cuticle (cu). Magn. 30 X. (b) Higher magnification of the cortical layer. The iridescent cortical cells (coi) contain in their distal portions iridescent layered regions (di) which are lacking in the cells of the disconnected perithallic layer (spd). (cl) chloroplasts. Magn. 75 X.

Sono le cellule dei filamenti longitudinali che divaricandosi dalla struttura multiassiale originaria, decorrono lungo il lato interno dello strato corticale dove prendono contatto gli uni con gli altri, lasciando nella regione centrale solo pochi filamenti residui (Fig. 1 a). Ad alcuni di questi filamenti sono sospese cellule di dimensioni più grandi, le cellule bulbari. La mancanza completa di strutture nella porzione centrale è dovuta alla distanza della sezione dai diaframmi delle costrizioni e inoltre probabilmente al fatto che i pochi filamenti che persistono nella regione midollare del tallo vanno perduti durante il trattamento del materiale a causa della sua estrema fragilità. Alcune cellule di maggiori dimensioni dello strato corticale presentano delle aree iridescenti nella loro porzione distale (Fig. 1 b). Queste aree iridescenti appaiono come masse rifrangenti di forma allungata e a strati, localizzate nel protoplasto immediatamente sotto le pareti cellulari. Ciascuno di questi strati, ad andamento curvo o diritto, è uniformemente rifrangente e in luce trasmessa è colorato di blue e di rosa variamente mescolati.

#### OSSERVAZIONI AL MICROSCOPIO ELETTRONICO

Le cellule pleuridiali dello strato peritallico discontinuo del cortex presentano un citoplasma denso e quasi privo di vacuoli (Tav. I, fig. a). Sono visibili grossi nuclei che occupano buona parte del lume cellulare, qualche mitocondrio e dittiosomi molto ben sviluppati (Tav. I, fig. b). In tutte si osserva una grande quantità di vescicole ripiene di materiale microfibrillare addensato verso il centro ad andamento circolare, immerso in una matrice trasparente agli elettroni (Tav. I, fig. a; Tav. II, fig. a). Sono ben visibili le pareti cellulari di spessore rilevante che presentano fibrille orientate sia in senso parallelo che reticolato (Tav. II, figg. b, c). Le singole cellule sono immerse a loro volta in un ampio strato ad andamento fibrillare reticolato che si addensa in fibrille prevalentemente parallele verso l'esterno del tallo e verso le pareti delle cellule corticali sottostanti (Tav. I, figg. a, b).

Le cellule responsabili dell'iridescenza si presentano di dimensioni da tre a quattro volte maggiori alle precedenti. Hanno una parete meno spessa che verso l'esterno si addensa in una trama di microfibrille molto fitta. Sono fortemente vacuolizzate ed il citoplasma è scarso e ristretto alla periferia della cellula. Si notano numerosi cloroplasti allungati e disposti anch'essi perifericamente. I corpi iridescenti non sono mai isolati, ma sono ravvicinati tra loro e disposti in maniera regolare in modo da formare un ammasso di forma allungata e quasi emisferica, per lo più singolo in ogni cellula (Tav. III, figg. a, b). In sezioni longitudinali e trasversali la loro forma è quella di bastoncelli allungati il cui asse maggiore va da 250 nm a 350 nm. Lo spessore di 65 nm appare talvolta più ridotto (45 nm) nella loro parte centrale. I bastoncelli sono disposti in file parallele tra loro e distanti da 32 nm a 130 nm (Tav. IV, figg. a, b). In sezioni tangenziali e oblique appaiono di forma circolare, più densamente colorati alla periferia che al centro. Il loro diametro maggiore coincide con l'asse maggiore dei bastoncelli, la qual cosa da ragione della loro forma discoidale appiattita (Tav. IV, figg. c, d). In preparati fissati con solo acido osmico o colorati soltanto con acetato di uranile, essi appaiono trasparenti agli elettroni, restando ben evidente il loro contorno (Tav. III, fig. b; Tav. IV, figg. b, c). Si tratta di elementi ben definiti e strutturati, dotati probabilmente di una membrana limitante.

#### DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'iridescenza di *Chylocladia kaliformis* (Good. et Wood.) Hooker è dovuta alla presenza di corpuscoli discoidali allungati ed appiattiti che costituiscono a loro volta un elemento strutturato dalla forma regolare. Esso è localizzato nella porzione distale di alcune delle cellule corticali esterne di dimensioni maggiori che si interpongono agli strati peritallici discontinui del cortex costituiti da cellule molto più piccole che ne sono prive. La morfologia e la localizzazione di questo elemento corrispon-

dono al corpo del « tipo *Gastroclonium* » descritto da J. FELDMANN (1937) al microscopio ottico come « lamellato » e confermato da G. FELDMANN (1970 b) con osservazioni al microscopio elettronico su *Gastroclonium clavatum* (Roth.) Ardissonne. Tuttavia i corpi iridescenti, pur presentando somiglianze di struttura, non sono identici nei due generi di Champiaceae. Infatti, a differenza di quanto da noi osservato in *Chylocladia* i corpi iridescenti di *Gastroclonium* appaiono sempre come bastoncini allungati e mai come dischi schiacciati. Inoltre essi risultano di maggior lunghezza (1-2,5  $\mu\text{m}$ ) e di minore spessore (0,1  $\mu\text{m}$ ) di quanto da noi osservato in *Chylocladia* (250 nm-350 nm X 45 nm-65 nm) nelle sezioni in cui si presentano come bastoncini. Quindi il dispositivo iridescente di *Chylocladia kaliformis*, pur essendo stato definito al microscopio ottico come presumibilmente simile a quello di *Gastroclonium clavatum* (G. FELDMANN, 1970 b), presenta al microscopio elettronico delle differenze di rilievo. Risulta perciò interessante osservare l'ultrastruttura dei corpi iridescenti di altre specie per verificare fino a che punto la loro configurazione possa costituire un carattere sistematico nell'ambito delle Champiaceae.

In *Chylocladia* i corpuscoli risultano ben contrastati dall'acetato di uranile e dal citrato di piombo con il quale appaiono fortemente opachi agli elettroni, il che farebbe supporre che siano di natura analoga a quelli di *Gastroclonium*. Anche dal punto di vista chimico i corpi iridescenti di *Chylocladia* danno reazione negativa alla benzidina diazotata e al Blue di cresile, escludendo quindi la natura fenolica, in analogia con quanto osservato da G. FELDMANN (1970 b) per *Gastroclonium*. Questa risposta e la loro organizzazione morfologico ultrastrutturale inoltre appaiono ben diverse da quelle osservate in *Chondria coerulescens* (G. FELDMANN, 1970 a) in cui la reazione istochimica a questi coloranti specifici per i fenoli risulta invece positiva.

Dal punto di vista fisico questo tipo di iridescenza dovrebbe differire sia da quella riscontrata nel genere *Chondria*, essendo la configurazione dei corpuscoli più vicina a quella di *Gastroclonium*, sia da quella segnalata in alcune Gigartinaceae (*Iridea*: GERWICK & LANG, 1977; *Chondrus crispus* Stackh.: PEDERSÉN et al., 1980) e collocarsi in posizione intermedia. Per *Chondria* in-

fatti il fenomeno viene spiegato come dovuto a differenze di dispersione della luce tra i corpuscoli ed il mezzo in cui si trovano (G. FELDMANN, 1970 a) e per *Iridea* e *Chondrus* (GERWICK & LANG, 1977; PEDERSÉN et al., 1980) la cuticola potrebbe causare l'interferenza delle radiazioni luminose riflesse dalla superficie degli strati sottili a diverso indice di rifrazione di cui è composta. Sappiamo che, affinché si verifichi la dispersione della luce in un mezzo in cui si trovino degli oggetti opachi, è necessario che questi siano di dimensioni microscopiche. Inoltre, perché si verifichino dei fenomeni di interferenza tra onde luminose emergenti da centri di diffusione adiacenti, è indispensabile che la distanza tra gli oggetti opachi sia dell'ordine di grandezza della lunghezza delle onde incidenti. In *Chylocladia* le dimensioni dei corpi iridescenti e la regolarità della loro distanza (dalla metà a due volte lo spessore del disco) permettono di ritenerli un esempio di reticolo di diffrazione naturale, in cui i singoli corpuscoli agirebbero come centri di diffusione della luce in tutte le direzioni. Inoltre la disposizione laminare discoidale e la periodicità dei corpuscoli che hanno uno spessore analogo a quello degli strati cuticolari di *Iridea* (45-65 nm) potrebbero suggerire anche l'ipotesi di una eventuale interferenza delle radiazioni luminose riflesse dalle superfici laminari separate da strati ad indice di rifrazione differente.

## RIASSUNTO

L'iridescenza dal blu al rosa violaceo che si osserva in *Chylocladia kaliformis* (Good. et Wood.) Hooker è determinata dall'interferenza delle radiazioni luminose con alcune particolari strutture rifrangenti localizzate nella porzione distale di alcune cellule corticali esterne del tallo. Queste strutture che appaiono come masse lenticolari allungate, al microscopio elettronico risultano a loro volta costituite da corpuscoli disposti in file regolari e parallele tra loro, in modo da formare un elemento strutturato dalla forma ben definita. In sezioni longitudinali e trasversali i corpuscoli appaiono come bastoncelli opachi agli elettroni con l'asse maggiore compreso tra 250 nm e 350 nm e dello spessore di 65 nm talvolta ridotto (45 nm) nella loro parte mediana. In sezione tangenziale la loro forma risulta circolare con il diametro maggiore che coincide con l'asse maggiore dei bastoncelli e appaiono più intensamente colorati alla periferia che al centro. Si tratta quindi di corpuscoli discoidali appiattiti che, disponendosi con una periodicità dalla metà a due volte lo spessore del disco, formano l'« apparato iridescente » di *Chylocladia*. In preparati fissati con acido osmico al 2% o colorati soltanto con acetato di uranile al 5% ogni singolo corpuscolo risulta trasparente agli elettroni, restando ben evidente il suo contorno, indicando probabilmente la presenza di una membrana limitante.

## ABSTRACT

The blue to violaceous pink iridescence which is observed in *Chylocladia kaliformis* (Good. et Wood.) Hooker is determined by the interference of lightwaves with some refractile structures which are localized in the distal portion of some outer cortical cells. Transmission electron microscopy reveals many bodies periodically arrayed to form these structures and parallel to their long axis. They appear to be electron dense sticks up to 350 nm long and 65 nm thick and sometimes present a narrowing in their median region (45 nm). Their face view show a circular shape with a maximum diameter which fits the long axis of the stick, thus being interpreted as elongate disc shaped bodies. Specimens fixed with 2% osmium tetroxide in distilled water or stained with uranyl acetate solutions are electron transparent and show defined boundaries, suggesting that these iridescent bodies may be provided of membranes.

## RINGRAZIAMENTI

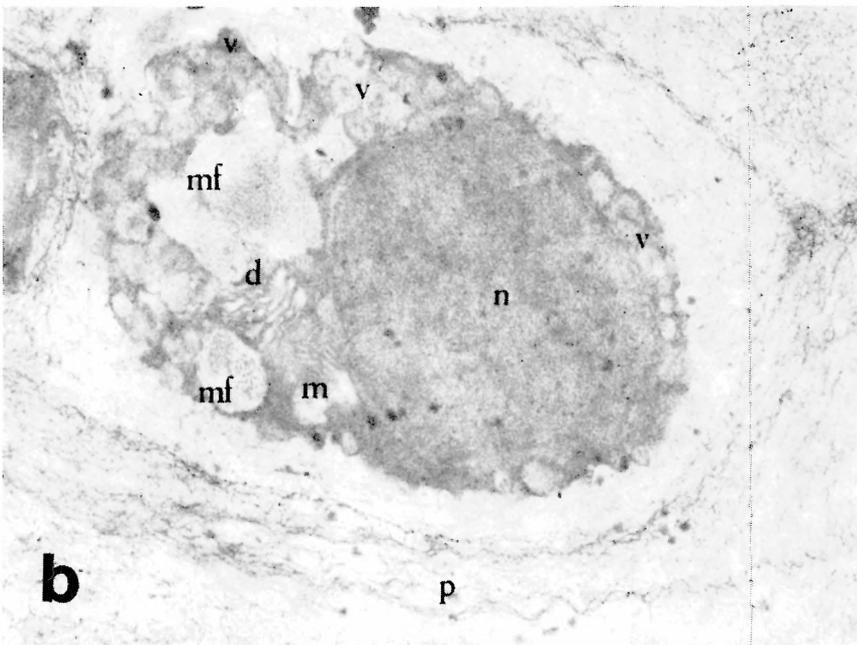
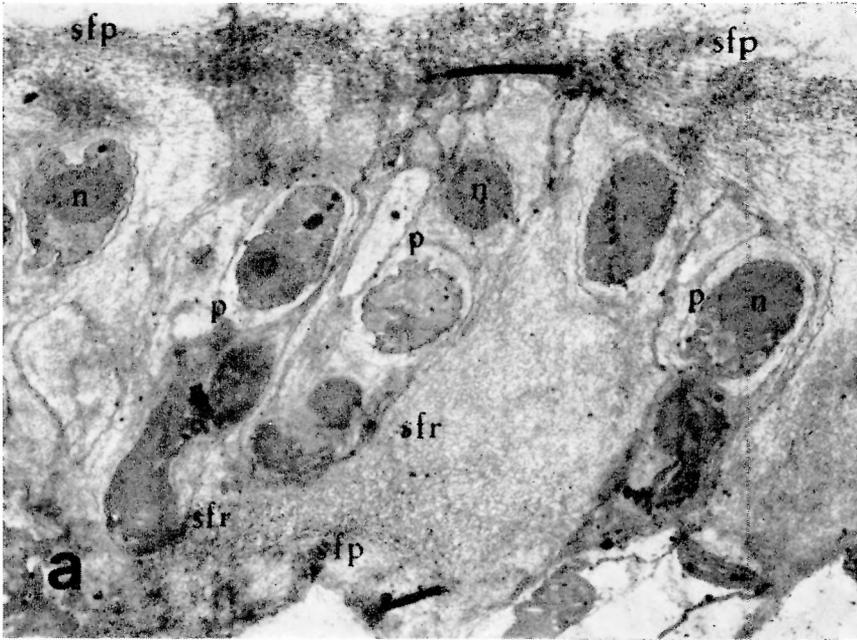
Ringrazio vivamente il Dott. Guido Bressan per le stimolanti discussioni ed il Prof. Edmondo Honsell per la revisione critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- BODARD M., 1968. *Cytologie végétale. L'infrastructure des « corps en cerise » des Laurencia (Rhodomelacées, Ceramiales)*. C. R. Acad. Sc. Paris, 266: 2393-2396.
- DANGEARD P., 1940. *Recherches sur les enclaves iridescentes de la cellule des Algues*. Le Botaniste, 31: 31-62.
- FELDMANN G., 1964. *Sur une nouvelle espèce iridescente de Chondria (Rhodophyceae, Rhodomelaceae)*. Rev. Gen. Bot., 71: 45-55.
- FELDMANN G., 1970 a. *Sur l'ultrastructure des corps irisants de Chondria (Rhodophycées)*. C. R. Acad. Sc. Paris, 200: 945-946.
- FELDMANN G., 1970 b. *Sur l'ultrastructure de l'appareil irisant de Gastroclonium clavatum (Roth.) Ardissonne (Rhodophyceae)*. C. R. Acad. Sc. Paris, 270: 1244-1246.
- FELDMANN J., 1937. *Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La Côte d'Alères*. Révue Algologique, 10: 74-84.
- FELDMANN J., 1960. *Sur quelques problèmes biochimiques posés par l'étude cytologique des algues rouges. Chimie et physiochimie des principes immédiates tirés des Algues*. Colloques internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique, 17-27.
- FELDMANN J., G. FELDMANN, 1950. *Les « corps en cerise » du Laurencia obtusa (Huds.) Lamour*. C. R. Acad. Sc. Paris, 231: 1335-1337.
- FELDMANN MAZOYER G., 1940. *Recherches sur les Céramiacées de la Méditerranée Occidentale*. Thèse Alger., 41: 77-79.
- FRITSCH F. E., 1945. *The structure and Reproduction of the Algae*. Vol. II, pp. 939, Cambridge at the University Press.
- GERWICK W. H., N. J. LANG, 1977. *Structural, chemical and ecological studies on iridescence in Iridea (Rhodophyta)*. J. Phycol., 13: 121-127.
- GIACCONE G., 1978. *Revisione della flora marina del Mare Adriatico*. Suppl. Annuario 1977 del W. W. F., Vol. VI: 19.
- GODIN J., 1970. *Ultrastructure du pédicelle du corps en cerise chez Laurencia scoparia*. C. R. Acad. Sc. Paris, 271: 1669-1671.
- KNY L., 1871. *Ueber die Morphologie von Chondriopsis coerulescens*. Monatsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin, 425-439.
- MANGENOT G., 1933. *Sur les corps irisants de quelques Rhodophycées*. C. R. Soc. Biol., 112: 659-664.
- PEDERSÉN M., G. M. ROOMANS, A. VAN HOSTEN, 1980. *Blue iridescence and Bromine in the cuticle of the red alga Chondrus crispus Stackh*. Botanica Marina, 23: 193-198.
- YOUNG D. N., 1979. *Ontogeny: Istochemistry and fine structure of cellular inclusions in vegetative cells of Antithamnion defectum (Ceramiales, Rhodophyta)*. J. Phycol., 15: 42-48.
- SPURR A. R., 1969. *A low viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy*. J. Ultrastruct. Res., 26: 31-34.

TAV. I

- a) Microfotografia dello strato peritallico discontinuo della corteccia. Le cellule, disposte disordinatamente, presentano grossi nuclei (n) e pareti cellulari molto spesse (p), e sono a loro volta immerse in un ampio strato microfibrillare ad andamento reticolato (sfr) verso l'interno e prevalentemente parallelo verso l'esterno del tallo e verso la porzione corticale sottostante (sfp). Fiss. GTA al 2,5% in acqua di mare, pH 7,4. Color. Acetato di uranile e citrato di piombo. Ingr. micr. 2290 X. Ingr. fin. 4580 X.
- a) Electron micrograph of the disconnected perithallic layer of the cortex. Cells of various sizes untidely disposed are visible. They present large nuclei (n) and widely thick walls (p) being encased in a very thick envelope formed by randomly orientated microfibrils (sfr) toward the inner side. The layers of the outer side of the thallus and of the inner cortical region show microfibrils which are mainly parallel (sfp). Fixation with 2,5% glutaraldehyde in sea water pH 7,4. Double staining (U, Pb). M. magnification 2290 X. F. magnification 4580 X.
- b) Cellula dello strato discontinuo peritallico in cui si notano vescicole (v) ricche di materiale microfibrillare (mf), una spessa parete (p), un grosso nucleo (n), un mitocondrio (m) e dittiosomi (d). Fiss. GTA al 2,5% in acqua di mare pH 7,4. Color. Acetato di uranile e citrato di piombo. Ingr. micr. 10.900 X. Ingr. fin. 21.800 X.
- b) Cell of the disconnected perithallic layer. It is noteworthy the presence of vesicles (v) containing a microfibrillar substance (mf) and of widely developed walls (p). A large nucleus (n), a mitochondrion (m) and dycytosomes (d) are visible. Fixation with 2,5% glutaraldehyde in sea water pH 7,4. Double staining (U, Pb). M. magnification 10.900 X. F. magnification 21.800 X.

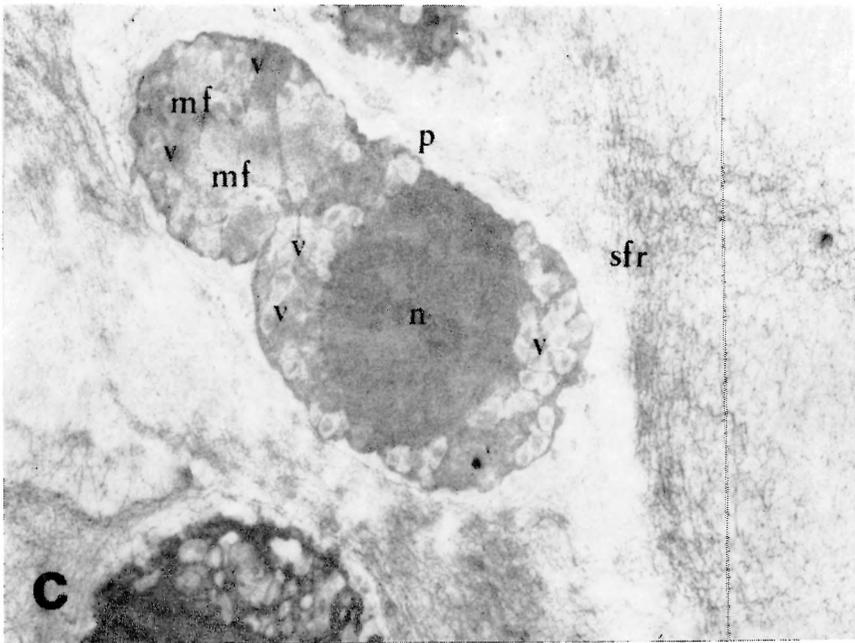
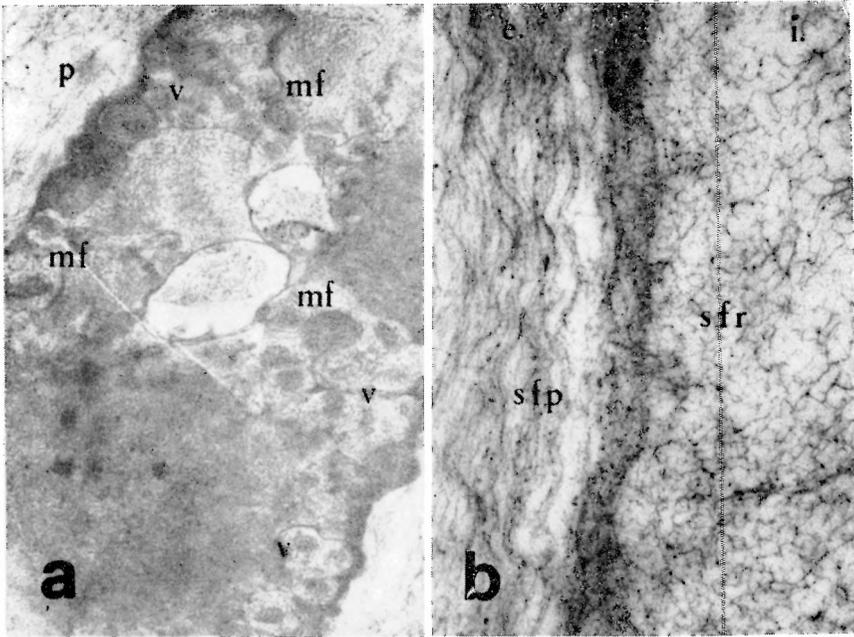


## TAV. II

- a) Particolare di cellula dello strato peritallico discontinuo in cui si osservano le vescicole (v) ripiene di materiale microfibrillare (mf) addensato circolarmente verso il centro in una matrice trasparente agli elettroni. (p) parete. Ingr. micr. 14.950 X. Ingr. fin. 29.900 X.
- a) Detail of a cell of the disconnected perithallic layer. The numerous vesicles (v) contain a microfibrillar substance (mf) which circularly thickens at the centre in an electron transparent matrix. (p) cell wall. M. magnification 14.950 X. F. magnification 29.900 X.
- b) Particolare della parete con le fibrille orientate reticolarmente (sfr) ed in senso parallelo (sfp). e. porzione esterna della parete, i. porzione interna. Ingr. micr. 7630 X. Ingr. fin. 30.520 X.
- b) Detail of the cell wall with the microfibrils which are randomly (sfr) and parallelly (sfp) oriented. e. inner side of the wall, e. outer portion. M. magnification 7630 X. F. magnification 30.520 X.
- c) Cellula dello strato peritallico discontinuo in cui si osservano numerosissime vescicole (v) di varie dimensioni tutte contenenti materiale microfibrillare (mf). Si noti lo spessore rilevante dello strato fibrillare reticolato (sfr) periferico. (p) parete, (n) nucleo. Ingr. micr. 7630 X. Ingr. fin. 15.260 X.
- c) Cell of the disconnected perithallic layer particularly rich of vesicles (v) containing a microfibrillar substance (mf). It is noteworthy the thickness of the peripheral fibrillar layer (sfr). (p) cell wall, (n) nucleus. M. magnification 7630 X. F. magnification 15.260 X.

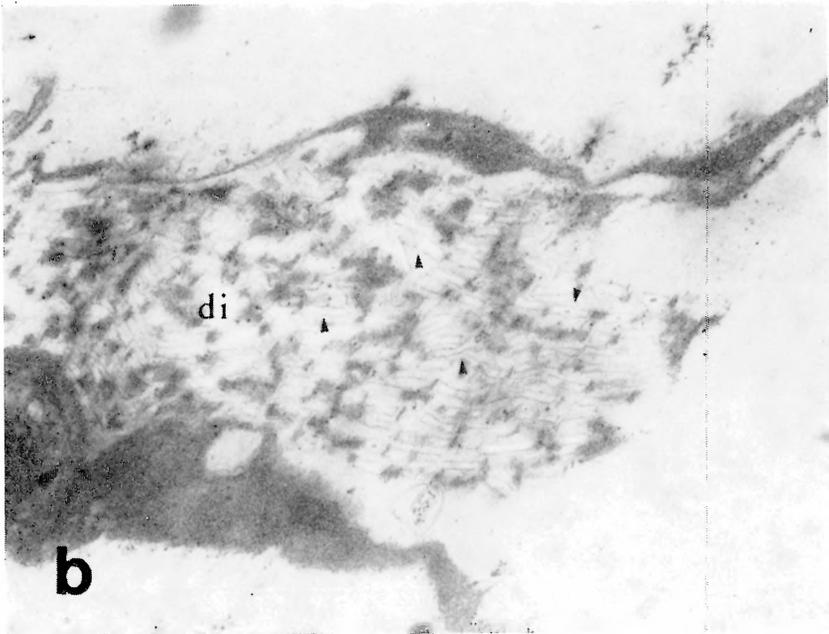
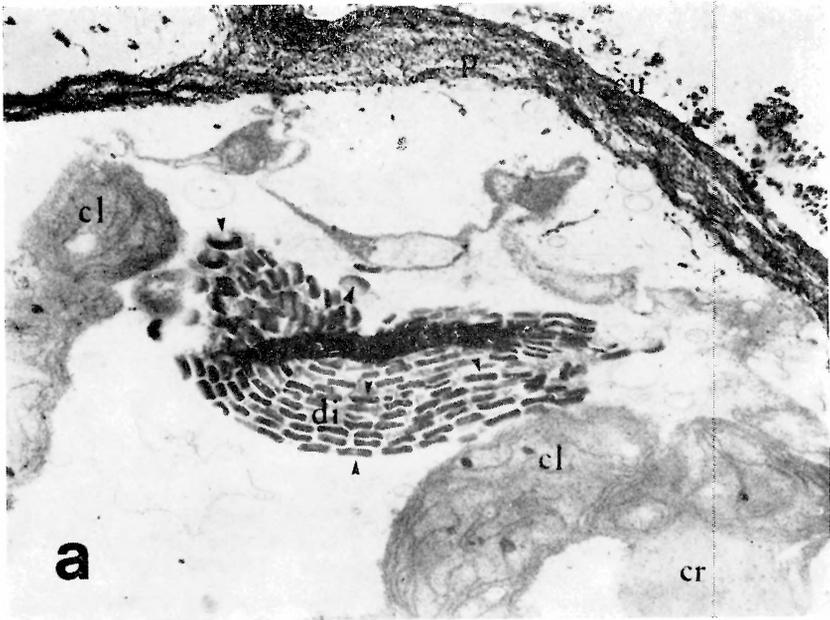
I campioni delle microfotografie sono stati fissati con aldeide glutarica al 2,5% in acqua di mare a pH 7,4 e colorati con acetato di uranile e citrato di piombo.

All the specimens of the micrographs were fixed with 2,5% glutaraldehyde in sea water pH 7,4 and double stained (U, Pb).



### TAV. III

- a) Microfotografia di cellula corticale esterna. Il dispositivo iridescente (di), collocato in posizione distale, si presenta come una struttura regolare di forma lenticolare allungata, paragonabile a un cloroplasto (cl). Essa è costituita da un insieme di corpuscoli opachi agli elettroni, i corpi iridescenti (indicati con le frecce), la cui disposizione regolare è parallela al suo asse maggiore. (p) parete, (cu) « cuticola », (cr) cristallo. Fiss. GTA al 2,5% in acqua di mare. Post-fiss.  $\text{OsO}_4$  all'1% in acqua dist. Color. acetato di uranile e citrato di piombo. Ingr. micr. 7630 X. Ingr. fin. 15.260 X.
- a) Electron micrograph of an outer cortical cell. The « iridescent apparatus » (di) which is localized in the distal portion of the cell, has an ellipsoidal shape similar to a chloroplast (cl). This regular structure is constituted by several electron dense bodies called iridescent bodies which are parallel to the long axis (arrows). (p) cell wall, (cu) cuticle, (cr) cristal. (2,5% glutaraldehyde in sea water pH 7.4, 1%  $\text{OsO}_4$  in distilled water, double staining). M. magnification 7630 X. F. magnification 15.260 X.
- b) Microfotografia del dispositivo iridescente (di) una cellula corticale esterna, colorata soltanto con acetato di uranile al 5%. I corpi iridescenti (frecce) appaiono trasparenti agli elettroni pur restando visibile il loro contorno. Ingr. micr. 10.900 X. Ingr. fin. 21.800 X.
- b) Electron micrograph of the « iridescent apparatus » (di) of an outer cortical cell which has been stained only with 5% uranyl acetate. The iridescent bodies (arrows) are electron transparent with a thin electron dense boundary. M. magnification 10.900 X. F. magnification 21.800 X.



TAV. IV

- a) Particolare del dispositivo iridescente in sezione longitudinale. I corpi iridescenti (ci), orientati regolarmente, presentano una forma a bastoncino la cui lunghezza è compresa tra 250 nm e 350 nm. Lo spessore è di 65 nm presentando una costrizione in posizione mediana (45 nm). La loro distanza è compresa tra 32 nm e 130 nm. Color. acetato di uranile e citrato di piombo. Ingr. micr. 14.950 X. Ingr. fin. 62.200 X.
- a) Detail of the longitudinal section of the « iridescent apparatus ». The iridescent bodies (ci) regularly oriented and separated by a 32nm-130nm distance, show an elongate shape. They are 250nm-350nm long and 65nm thick with a constriction (45 nm) in the median region. Double staining with uranyl acetate and lead citrate. M. magnification 14.950 X. F. magnification 62.200 X.
- b) Particolare del dispositivo iridescente colorato con acetato di uranile al 5%. I corpi iridescenti (ci) presentano la medesima configurazione bastoncino, ma risultano trasparenti agli elettroni con una sottile zona periferica opaca agli elettroni. Ingr. micr. 31.100 X. Ingr. fin. 62.200 X.
- b) Detail of the « iridescent apparatus » stained only with 5% uranyl acetate. The iridescent bodies (ci) show the same elongate shape, but they are electron transparent with thin electron dense boundaries. M. magnification 31.100 X. F. magnification 62.200 X.
- c) e d) Particolari del dispositivo iridescente in cui è chiaramente evidenziata la forma discoidale allungata dei corpi iridescenti (ci) in sezioni colorate con solo acetato di uranile (c) e con la doppia colorazione (d). Il diametro maggiore coincide con gli assi maggiori dei bastoncini. In d) sono visibili le depressioni centrali (freccette) ed in c) alcune zone mostrano un contorno più marcato (freccette). Ingr. micr. in c) 20.700 X. Ingr. fin. 62.100 X. Ingr. micr. in d) 14.950 X. Ingr. fin. 62.200 X.
- c) and d) Details of the « iridescent apparatus » in which the elongate disc shaped configuration of the iridescent bodies (ci) is particularly evident. The major diameter of the discs coincide with the long axis of the sticks. On c) some areas show more distinct boundaries (small arrows). On d) the central depressions (small arrows) are clearly visible. c) Section stained with uranyl acetate. M. magnification 20.700 X. F. magnification 62.100 X. d) Section double stained. M. magnification 14.950 X. F. magnification 62.200 X.

